

Iris Tanner

Partizipation und Wissensaufbau beim Lösen von Textaufgaben

Eine interaktions- und
aufgabenbezogene Analyse von
Problemlösedialogen

OPEN ACCESS

 Springer VS

Partizipation und Wissensaufbau beim Lösen von Textaufgaben

In einem Gehege sind
Hühner und Kaninchen.
Sie haben 35 Köpfe
und 94 Beine.



Iris Tanner

Partizipation und Wissensaufbau beim Lösen von Textaufgaben

Eine interaktions- und
aufgabenbezogene Analyse von
Problemlösedialogen

Iris Tanner
Zürich, Schweiz



ISBN 978-3-658-45778-5 ISBN 978-3-658-45779-2 (eBook)
<https://doi.org/10.1007/978-3-658-45779-2>

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <https://portal.dnb.de> abrufbar.

Die Open-Access-Version dieser Publikation wurde vom Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung unterstützt.

© Der/die Herausgeber bzw. der/die Autor(en) 2024. Dieses Buch ist eine Open-Access-Publikation.

Open Access Dieses Buch wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor*in(nen) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Buch enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des/der betreffenden Rechteinhaber*in einzuholen.

Die Wiedergabe von allgemein beschreibenden Bezeichnungen, Marken, Unternehmensnamen etc. in diesem Werk bedeutet nicht, dass diese frei durch jede Person benutzt werden dürfen. Die Berechtigung zur Benutzung unterliegt, auch ohne gesonderten Hinweis hierzu, den Regeln des Markenrechts. Die Rechte des/der jeweiligen Zeicheninhaber*in sind zu beachten.

Der Verlag, die Autor*innen und die Herausgeber*innen gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag noch die Autor*innen oder die Herausgeber*innen übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Planung/Lektorat: Daniel Rost

Springer VS ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH und ist ein Teil von Springer Nature.

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Abraham-Lincoln-Str. 46, 65189 Wiesbaden, Germany

Wenn Sie dieses Produkt entsorgen, geben Sie das Papier bitte zum Recycling.

***Wie mache ich aus einem Huhn ein
Karnickel?***

//Zwei zusammeneinandernehmen {lachend}

//(Also) zwei Beine zusammen.

Genau.

*(Quelle: Gesprächsausschnitt von
T-1117-L-3.2)*

Geleitwort

Unterricht ist ein grundständig interaktiver und kommunikativer Prozess. Aus einer pädagogischen Qualitätsicht gilt es, Praktiken der Gestaltung der gegenstandsbezogenen Kommunikation zu identifizieren, die sowohl *fachlich-kognitive* als auch *motivational-affektive Qualitäten* aufweisen, und an denen sich möglichst alle Lernenden denk- und sprachaktiv beteiligen können.

Trotz der grossen Bedeutung von in einer grossen Variationsbreite stattfindenden Unterrichtsgesprächen stellen fachlich gehaltvolle Lehr-Lerndialoge keine Selbstläufer im Fachunterricht der Volksschule dar. Im Gegenteil finden konstruktive Gespräche, insbesondere solche, an denen sich auch schwächere Schülerinnen und Schüler (SuS) beteiligen, im alltäglichen Unterricht eher selten statt. Was auf den ersten Blick überraschend erscheint, hat damit zu tun, dass dialogische und problemlösende Lehr-Lerngespräche sehr voraussetzungsreich sind. Sie stellen nicht nur an das (fach) didaktische Können der Lehrpersonen hohe Ansprüche, sondern erfordern auch von den SuS Kompetenzen zur Gesprächsteilnahme, die nicht selbstverständlich vorausgesetzt werden können.

Ziel der sowohl theoretisch als auch empirisch gehaltvollen Dissertation von Iris Tanner, einer ausgebildeten Romanistin, welche langjährig als Gymnasiallehrerin unterrichtet und danach ein Zweitstudium in Erziehungswissenschaft absolviert hat, war die prozessbezogene Analyse der fachlich-fachdidaktischen und der kommunikativ-interaktiven Qualität von Lehr-Lerngesprächen beim Lösen von mathematischen Textaufgaben auf der Sekundarstufe 1. In der Arbeit werden das Unterstützungsverhalten von Lehrpersonen beim Lösen einer (für alle Gruppen identischen, in drei Schwierigkeitsstufen vorliegenden) mathematischen Textaufgabe und die Partizipation der Lernenden ganzheitlich-deskriptiv

und in ihrem mikrostrukturellen Ablauf prozessbezogen untersucht. Konkret hat die Verfasserin 38 videografisch aufgezeichnete, je circa fünfzehn Minuten dauernde Unterrichtssequenzen von Kleingruppen (4 SuS & Lehrperson) in ihrer fach-pädagogischen Struktur und in ihrer interaktionalen Dynamik quantitativ und sequenzanalytisch analysiert.

Die Daten der Arbeit entstammen zwei vom Schweizerischen Nationalfonds SNF geförderten Video-Forschungsprojekten: der schweizerisch-deutschen Kooperationsstudie „Unterrichtsqualität, Lernverhalten und mathematisches Verständnis“ (Eckhard Klieme, Kurt Reusser, Christine Pauli) und der Studie „Didaktische Kommunikation und Bildungswirkungen im problemorientierten Mathematikunterricht“ (Kurt Reusser, Christine Pauli).

Theoretisch orientiert sich die Arbeit am Prozessmodell des Lösens mathematischer Textaufgaben von Reusser (*Vom Text zur Situation zur Gleichung*) sowie an Goffmans *participation framework* (und davon inspirierten Konzepten von Krummheuer und Brandt). Fokussiert werden der mehr oder weniger gemeinsam erfolgende Problemlösungsprozess auf der Basis einer fachdidaktischen Aufgabenanalyse sowie der Verlauf und die Qualität der während dieses Prozesses stattfindenden Gespräche. Mit Hilfe von Fallanalysen werden die Gespräche hinsichtlich theoretisch begründbarer Merkmale ko-produktiver Interaktionen beim Problemlösen untersucht, wobei ein besonderer Schwerpunkt auf den Formen der Partizipation und der Positionierung (Positioning) der Lernenden durch die Lehrperson liegt.

Ausgangspunkt war die Annahme, dass nachhaltiges Lernen dann stattfindet, wenn die kognitiven Aufbauprozesse im Unterricht problemlösend erfolgen und die fachliche und partizipationsbezogene Anleitung und Steuerung des Gesprächs (durch Scaffolding und Feedback sowie durch Etablierung eines möglichst hohen Niveaus von «Autorschaft» der SuS) durch die Lehrperson es erlauben, dass die problemlösungsbezogenen «Lernpolyloge» nicht einseitig von einzelnen SuS oder von der Lehrperson dominiert sind, sondern möglichst alle SuS ins Gespräch einbezogen werden.

Die Dissertation bearbeitet eine echte Forschungslücke. Bis heute gibt es nur wenige Studien, die *simultan den inhaltlich-problemlösebezogenen Wissensaufbau und die partizipatorisch-interaktive Struktur von realen Lehr-Lerngesprächen* in ihrer Qualität prozessbezogen und in ihren Wechselwirkungen auf der Mikroebene des verbalen Verhaltens analysieren. Konkrete Forschungsfragen, denen die Arbeit nachgeht, lauten: Unterscheiden sich die Problemlösungsgespräche der Gruppen in Bezug auf die Interaktionskonstellation? In welchen Rollen von Autorschaft und Verantwortung (KreatorIn, TraduziererIn, ParaphrasiererIn,

ImitierIn) beteiligen sich die SuS an den Gesprächen? In welchem Ausmass finden in den Kleingruppengesprächen überhaupt echte «Polyloge» statt? Wie weit gelingt es den Lehrpersonen, die Lernenden dabei so zu positionieren, dass sie die Führung bei der Steuerung von Teilschritten übernehmen?

Die drei ausführlichen Fallanalysen und die fünf Fallportraits der tutoriell begleiteten *Kleingruppengespräche* zeigen u. a., wie die Lehrpersonen zum einen durch Gestaltungsmerkmale der Lernumgebung und zum andern durch ihre Gesprächsimpulse die Lernenden zur Formulierung von Gedanken und Vorschlägen anregten, die den gemeinsamen Problemlösungsprozess voranbrachten. Die Mehrzahl der Lehrpersonen legte den Fokus ihrer Unterstützung dabei primär auf den Aufgabenlösungsprozess und weniger auf den Austausch der Lernenden untereinander. Während die Lehrpersonen durchaus erfolgreich waren, die Lernenden fachlich-kognitiv zum Mitdenken zu aktivieren, gelang es nur wenigen von ihnen, gleichzeitig auch einen ko-konstruktiven und inhaltlich gehaltvollen Austausch *zwischen* den Lernenden in Gang zu bringen.

Insgesamt leistet die durch eine Verbindung von fachdidaktischer und gesprächsanalytischer Analyseoptik sich auszeichnende Arbeit einen sowohl inhaltlich als auch methodisch überzeugenden Beitrag zur Analyse von realen Problemlösedialogen unter der zweifachen Perspektive ihres fachlichen Gegenstandes und der in den Gesprächen sich manifestierenden Partizipations- und Interaktionsqualität. Der sprach- und erziehungswissenschaftlich versierten Autorin ist es gelungen, den Charakter und die Besonderheiten der Gesprächs und Problemlösungsverläufe in ihren wechselseitigen Verbindungen herauszuarbeiten und zu plausiblen Interpretationen zu gelangen.

Zürich und Freiburg
im Juni 2024

Kurt Reusser
Christine Pauli

Danksagung

Die vorliegende Arbeit konnte auf den Datensatz der schweizerisch-deutschen Videostudie «Unterrichtsqualität, Lernverhalten und mathematisches Verständnis» und der Nachfolgestudie «Didaktische Kommunikation und Bildungswirkungen im problemorientierten Mathematikunterricht» unter der Leitung von Prof. Dr. Eckhard Klieme, Prof. Dr. Kurt Reusser und Prof. Dr. Christine Pauli zurückgreifen. Mein Dank gilt der wissenschaftlichen Projektleitung und dem gesamten Forschungsteam, welche diesen interessanten Datensatz konzipiert, erhoben und transkribiert haben.

Bei Prof. Dr. Kurt Reusser und Prof. Dr. Christine Pauli möchte ich mich besonders für die konstruktiven Impulse, Rückmeldungen und Anregungen sowie für das Vertrauen ins Endprodukt bedanken.

Hervorgehoben gehört an dieser Stelle das sorgfältige Lektorat von Frau Christina Hartmann, welches die sprachliche Qualität der Arbeit erheblich erhöht hat.

Zu guter Letzt möchte ich meinen Kolleginnen und Kollegen und Freundinnen und Freunden herzlich danken für das grosse Verständnis und die ausserordentliche Geduld, die ich während der langen Erarbeitungsphase der vorliegenden Arbeit kontinuierlich von euch erfahren durfte.

Zürich
im Januar 2023

Iris Tanner

Zusammenfassung

Lernen wird aus kognitiver und sozial-konstruktivistischer Sicht als individueller Aufbau von Wissens- und Denkstrukturen verstanden (Aebli, 1981). Der Aufbau von Begriffen, aber auch von Problemlösestrategien, muss vom Individuum eigenständig geleistet werden. Lernen ist stets aktive Eigenkonstruktion und verläuft inhaltsspezifisch (Reusser, 2006). Die Aufgabe der Lehrpersonen besteht dabei darin, mittels ko-konstruktiver Dialoge die Lernenden beim Aufbau und bei der Modifizierung ihrer Wissensstrukturen zu unterstützen. Lehrpersonen agieren dabei idealerweise als «gerüsthafte Stützen» oder Scaffold (Van de Pool et al., 2010; Wood, Bruner & Ross, 1976), bei der die Lehrpersonen die Lernenden durch gezielte instruktionale Strategien in der Zone der nächsten Entwicklung (Vygotsky, 1978) voranbringen.

Die vorliegende Studie beschäftigt sich mit der interaktions- und aufgabenbezogenen Analyse von Problemlösedialogen auf der Sekundarstufe 1. Das Unterstützungsverhalten von Lehrpersonen beim Lösen einer mathematischen Textaufgabe und die Partizipation der Lernenden werden ganzheitlich-deskriptiv und in ihrem mikrostrukturellen Ablauf prozessbezogen untersucht. Die empirischen Daten stammen aus der schweizerisch-deutschen SNF-Videostudie (vgl. u.a. Klieme, Pauli & Reusser, 2006; Reusser & Pauli, 2013) und der daran anschliessenden SNF-Studie „Didaktische Kommunikation und Bildungswirkungen im problemorientierten Mathematikunterricht“ (Reusser & Pauli 2012), so dass der Teildatensatz der Kleingruppenunterrichtssituationen des 1:4-Settings als Untersuchungsgegenstand zur Verfügung stand. Der Datensatz eignet sich insofern besonders gut zur Erforschung von adaptiven und prozessbezogenen Fragestellungen, als die gefilmten Lehr-Lerngespräche einem standardisierten Setting

folgen: Eine Lehrperson arbeitet während circa fünfzehn Minuten mit vier Schülern und Schülerinnen an einer identischen Textaufgabe. Die Stichprobe für die zugrundeliegende Videostudie umfasst 20 deutsche Klassen der 9. Jahrgangsstufe und 20 Schweizer Klassen der 8. Jahrgangsstufe.

Im theoretischen Teil der Arbeit wird nach einer Zusammenfassung zentraler Erkenntnisse zum guten Mathematikunterricht zuerst auf die Bedeutung des konstruktivistischen Ansatzes für das Lernen und den Unterricht eingegangen. Danach werden wichtige Merkmale der Unterrichtsqualität in Lehr-Lerngesprächen hervorgehoben. Der individuelle Aufbau von Wissen muss vom Individuum aktiv erarbeitet werden, erfolgt aber in der Regel unter Anleitung (Aebli, 1983). Die kognitiven Aufbauprozesse im Unterricht sind dann produktiv, wenn sie problemlösend erfolgen und wenn sie von Lehrpersonen fachlich und interaktionsbezogen angeleitet und unterstützt werden (Pauli, 2006). Im Unterricht und in Lehr-Lerngesprächen soll dabei auf vollständige Lernprozesse, auf Verstehensorientierung, kognitive Aktivierung und eine substanzielle Partizipation der Lernenden geachtet werden. Eine von der Interaktionsqualität gewünschte wesentliche Partizipation der Lernenden muss mit korrektem und tiefgehend behandeltem Fachinhalt verbunden sein, um nachhaltige Lernprozesse zu ermöglichen. Vor diesem Hintergrund geht es in der Studie darum, diese beiden für die Unterrichtsqualität bedeutsamen Dimensionen, den fachbezogenen Problemlösevorgang und die partizipatorische Struktur der Unterrichtsgespräche in ihren wechselseitigen Beziehungen zu erfassen. Der erste Fragenkomplex widmet sich dem Problemlöseprozess, der zweite der Interaktionsstruktur. Die Hauptfragestellungen sind: Wie gestalten die Lehrpersonen (i) den Problemlöseprozess einer Textaufgabe und (ii) die Interaktionsstruktur des Lehr-Lerngespräches mit einer Gruppe von vier Lernenden? Und (iii) welche Beziehungen zeigen sich in der Art, wie der fachliche Lösungsprozess mit der Partizipation der Lernenden verknüpft wird?

Ziel der vorliegenden Studie ist eine vertiefte prozessbezogene Analyse einerseits der fachlich-fachdidaktischen Qualität und andererseits der Interaktionsqualität von problemlösenden Lehr-Lerngesprächen und schliesslich des Zusammenspiels der beiden Analyseperspektiven. In der Arbeit geschieht dies mittels drei ausführlichen Fallanalysen und fünf kürzeren Fallportraits. Da eine gleichermassen ausführliche mikroanalytische Beschreibung und Interpretation der ganzen Stichprobe den Rahmen der Arbeit gesprengt hätte, wurde ein dreistufiges Verfahren gewählt, das im methodischen Teil vorgestellt wird. Die Vorgehensweise führte zu einer gezielten und für den Datensatz repräsentativen Auswahl der Fälle. In einem ersten deskriptiven und quantitativen Analyseschritt wurde eine dokumentierte Sichtung aller Kleingruppenunterrichtsgespräche vorgenommen. Diese liess erste

empirische Aussagen zu und diene der Eingrenzung der Fälle für die weiteren Analyseschritte. Im zweiten Schritt wurde der Prozessverlauf untersucht, wozu unterschiedliche Kodiersysteme angewendet oder neu entwickelt wurden, welche einerseits auf den Prozess der Aufgabenlösung und andererseits auf die Merkmale der Interaktion und der Partizipation fokussierten. In der Kognitionspsychologie sind verschiedene Prozessmodelle entwickelt worden, wie Textaufgaben gelöst werden (Blum & Leiss, 2005; Galbraith & Stillman, 2006; Reusser, 1985, 1990; Verschaffel, De Corte & Lasure, 1994). Diese Prozessmodelle beschreiben eine Dekomposition komplexer Problemlöseelemente in die wesentlichen Schritte. Ausgehend vom Prozessmodell von Reusser (1989) wurden 18 ausgewählte Transkripte der Lehr-Lerngespräche des untersuchten Datensatzes durchgängig nach Massgabe der Prozessschritte *Textverständnis erarbeiten*, *Situationsverständnis erarbeiten*, *Mathematisierung*, *Rechenvorgang*, *Formulierung des Antwortsatzes* und *Rückblick* kodiert. Da alle Gruppen dieselbe Textaufgabe lösten, konnten die Vorgehensweisen der Problemlösung in ihrem Ablauf verglichen werden. Als theoretische Grundlage für den Analysestrang in Bezug auf die Partizipation der Lernenden wurde das Konzept des Produktdesigns von Krummheuer und Mitarbeitenden (Brandt, 2004; Krummheuer & Brandt 2001; Krummheuer & Fetzer, 2005) verwendet. Es geht bei diesem Konzept darum, die authentische Involviertheit der jeweils Sprechenden bzw. die «Grade der Autorenschaft» für den Inhalt der Äusserungen zu bestimmen. Wenn ein Sprecher oder eine Sprecherin etwas sagt, heisst das noch nicht, dass er oder sie selbst auf diese Idee gekommen ist und damit die volle Verantwortung für die Begründung übernehmen kann oder muss. Daraus ergibt sich die Frage, welche der Gesprächsteilnehmenden für welchen Lösungsschritt die (Haupt)Verantwortung tragen. Da die untersuchten Lehr-Lerngespräche aus mehr als nur zwei Teilnehmenden bestehen, wurden die Interaktionen in dieser Studie mit dem linguistisch genaueren Begriff Polylog bezeichnet.

In der Arbeit interessierte, ob sich die Gruppenunterrichtsgespräche in Bezug auf die Interaktionskonstellation zwischen den Gruppen unterscheiden: Wie viele Interaktanden zeichnen für die Organisation und den Ablauf der Problemlösegespräche (mit)verantwortlich? Inwiefern sind die Lehr-Lerngespräche des untersuchten Datensatzes tatsächlich Polyloge, bei denen alle Gesprächsteilnehmenden einen bedeutungsvollen Beitrag leisten und gemeinsam einen Lösungsweg konstruieren? Oder gibt es auch Gruppenunterrichtsgespräche, die «nur» aus «aneinandergereihten Zweiergesprächen» bestehen? Und schliesslich: Was lässt sich über die Rolle der Lehrpersonen bei der Anleitung und Unterstützung der Lehr-Lerngespräche sagen? Inwieweit gelingt es den Lehrpersonen, die Lernenden so zu positionieren, dass sie die Führung in der Steuerung von Teilschritten

übernehmen? Der dritte und wichtigste Analyseschritt der Arbeit konkretisiert an ausführlichen Fallanalysen und Fallportraits den prozessbezogenen Ablauf von realen Lehr-Lerngesprächen und arbeitet die Verbindungen heraus zwischen der Qualität der fachlich-fachdidaktischen Seite der Lösung der Textaufgabe und der Partizipations- und Interaktionsqualität. Die Fälle sind so ausgewählt, dass die grosse Bandbreite und Vielfalt an Realisierungsmöglichkeiten sichtbar werden.

Grundsätzlich kann als Ergebnis der dokumentierten Sichtung gesagt werden, dass in 27 von 33 Gruppen die Lehrpersonen mehr oder deutlich mehr als die Hälfte der Wörter sprechen, nämlich zwischen 55 % bis 90 %. Die empirisch schon längst festgestellte Redemacht der Lehrperson (Ackermann, 2011; Pauli & Lipowsky, 2007) kann somit auch für Kleingruppenunterrichtsgespräche bestätigt werden, obwohl die Teilnehmenden von der Raumsituation her betrachtet meist an einem Tisch sitzen und somit ein eher egalitäres Gruppengespräch erwartet werden könnte. Zudem fällt auf, dass die Hälfte der Lehrpersonen jeden zweiten Turn äusserte: In diesen Lehr-Lerngesprächen fanden fast ausschliesslich entweder Interaktionen zwischen der Lehrperson und der Schülergruppe statt oder zwischen einzelnen Schülern oder Schülerinnen und der Lehrperson, ohne dass von der mündlichen Interaktion her gesehen gleichberechtigte Gesprächssequenzen im Sinne echter Polyloge mit allen Teilnehmenden stattfanden. Der zweite Auswertungsschritt zeigt auf, dass die theoretisch postulierten, textaufgabenbezogenen Lösungsschritte bei nahezu allen Problemlöseprozessen eruiert werden konnten. Klar zu erkennen ist, dass das Durchlaufen des Lösungsprozesses einem zirkulären Prozess entspricht, wobei die Reihenfolge der Lösungsschritte variabel ist. Die Fallanalysen machen sichtbar, wie die Lehrpersonen auf mehr oder weniger adaptive Weise den Problemlöseprozess voranzubringen und die Lernenden zur verantwortlichen Teilnahme anzuregen versuchen: durch Lenkung der Aufmerksamkeit, Zusammenfassen des bisher Erkannten, Nachfragen, strategischen Hinweisen und/oder die Positionierung von Lernenden. Generell lässt sich mit Bezug auf den gesamten Datensatz sagen, dass die Mehrheit der Lehrpersonen den Fokus ihrer Unterstützung auf den Aufgabenlösungsprozess legt und weniger auf die Förderung der Partizipation aller Lernenden an diesem Prozess oder auf den Austausch der Lernenden untereinander. Mehrere Lehrpersonen machen die Lernenden explizit auf ein systematisches Vorgehen beim Lösen der Aufgabe aufmerksam (aufgabenbezogene Strategien) und üben dieses mit ihnen ein. Die ko-konstruktive Erarbeitung des Problemlöseprozesses der Lernenden *untereinander* ist dagegen eher weniger im Fokus. Auf Basis der Analysen wurden drei Interaktionsmuster eruiert: «Kleinklassengespräch», «lehrpersonengeleitete Gruppenarbeit» und «Schülergruppenarbeit mit Lehrpersonenunterstützung». Die drei Muster unterscheiden sich hauptsächlich in der

abnehmenden Steuerung der Lehrperson und in der aufsteigenden Anzahl der Schüler- und Schülerinnenäußerungen, welche somit oft auch eine aufsteigende Prozentzahl von Peerinteraktionen beinhalten. Sowohl die quantitativen als besonders die qualitativen Analysen der vorliegenden Studie dokumentieren, dass jede Unterrichtssituation anders ist und dass auch scheinbar gegensätzliche Vorgehensweisen zu guten Ergebnissen führen können. In der Diskussion werden aufgrund der Ergebnisse Schlussfolgerungen für weiterführende Forschungsfragen und Ansätze für das Training und die Analyse von effektiven Lehrpersonen-Lernenden-Interaktionen für die Lehrerbildung formuliert.

Summary

From a cognitive and social-constructivist perspective, learning is understood as the individual construction of knowledge and thought structures (Aebli, 1981). The formation of concepts, also of problem-solving strategies, must be accomplished independently by the individual. Learning is always self-construction, and proceeds content-specifically (Reusser, 2006). The teacher's task is to support the learners in building and modifying their knowledge structures by means of co-constructive dialogues. The teacher thereby acts as a scaffold (Van de Pool et al., 2010; Wood, Bruner & Ross, 1976) in which the teacher guides the learners through intended instructional strategies in the zone of proximal development (Vygotsky, 1978).

The present study deals with interactional and task-based analysis of problem-solving dialogues on the lower secondary level. The support of the teachers when solving a mathematical word problem and the participation of the learners are analyzed holistically and descriptively in their microstructural sequence with regard to the process. The empirical data originate from the Swiss-German video study (cf. among others Klieme, Pauli & Reusser, 2006) and the subsequent study „Didactic Communication and Educational Effects in Problem-oriented Mathematics Teaching“ (Reusser & Pauli 2013) so that the small group instructional situations (1:4-setting) as part of the data set was available for the present study. The data set is particularly suitable for investigating adaptive and process-related issues, as the teacher-student dialogues follow a standardized setting: a teacher works with four students on an identical word problem for approximately fifteen minutes. The sample for the underlying video study consists of 20 German classes in the 9th grade and 20 Swiss classes in the 8th grade.

In the theoretical part of the study, after a summary of central findings on good mathematics teaching, the importance of constructivist thinking for learning and teaching and is discussed. Then important characteristics of teaching quality in teacher-student dialogues are highlighted. The build-up of the individual knowledge must be actively acquired by the single student, but it usually takes place under supervision (Aebli, 1983). Cognitive construction processes in teaching are productive when they are problem-solving oriented and when they are supported by teachers in a content-focused and interaction-related manner (Aebli, 1983; Pauli 2006). In teaching, attention should be paid to complete subject learning processes, to an orientation towards understanding, to cognitive activation and to substantial participation of the learners. An intensive participation of the learners should be connected with correct and deeply addressed subject content in order to enable sustainable learning processes.

Against this background, the aim of this study is to assess and relate the two dimensions, that are significant for instructional quality, the subject-related problem-solving process and the participatory structure of the classroom discussions.

The first set of questions is devoted to the problem-solving process, the second to the interaction structure. The main questions are: How do the teachers design (i) the problem-solving process of a word problem and (ii) the interaction structure of the teacher-student dialogues with a group of four learners? And (iii) what relationships are revealed in the way the domain-specific problem-solving process is linked to learner participation.

The aims of the present study are on the one hand an in-depth process-related analysis of the content-related quality and on the other hand the analysis of the interaction quality of teacher-student dialogues. A further aim is the analysis of interaction of the two analysis perspectives: This is done by means of three detailed case analyses and five shorter case portraits. Since an equally detailed micro-analytical description and interpretation of the entire sample would have gone beyond the scope of this work, a three-step approach was chosen. In a first descriptive and quantitative analysis step, a documented review of all small group teaching situations was done. This allowed initial empirical statements and served to narrow down the cases for further analysis steps.

In the second analysis step different coding systems were used or newly developed which on the one hand focused on the process of solving the task and on the other hand on the characteristics of interaction and participation. Various process models have been developed in cognitive psychology for solving text problems (Blum & Leiss, 2005; Galbraith & Stillman 2006; Reusser, 1985, 1990; Verschaffel, De Corte & Lasure, 1994). These process models describe a decomposition of

complex problem-solving elements into the essential steps. Based on the process model of Reusser (1989), 18 selected transcripts of the teacher-student dialogues of the data set were coded according to the process steps of *text comprehension, situational understanding, mathematization, calculation process, formulation of the answer and reviewing*. As all groups solved the same word problem, the problem-solving procedures could be compared in detail. The concept of product design by Krummheuer et al. (Brandt, 2004; Krummheuer & Brandt 2001; Krummheuer & Fetzer, 2005) was used as basis for the analysis in relation to learner participation. The aim is to determine the authentic involvement of the speaker or the „degree of authorship“ for the content of the utterances. If a speaker says something, this does not mean that he or she has come up with the idea him- or herself and must, therefore, assume full responsibility for the reasoning. This raises the question of which of the participants in the discussion holds which responsibility for which solution step. Since the teacher-student-dialogues consisted of more than just two participants, the interactions in this study were denoted by the linguistically more precise term polylogue.

It was also of interest whether teacher-student dialogues differed between the groups regarding the interaction constellation: How many interactants are (co-) responsible for the organization and the progress of the problem-solving discussions? To what extent are the teacher-student dialogues of the data set truly polylogues in which all participants make meaningful contributions and jointly co-construct the solution? Or are there also small group situations that „only“ consist of „two-person dialogues“? And finally: What is the role of teachers in guiding and supporting the teacher-student dialogues? To what extent are teachers able to position the learners in such a way that they take the lead in managing of substeps of the problem-solving process? The third and most important analysis step of the study highlights the process-related progress of real teacher-student dialogues with detailed case analyses and case portraits. It works out the connections between the quality of the content-focused side of the solution of the word problem and the quality of participation and interaction. The cases are selected in such a way that the wide range and variety of teacher-students-dialogues are shown.

As a result of the documented review, it can be said that in 27 of 33 groups the teachers speak more or significantly more than half of the words (from 55 %–90 %). The empirically known power of speech of the teacher in classroom talk (Ackermann, 2011; Pauli & Lipowsky, 2007) can, therefore, be also confirmed for small group teaching situations. In addition, it is noticeable that half of the teachers speak every second turn: In these teacher-student dialogues almost only interactions between the teacher and the group of students or individual students

took place, real polylogues did not occur. The second step of the analysis shows that the theoretically postulated solution steps to solve the word problem can be determined in almost all problem-solving processes. It can be clearly seen that going through the solution process corresponds to a circular process, whereby the order of the solution steps is variable. The case analyses make visible how the teachers try to advance the problem-solving process in a more or less adaptive way and encourage the learners to participate responsibly: by directing attention, summarizing what has been known so far, asking questions and/or giving strategic hints. Other teachers manage to position the learners as responsible which can lead them to taking responsibility for the problem-solving process.

With reference to the entire data set, it can be said that the majority of the teachers focus their support on the task-solving process rather than on encouraging all learners to participate in that process or on sharing among learners. Several teachers explicitly draw the learners' attention to a systematic approach to solving the task (task-related strategies) and practice this with them. In contrast, the co-constructive elaboration of the problem-solving process among the learners is clearly less in focus. Based on the analyses, three patterns of interaction were elicited: „small class discussion“, „teacher-guided group work“, and „students group work with teacher support“. The three patterns differ mainly in the decreasing control of the teacher and in the increasing number of student utterances, which often includes an increasing percentage of peer interactions. The quantitative and especially the qualitative analyses of the present study document that each teaching situation is different and that different, sometimes even quite opposite, approaches can lead to positive outcomes. In the discussion, conclusions for further research questions and approaches for the training and analysis of effective teacher-student dialogues for teacher education are formulated.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Hintergrund und Ausgangslage	1
1.2	Was wissen wir über guten (Mathematik-)Unterricht?	5
1.3	Zielsetzung der Arbeit	8
1.4	Aufbau der Arbeit	9
2	Bildung und Lernen als Aufbau von Wissens- und Denkstrukturen	11
2.1	Konstruktivismus und Sozial-Konstruktivismus	12
2.1.1	Aebli's Konzept der unterstützten Wissenskonstruktion im Unterricht	13
2.1.2	Problemlösender Unterricht	16
2.1.3	Vygotsky und seine Sicht auf Entwicklung: Internalisierung und Zone der nächsten Entwicklung	18
3	Lerndialoge und Lernunterstützung: Die Rolle der Lehrperson beim sozial-konstruktivistischen Wissensaufbau	23
3.1	Die Bedeutung des Lerndialogs und der Lernunterstützung	24
3.1.1	Das Konzept des Scaffolding	24
3.1.2	Scaffolding im Unterrichtskontext	28
3.1.3	Das Unterrichtsmodell der «kognitiven Lehre» (cognitive apprenticeship)	30

3.2	Die fachdidaktische Seite der Lernunterstützung	33
3.2.1	Der Modellierungsprozess	34
3.2.2	Vom Text zur Situation zur Gleichung. Ein Prozessmodell nach Reusser (1985, 1989) zum Lösen von mathematischen Textaufgaben	38
3.2.3	Modellierungskreisläufe aus Sicht der Lernenden und für die Lernenden	40
3.2.4	Theorie des Problemlösens und lerntheoretische Einbettung im Mathematikunterricht: Wann ist die Textaufgabe fertig gelöst?	43
3.2.5	Welches (mathematische) Wissen und welche (mathematischen) Kompetenzen braucht es zur Lösung von Textaufgaben?	45
3.2.6	Vergleich der Lösungswege	46
3.3	Der Lehr-Lerndialog als kommunikative Anforderung und Lerngelegenheit in Lehr-Lernpolylogen	47
3.3.1	Tutoring-Situationen und Gruppenarbeiten	48
3.3.2	Polyloge und Konzepte von Beteiligungsrahmen (participation framework und Produktdesign)	53
3.3.3	Die Gesprächsführung nach den Regeln des Accountable Talk	59
4	Die gesprächsanalytische Sicht auf Lehr-Lernpolyloge	63
4.1	Sprechakttheorie und Konversations- bzw. Gesprächsanalyse ...	63
4.1.1	Sprechakttheorie	63
4.1.2	Konversations- und Gesprächsanalyse	65
4.2	Grundbegriffe der Gesprächs- bzw. Konversationsanalyse	67
4.3	Hierarchische Struktur der Lehr-Lerngespräche und Positioning	69
5	Fragestellungen	73
6	Methodenteil	77
6.1	Kontext, Stichprobe, Design und Datenlage der Untersuchung	77
6.2	Aufgabenanalyse	80
6.2.1	Die Aufgabenstellungen	81
6.2.2	Aufgabenanalyse mit allgemeindidaktischen Klassifikationsrastern	82

6.2.3	Idealtypische Lösungswege unserer Modellierungsaufgaben – Variablen, Terme und Gleichungen	85
6.2.4	Der logische oder der elegante Ansatz: „Wenn alles Hühner wären“	94
6.2.5	Der Lösungsweg «Probieren und systematisches Probieren»	94
6.2.6	Die Schwierigkeitsstufen der Aufgabenstellungen	96
6.3	Die Auswertungsmethoden im Überblick	100
6.4	Dokumentierte Sichtung des Gesamtsamples	102
6.4.1	Deskriptive Kategorisierungen	102
6.4.2	Quantitative Häufigkeitsauszählungen	105
6.5	Sequenzielle Mikroanalysen der aufgabenbezogenen Interaktion	111
6.5.1	Gliederungssignale als Hinweise für Sequenzübergänge	112
6.5.2	Sequenzielle Mikroanalyse zu den Problemlöseschritten	115
6.5.3	Auswertungsverfahren für die Problemlösungen bei der zusätzlichen Einzelaufgabe	125
6.5.4	Sequenzielle Analyse der Interaktionsarten: Polylogmuster	142
6.5.5	Begriffsdefinitionen für das Produktdesign (inkl. Kodierregeln)	147
6.5.6	Accountable Talk als Kodiersystem: Fachbegriffe zu den Lehrpersonenäußerungen	157
6.5.7	Beispiel einer Kodierung eines Transkriptes	159
6.6	Vorgehen für die Fallanalysen	161
7	Ergebnisse	169
7.1	Dokumentierte Sichtung: Übersicht und Ergebnisse	170
7.1.1	Erkenntnisse zu den Problemlöseaspekten	170
7.1.2	Erkenntnisse zum Interaktionsgeschehen	182
7.1.3	Erkenntnisse zur zusätzlichen Aufgabe	191
7.2	Aufgabenbezogenes Vorgehen beim Lösen der Textaufgabe	199
7.2.1	Schematische Darstellungen des Ablaufes bei der Aufgabe 1 (Hühner und Kaninchen)	201
7.2.2	Schematische Darstellungen des Ablaufes bei der Aufgabe 2 (Schnecken, Hühner und Kaninchen)	203

7.2.3	Schematische Darstellungen des Ablaufes bei der Aufgabe 3 (Vogelspinnen, Schlangen und Schmetterlingsraupen)	205
7.2.4	Fazit für den Problemlöseablauf	210
7.3	Quantitative Ergebnisse zur Interaktionsstruktur	211
7.3.1	Redeanteile der Lehrpersonen	212
7.3.2	Peerinteraktionen	214
7.4	Drei Fallanalysen	217
7.4.1	Fall 1205: T: „Genau. Und warum? Jetzt muss man's den- allen andern auch erklären.“ – Positionierung der Lernenden	220
7.4.2	Fall 1117: T: „So, [S1], du bist der Sache doch ziemlich auf der Fährte, komm!“ – Verantwortungsübernahme einer Schülerin	282
7.4.3	Fall 1225: T: „Und jetzt, wie wärs bei ihr, können wir helfen, wie wirs- machen müsst, ohne-ohne zweite Variable?“ – Zwei Lösungswege parallel	328
7.5	Fünf weitere Fallportraits	376
7.5.1	Portrait Fall 2106: T: „Stoppt mal schnell“ – Stille Denkzeit, Frontalsetting	379
7.5.2	Portrait Fall 2113: T: „Redet miteinander... alles, was ihr euch überlegt, reagiert aufeinander, ich schreite schon ein, wenn es sein muss.,, – Kollektiver Problemlöseprozess der Lernenden	399
7.5.3	Portrait Fall 1107: – S4: „Sollen wir jetzt das aufschreiben, das Ergebnis? Brauchen wir das? T: -Ne, das ist- äh- ist okay, so.“ – Ausreissergruppe	416
7.5.4	Portrait Fall 2105: T: „Jetzt wäre es noch lustig, wenn jeder erzählen könnte, wie er es gemacht hat, aber dafür haben wir keine Zeit. Das können wir eventuell in der nächsten Stunde machen.“ – Vier unabhängige und individuelle Scaffoldings	433

7.5.5	Portrait Fall 1118: S4: „Ja, ich würd sagen, erst mal bei den 37 mal zwei nehmen... S3: Erst mal eine Frage stellen, oder?“ – Gruppengespräch mit Diskussion über unterschiedliche von Schülern eingebrachte Lösungswege	462
7.6	Vielfalt realer Unterrichtsinteraktionen: Steckbriefe weiterer tutorieller Situationen	482
7.6.1	Steckbrief des Falles 1120	482
7.6.2	Steckbrief des Falles 1208	486
7.6.3	Steckbrief des Falles 1218	491
7.6.4	Steckbrief des Falles 1223	494
7.6.5	Steckbrief des Falles 2102	495
7.6.6	Steckbrief des Falles 2103	496
7.6.7	Steckbrief des Falles 2104	499
7.6.8	Steckbrief des Falles 2111	501
7.6.9	Steckbrief des Falles 2115	503
7.6.10	Steckbrief des Falles 2201	504
7.6.11	Steckbrief des Falles 2205	506
7.7	Gruppierung der untersuchten Fälle in drei Interaktionsmuster	507
7.7.1	Kleinklassengespräch (Fälle 2205/2201/1223 – 2104 – 2106)	508
7.7.2	Lehrpersonengeleitete Gruppenarbeit (Fälle 1225/1208 – 2111 – 2103 – 2115 – 1117'/1107'')	509
7.7.3	Schülergruppenarbeit mit Lehrpersonenunterstützung nach dem Prinzip der minimalen Hilfe (Fälle 1117'/1107' – 1118 – 2113/1218 – 1120)	510
7.7.4	Vergleich der Interaktionsmuster	512
8	Diskussion	517
8.1	Zusammenfassung und Diskussion der zentralen Ergebnisse	519
8.1.1	Wie gestalten die verschiedenen Lehrpersonen den Problemlöseprozess dieser Kopf-Beine-Aufgabe?	519
8.1.2	Wird der gerade erarbeitete Lösungsweg aus dem Gruppengespräch für die Lösung der zusätzlichen Aufgabe von den Lernenden übernommen?	525

8.1.3	Wie gestalten die untersuchten Lehrpersonen die Interaktionsstruktur des Lehr-Lerngespräches mit einer Gruppe von vier Lernenden?	527
8.1.4	Zeigen sich Verbindungen zwischen der Qualität der fachlich-fachdidaktischen Seite der Lösung der Textaufgabe und der Partizipations- und Interaktionsqualität des sozialen Geschehens?	532
8.2	Diskussion des methodischen Vorgehens und Forschungsdesiderata	538
8.2.1	Anmerkungen zum verwendeten Datensatz	538
8.2.2	Diskussion des methodischen Vorgehens und Grenzen der Studie	539
8.2.3	Forschungsdesiderata	542
8.3	Schlussfolgerungen für die pädagogische Praxis	544
	Literaturverzeichnis	549

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 3.1	Modellierungskreislauf von Galbraith & Stillman (2006, S. 144)	36
Abbildung 3.2	Modellierungskreislauf von Blum & Leiss (2005)	37
Abbildung 3.3	Mehrebenenmodell SPS aus Reusser (1989, S. 91) ...	39
Abbildung 3.4	Ungenügender Modellierungsprozess der Lernenden nach Greer, 1997, S. 295	41
Abbildung 3.5	Expertenhafter Modellierungsprozess in der Darstellung von De Corte (2012, S. 8)	43
Abbildung 3.6	Participation framework nach Goffman (1981)	54
Abbildung 3.7	Verantwortlichkeiten für die mündlichen Äusserungen (Brandt, 2004, S. 35)	56
Abbildung 3.8	Talk moves and functions, accountable talk (Michaels et al., 2002)	61
Abbildung 6.1	Datengrundlage zu den 1:4-Tutoring-Settings	78
Abbildung 6.2	Allgemeindidaktisches Kategoriensystem nach Maier et al., 2010	83
Abbildung 6.3	Tabelle auf Notizblatt eines Schülers oder einer Schülerin (Nr. 120805)	88
Abbildung 6.4	Die zwei am häufigsten gewählten Lösungswege	89
Abbildung 6.5	Auflösung einer Gleichung nach einer Variablen (Rechenweg)	91
Abbildung 6.6	Additionsverfahren ausgeführt an der Aufgabe 1	92
Abbildung 6.7	Einsetzungsverfahren ausgeführt an der Aufgabe 1 ...	93

Abbildung 6.8	Tabelle für das Ausrechnen durch den Lösungsweg «probieren»	96
Abbildung 6.9	Mathematisierungsvorgang: Erstellen der Gleichungen der Aufgabe 3	98
Abbildung 6.10	Fragestellungen und Kategorien für die deskriptive Analyse (dokumentierte Sichtung)	103
Abbildung 6.11	Übersicht über die quantitativen Häufigkeitsauszählungen der dokumentierten Sichtung	106
Abbildung 6.12	Kodieraster für die Lösungsschritte der Aufgabe 2 in steigender Konkretisierung, inkl. logische Lösung (Code 3.3) und Sackgassen (Code 3.4)	118
Abbildung 6.13	Kodieraster der schwierigsten Aufgabe, Aufgabe (3)	124
Abbildung 6.14	Kodieranweisung für die Punktevergabe der einfachsten zusätzlichen Aufgabe mit dem Lösungsweg «eine Buchstabenvariable»	127
Abbildung 6.15	Kodieranweisung für die Punktevergabe der einfachsten zusätzlichen Aufgabe mit einem linearen Gleichungssystem	129
Abbildung 6.16	Beispiel eines von Lernenden durchgestrichen Lösungsansatzes (Quelle: 111416)	131
Abbildung 6.17	Kodieranweisung für die Punktevergabe der zusätzlichen Aufgabe mittleren Schwierigkeitsgrades mit der Vergabe von einer Buchstabenvariablen	134
Abbildung 6.18	Kodieranweisung für die Punktevergabe der zusätzlichen Aufgabe mittleren Schwierigkeitsgrades mit dem Lösungsweg lineares Gleichungssystem	137
Abbildung 6.19	Kodieranweisung für die Punktevergabe der zusätzlichen Aufgabe des höchsten Schwierigkeitsgrades mit der Vergabe von einer Buchstabenvariablen	139
Abbildung 6.20	Kodieranweisung für die Punktevergabe der zusätzlichen Aufgabe des höchsten Schwierigkeitsgrades mit dem Lösungsweg lineares Gleichungssystem	140

Abbildung 6.21	Verantwortlichkeiten für die mündlichen Äusserungen (Brandt, B., 2004, S. 35)	154
Abbildung 6.22	Talk moves and functions, accountable talk (Michaels et al., 2002)	158
Abbildung 6.23	Beispiel einer Kodierung zu T-1225 – L – 3.2 ab Min.3:55	160
Abbildung 6.24	Übersicht über die Kriterien für die Fallanalysen	163
Abbildung 6.25	Anfang enthält Handlungsentwurf (Kurt & Herbrik, 2014, S. 483)	167
Abbildung 7.1	Die Teilnehmenden der Gruppe 1205 von links nach rechts: S1w, im blauen Pullover, S2w, mit hellem Hemd, Lehrerin, S3w, schwarzer Pullover, S4m, dunkle Jacke	223
Abbildung 7.2	Notizen der Lernenden in Minute 3:12	233
Abbildung 7.3	Notieren der Beingleichung von S4. (Anmerkung: Min. 09:54 bis 10:34: Lehrperson hilft S4, die Beingleichung aufzuschreiben. Das mittlere Bild zeigt, dass die anderen Lernenden auch auf das Blatt von S4 schauen. Alle sind auf seine Notizen fokussiert)	250
Abbildung 7.4	Lehrperson schreibt die von S4 diktierte Gleichung auf das Notizblatt von S2	261
Abbildung 7.5	Notizblatt von S4. Anhand der deutlich erkennbaren unterschiedlichen Schriftzüge kann man erkennen, welchen Teillösungsschritt die Lehrperson während ihrer Hilfestellung auf das Notizblatt des Schülers S4 geschrieben hat, nämlich die Zeilen 2, 3 und 4	265
Abbildung 7.6	Notizblatt der Transferaufgabe von Schülerin S1, abgetippt	271
Abbildung 7.7	Notizblatt der Transferaufgabe von Schülerin S3 (Nr. 120525), abgetippt	272
Abbildung 7.8	Die Teilnehmenden der Gruppe 1117: S1, w, weisses T-Shirt, S2, w, dunkle Kleidung, LP, m, S3, m, helles Hemd, S4, m, dunkler Pullover	285
Abbildung 7.9	Erste Reaktion der Lernenden 1117 auf die Aufgabe	288
Abbildung 7.10	Notizen der Lernenden von T-1117 bis Min. 4:32:27	290

Abbildung 7.11	Auszug aus dem Notizblatt von S4 in Minute 07:32	299
Abbildung 7.12	Aufgabenanalyse, Kodierschema, Teil „logische Lösung“ = WaHw, Kode 3.3	303
Abbildung 7.13	Aufgabenblatt der Schülerin S1 von 1117 (Nr.111718)	317
Abbildung 7.14	Aufgabenblatt der Schülerin S2 von 1117 (Nr.111707)	319
Abbildung 7.15	Aufgabenblatt des Schülers S3 von 1117 (Nr.111715)	320
Abbildung 7.16	Aufgabenblatt des Schülers von 1117 (Nr.111717)	321
Abbildung 7.17	Die Teilnehmenden der Gruppe 1225: S1, m, im karierten Hemd; S2, w; Lehrer; S3, m, dunkler Pullover; S4, w, schwarzer Pullover	331
Abbildung 7.18	Der Lehrer verteilt die unterschiedlichen Lösungsansätze auf die einzelnen Lernenden	339
Abbildung 7.19	Zeitstrahl der Gruppe 1225	341
Abbildung 7.20	Gruppe 1225, Min. 03:25. Die Lernenden sind schriftlich mit ihrem Lösungsweg beschäftigt. Der Lehrer beobachtet den Lösungsvorgang jedes einzelnen Lernenden aufmerksam	342
Abbildung 7.21	Notizen von S4, Lösungsweg x, und von S3, Lösungsweg xy	347
Abbildung 7.22	Notizblatt der Schülerin S4 in Minute 08:00	351
Abbildung 7.23	Notizblatt der Schülerin S4 in Minute 12:19	358
Abbildung 7.24	Notizblatt der Schülerin S4 in Minute 13:28	360
Abbildung 7.25	Vollständiges Notizblatt des Schülers S1 (122519)	364
Abbildung 7.26	Vollständiges Notizblatt der Schülerin S2 (122503)	365
Abbildung 7.27	Vollständiges Notizblatt des Schülers S3 (122517)	366
Abbildung 7.28	Vollständiges Notizblatt der Schülerin S4 (122504). Die Markierungen von Minuten geben an, wann im Lehr-Lerngespräch die Schülerin diesen Teil aufgeschrieben hat	367
Abbildung 7.29	Unterer Teil des Aufgabenblattes zur zusätzlichen Aufgabe der Schülerin S2	369

Abbildung 7.30	Aufgabenblatt von S4, zusätzliche Aufgabe. Die roten Zahlen bezeichnen die Punktevergabe für die Kodierung. Sie stammen folglich nicht von der Schülerin.	370
Abbildung 7.31	Aufgabenanalyse nach den Lösungsschritten	375
Abbildung 7.32	Die Teilnehmenden der Gruppe 2106 von links nach rechts S1w, S2m, S3w, S4m	381
Abbildung 7.33	Der Lehrer ruft auch Schüler und Schülerinnen auf, welche sich nicht melden (Min. 08:21)	388
Abbildung 7.34	Tafelanschrieb 2106 in Min. 08:52	389
Abbildung 7.35	Tutoringgruppe 2113. Teilnehmende vom Lehrer aus im Uhrzeigersinn nummeriert: S1w und S2m mit Gesicht zum Betrachter, S3m (schwarzes T-Shirt) und S4w (roter Pullover)	401
Abbildung 7.36	Erste Äusserung von S3, Minute 00:24	405
Abbildung 7.37	Gruppe 2113, Minute 00:28 und Minute 00:30	406
Abbildung 7.38	Notizblatt von S2 erstellt während der tutoriellen Situation (211309)	414
Abbildung 7.39	Tutoringgruppe Nr. 1107, Minute. 01:10, Personen von links nach rechts: S1m, S2m, S3w, S4w, T	418
Abbildung 7.40	Tutoringgruppe 2105, Minute 01:14, Personen von links nach rechts: S1, S2, T, S3, S4	435
Abbildung 7.41	Der Lehrer unterstützt die einzelnen Lernenden auch mit grafischen Erklärungen (T-2105, Min. 06:33)	443
Abbildung 7.42	T zeichnet für S2 eine Skizze für den Term der Hasen (35-x) (Min. 06:33): Notizblatt S2 (210516) ...	444
Abbildung 7.43	Notizblatt von S1, entstanden während der gesamten Tutoringsituation	452
Abbildung 7.44	Aufgabenblätter der zusätzlichen Textaufgabe von S1 und S3 der Gruppe 2105	455
Abbildung 7.45	Aufgabenblätter der zusätzlichen Textaufgabe von S2 und S4 der Gruppe 2105	456
Abbildung 7.46	Fachliche Quintessenz der Lehrperson 2105	460
Abbildung 7.47	Die Gruppe 1118, von links nach rechts: Lehrerin, S1, S2, S3, S4, Minute 02:20 (Klassenkamera)	464

Abbildung 7.48	Zeitstrahl Aufgabenlösung der Gruppe 1118: Der Lösungsweg mit zwei Variablen, ausgewählt von S3, wird zuerst zeitgleich mit dem Lösungsweg von S4 besprochen, danach machen sie alle gemeinsam den Weg mit den Variablen	464
Abbildung 7.49	Zeitstrahl Aufgabenlösung der Gruppe 1118 aufgeteilt nach den Lösungsansätzen	465
Abbildung 7.50	Aufgabenblätter der Lernenden von 1118 zur zusätzlichen Aufgabe	478
Abbildung 7.51	Notizblätter der Lernenden der Gruppe 1208 am Ende der Kopf-Beine-Aufgabe	491
Abbildung 7.52	Gruppe 2205, Min. 10:48	508
Abbildung 7.53	Gruppe 2103, Min. 04:08	510
Abbildung 7.54	Gruppe 2113, Min. 12:34	511
Abbildung 8.1	Die Lösungsschritte Situationsverständnis, Mathematisierung, Ausrechnen; Gruppen absteigend geordnet nach den erreichten Punkten bei der zusätzlichen Aufgabe	521

Tabellenverzeichnis

Tabelle 7.1	Dokumentierte Sichtung zu Problemlöseaspekten	173
Tabelle 7.2	Übersicht über die Lösungswege	178
Tabelle 7.3	Fachwörter in der mündlichen Erarbeitung	179
Tabelle 7.4	Dokumentierte Sichtung zur Interaktionsstruktur	184
Tabelle 7.5	Dokumentierte Sichtung: weitere Kriterien	193
Tabelle 7.6	Redemenge der Lehrperson in Prozenten	213
Tabelle 7.7	Peerinteraktionen der Lernenden	216
Tabelle 7.8	Tabelle mit den Codes der Lösungsschritte, Timecode, Sprecher, Äusserung, Verantwortlichkeit Sprecher und Verantwortlichkeit Nicht-Sprecher nach Krummheuer und Brandt, 2001	237
Tabelle 7.9	Minute 0 bis 5:25, Erarbeitung des Situationsmodells bis vor der Mathematisierung	238
Tabelle 7.10	Verantwortlichkeit für die zweite Gleichung (Beingleichung)	246
Tabelle 7.11	Minute 5:27 – 8:33, Erarbeitung der Mathematisierung	248
Tabelle 7.12	T-1205, Minuten 11:54 – 22:02, Lösen der Gleichungen	265
Tabelle 7.13	T-1205, Min. 22:13 – 22:47, Antwort auf die Fragestellung	268
Tabelle 7.14	Häufigkeitsauszählungen ganze Tutoringsituation 1205	283
Tabelle 7.15	Zeittabelle des Lösungsprozesses der Gruppe 2106	395

Tabelle 7.16	Zusammenstellung der Häufigkeitsauszählungen Turns und Wörter zum Fall 2113	402
Tabelle 7.17	Zusammenstellung der Häufigkeitsauszählungen Turns und Wörter zum Fall 1107	419
Tabelle 7.18	Gruppierung der Kleingruppenunterrichtsgespräche nach den häufigsten Interaktionsmuster	513
Tabelle 8.1	Vergleich der Lösungswege der tutoriellen Situation und der zusätzlichen Aufgabe	526





Einleitung

1

1.1 Hintergrund und Ausgangslage

Dieser Arbeit soll die Definition von Interaktion vorangestellt werden, welche Erving Goffman 1956 in seinem Werk, «The Presentation of Self in Everyday Life» als «wechselseitige Handlungsbeeinflussung, die Individuen aufeinander ausüben, während ihrer physischen Präsenz» formuliert hat¹:

For the purpose of this report, interaction (that is, face-to-face interaction) may be roughly defined as the reciprocal influence of individuals upon one another's actions when in one another's immediate physical presence. An interaction may be defined as all the interaction which occurs throughout any one occasion when a given set of individuals are in one another's continuous presence (Goffman, 1956, p.8)².

Nachfolgend wird auch die französische Übersetzung wiedergegeben, da mehrmaliges Lesen, besonders in verschiedenen Sprachen, ein tieferes Verständnis für den Sinn des Ausgedrückten ermöglicht.

¹ Französische Übersetzung des Titels: «La mise en scène de la vie quotidienne» (1973); deutsche Übersetzung des Titels: «Wir alle spielen Theater» (1976).

² https://monoskop.org/images/1/19/Goffman_Erving_The_Presentation_of_Self_in_Everyday_Life.pdf abgerufen am 8.12.2019; die deutsche Übersetzung findet sich unter http://irwish.de/PDF/_Soziologie/Goffman_Erving/Goffman_Erving-Wir_alle_spielen_Theater-Die_Selbstdarstellung_im_Alltag.pdf abgerufen am 8.12.2019. Dieselbe Stelle lautet auf Deutsch: «Für die Zwecke unserer Untersuchung kann»Interaktion« (das heißt: unmittelbare Interaktion) grob als der wechselseitige Einfluss von Individuen untereinander auf ihre Handlungen während ihrer unmittelbaren physischen Anwesenheit definiert werden. Eine Interaktion kann definiert werden als die *Summe* von Interaktionen, die auftreten, während eine gegebene Gruppe von Individuen ununterbrochen zusammen ist.»

Par interaction (c'est-à-dire l'interaction face à face), on entend à peu près l'influence réciproque que les partenaires exercent sur leurs actions respectives lorsqu'ils sont en présence physique immédiate les uns des autres; par une interaction, on entend l'ensemble de l'interaction qui se produit en une occasion quelconque quand les membres d'un ensemble donné se trouvent en présence continue les uns des autres (Goffman, 1973, p.23).

Interessant erscheint dabei die Übersetzung des englischen Wortes «individuals» in den französischen Begriff «partenaires»: Die französische Version drückt sprachlich deutlich stärker die Gemeinsamkeit der Interaktions- bzw. Kommunikationsgestaltung aus. Dies zeigt sich auch im zweiten Teil des Zitates: Der englische Text spricht wiederum von «individuals» («when a given set of individuals»), welche die französische Übersetzung als «membres», Mitglieder in einer Gruppe, bezeichnet. Die «wechselseitige Handlungsbeeinflussung» bezieht sich auch auf die von den Gesprächsteilnehmenden gewählten Ausdrücke. Die sprachliche Gestaltung der Kommunikation und der Einfluss der vorhergehenden Äusserungen auf die Formulierungen – und somit die Gedankenwelt – der darauffolgenden Äusserungen³ verlangen besondere Aufmerksamkeit. Die Interaktionen auf der sprachlichen Realisierungsebene werden das Hauptthema dieser Studie sein. Interaktionen können allerdings auch stattfinden, ohne dass gesprochen wird. So nennt wiederum Goffman als vehementes Beispiel für eine Interaktion ohne sprachliche Elemente den Boxkampf (Goffman, 1964; zitiert nach Hausendorf, 2012). Im Boxkampf wird interagiert, ohne dass gesprochen wird. Goffmans Erkenntnisse zur Interaktion (Goffman, 1975, 1981) hatten nicht nur grossen Einfluss auf die Sozialwissenschaften, und somit auf die Pädagogik, sondern auch auf die Linguistik und die Konversationsanalyse, welche in der vorliegenden Studie eine wesentliche Rolle spielen wird.

Besonders aufschlussreich sind Studien zur sprachlichen Gestaltung der Kommunikation zwischen hierarchisch nicht gleichgestellten Gesprächspartnern und -partnerinnen. Denn die Analyse der Kommunikation in alltäglichen und nicht alltäglichen Situationen wie die Gespräche von Interaktionspartnern, die gesellschaftlich oder rollenspezifisch hierarchisch einen unterschiedlichen Status haben – einer der Gesprächspartner ist übergeordnet, der oder die andere(n) untergeordnet – kann spannende Resultate hervorbringen. In meiner Lizentiatsarbeit (Tanner, 1994) habe ich mit Methoden der historischen Konversationsanalyse untersucht, ob Gespräche im 18. Jahrhundert grundsätzlich anders verliefen als

³ Hier schon ein Beispiel aus unserem Datensatz: In der Fallanalyse 1205 übernimmt die Lehrperson das Wort einer Lernenden («rauskriegen»), verwendet es dann aber mit leicht anderem Bedeutungsinhalt.

heutige Gespräche. Es wurde untersucht, wie sich die von der Gesellschaft vorgegebene stark hierarchische Struktur der Kommunikationsregeln auf die Adressierungsgewohnheiten, die Themeninitiierung und die Interaktionsgestaltung im Allgemeinen auswirkte. Es zeigte sich, dass trotz stark hierarchisch festgelegten Kommunikationsregeln es geschickten Gesprächsteilnehmenden dennoch gelingen konnte, genau das zu sagen, was er oder sie sagen wollte. Die Analyse eines Gespräches zwischen einem Diener und seinem Herrn im 18. Jahrhundert, welches im Roman 'Jacques le fataliste' von Denis Diderot, detailliert beschrieben wurde⁴, ergab, dass der hierarchisch untergeordnete Diener sehr wohl das Gespräch leiten konnte, indem er beispielsweise auf Themen, die der Herr ihm vorgab (was gesellschaftlich so sein musste), solchermassen ausführlich antwortete, dass letztlich der Diener das Thema bestimmte. Zugleich erlangte der Diener durch sein Vorgehen auch viel mehr Redemacht innerhalb des Gesprächs: Sein Rederaum (französisch: *espace discursif*) entspricht in etwa 60 % der Redezeit, während der gesellschaftlich höhergestellte Herr nur 40 % des Rederaums ausfüllen konnte. Die Macht innerhalb des Gesprächs konnte der Diener erringen, weil er sehr geschickt mit den Konversationsregeln umzugehen wusste.

In der vorliegenden Studie wurde eine anderweitig stark hierarchisch gegliederte Kommunikation untersucht: Lehr-Lerngespräche zwischen Lehrpersonen und Schülern und Schülerinnen sind stark hierarchisch strukturiert, denn Lehrpersonen haben von ihrer institutionellen Rolle her eine höhere Position in Bezug auf ihre Amtsmacht und sie sind gegenüber den Lernenden auch in Bezug auf das Wissen deutlich höhergestellt. Apel (2002) bezeichnet dies als Amtsautorität und als Sachautorität. Die Grundfrage dieser Studie lautet demzufolge: Wie können Gesprächsstrukturen in einem Lehr-Lerngespräch zwischen Lehrpersonen und Schülern und Schülerinnen so gestaltet werden, dass ein angestrebter Wissensaufbau mit hohem Positioning möglichst aller beteiligten Personen erfolgen kann. Es wird davon ausgegangen, dass ein Unterricht, der die Rolle der Lernenden anders definiert, nämlich mit möglichst wenig Hierarchie in der Interaktionsstruktur, besseres Lernen ermöglicht. Diese Ansicht findet sich in der wissenschaftlichen Literatur wieder (z. B. Greeno, 2006; Gruschka, 2010; Ruf & Gallin, 1999). Bei dieser Form von Unterricht werden die Schüler und Schülerinnen von den Lehrpersonen so behandelt, «als könnten sie bereits, was sie noch zu lernen haben» (Gruschka, 2010, S. 10). Greeno (2006) plädiert dafür, die Schüler und Schülerinnen als «authors of contributions» zu behandeln bzw. zu

⁴ Der ganze Roman «Jacques le fataliste» besteht aus den Gesprächen von Jacques und seinem Herrn während einer gemeinsamen Reise. Der Roman besteht zu grossen Teilen aus direkter Rede, so dass die Kommunikationsregeln von damals sehr gut nachvollzogen werden können.

positionieren, um Lernen, Verstehen und Transfer besser zu ermöglichen: «One part involves authoritative and accountable positioning in activities of learning and transfer, including being entitled to participate with conceptual agency, authority, accountability, and competence» (Greeno, 2006, p. 543). Greeno bezieht sich dabei auf Engle, der diese Forderung noch präziser formuliert:

[...] framing learners as authors who are engaged with a broad community of people actively involved in the intellectual conversation with them. Being framed as an author – rather than simply as a recipient of others' knowledge – creates social expectations that one will be able to comment intelligently on anything related to the content that one has authored, making one answerable for that content in the future (Engle, 2006, p. 457).

Wenn Lernende als Autoren und Autorinnen ihrer Äusserungen angesehen werden, dann kriert dies (soziale) Erwartungen dahingehend, dass Lernende ihre Äusserungen als eigene Meinungen kundtun und somit die Inhalte auf vernünftige Art und Weise begründen können: Sie werden als verantwortlich für ihre Äusserungen aufgefasst und sehen sich selbst auch so.

Eine genaue Beschreibung der Gesprächsstrukturen hat zum Ziel, Erkenntnisse dazu zu gewinnen, ob Sprechgewohnheiten, welche für möglichst alle am Lehr-Lerngespräch beteiligten Personen ein hohes Positioning erschaffen, auch gewinnbringend sind für den Wissenserwerb. Eine solche Konstellation, bei der möglichst alle am (Lehr-Lern-)Gespräch beteiligten Personen hoch positioniert sind, widerspricht zwar der Behauptung von Harré und Van Langenhove (1999), den Gründern der «Positioning Theory». Sie betonen nämlich, dass es zur Grundkonstellation von Positioning gehört, dass, wenn eine am Gespräch beteiligte Person hoch positioniert ist, die andere tief positioniert sein muss (Harré & Van Langenhove, 1999, p. 2). Dagegen ist die Hypothese der vorliegenden Arbeit, dass ein hohes Positioning möglichst aller am (Lehr-Lern-)Gespräch Beteiligten einen besseren Lernertrag in der Wissens(erzeugungs)kommunikation ergibt (Engle, 2006; Greeno, 2006; Gruschka, 2010). Lehr-Lerngespräche verfolgen das Ziel, dass am Ende des Gesprächs alle Interaktionsteilnehmenden für den besagten Inhalt die (Wissens-)Verantwortung übernehmen und ihr Wissen begründen können (Engle, 2006). Dies können sie dann, wenn sie es verstanden haben.

1.2 Was wissen wir über guten (Mathematik-)Unterricht?

Die aktuell vorliegenden Ergebnisse aus der internationalen Vergleichsstudie PISA 2018 bescheinigen dem Schweizer Bildungssystem in Bezug auf die Mathematikkompetenz ein gutes Resultat (Konsortium PISA.ch, 2019). Die PISA-Studien sind Leistungsstudien und berichten somit über Lernerfolge. Um jedoch herauszufinden, wie Lernende an das nötige Wissen herangeführt werden, gibt es seit längerer Zeit international vergleichende Videostudien, so z. B. die Drei-Länder-Studie TIMSS 1995 (Deutschland, Japan und USA) und die Sieben-Länder-Studie TIMSS 1999 (Australien, Hongkong, Japan, Niederlande, Tschechoslowakei, Schweiz, USA). Die Schweiz konnte an der Sieben-Länder-TIMSS 1999 teilnehmen und hat seither, anknüpfend an die Erkenntnisse zur Tiefenstruktur des Unterrichts und an die aus diesen Erkenntnissen hervorgehenden Fragestellungen, weitere Forschungsprogramme mit Videoaufnahmen durchführen können. Videostudien haben den Mehrwert, dass sie vertiefte Ergebnisse erbringen, weil sich mittels der Videoaufnahmen Prozessmerkmale des Unterrichts analysieren lassen. So kamen die bi-nationale (schweizerisch-deutsche) Videostudie «Unterrichtsqualität, Lernverhalten und mathematisches Verständnis» (Klieme, Pauli & Reusser, 2006) sowie die Nachfolgestudie «Didaktische Kommunikation und Bildungswirkungen im problemorientierten Mathematikunterricht» zum Schluss, dass «sowohl die fachdidaktische Qualität der Theoriephasen als auch die ko-konstruktive Qualität der Unterrichtskommunikation zur Pythagoras-Testleistung beigetragen haben» (Reusser & Pauli, 2013, S. 18). Für einen gelingenden Unterricht sind folglich sowohl die fachdidaktische Qualität als auch die Unterrichtskommunikation von grosser Bedeutung. Dies bestätigen auch Lipowsky und Beck (2019) und fordern neben der Beachtung der drei Basisdimensionen den Beizug einer 4. Säule, nämlich der fachdidaktischen Qualität, zur Beurteilung der Unterrichtsqualität. Es ist inzwischen hinlänglich anerkannt, dass die Tiefenstruktur des Unterrichts für einen erfolgreichen Unterricht zentral ist, wohingegen die Oberflächenstruktur, d. h. die Sozial- bzw. Inszenierungsformen der Lektionen, nur geringen Einfluss auf die Lernleistung der Schüler und Schülerinnen hat und von den Lehrkräften oft überschätzt wird (Köller, Möller & Möller, 2013, zitiert nach Lipowsky & Beck, 2019, S. 219). Aus den Forschungsergebnissen der letzten 15 Jahre haben sich drei Basisdimensionen der Tiefenstruktur herauskristallisiert: effektive Klassenführung, kognitive Aktivierung und konstruktive Lernunterstützung (Lipowsky & Beck, 2019; Praetorius, Klieme, Herbert & Pinger, 2018). Diese drei Basisdimensionen werden im Folgenden kurz erläutert.

Unter dem Überbegriff *effektive Klassenführung* versteht man Verhaltensweisen zur Gestaltung des Unterrichts, welche den Schülern und Schülerinnen eine effiziente Lernzeitnutzung gewährleisten sollen (Time on task). Solche Maßnahmen sind z. B. die Einführung und Durchsetzung klarer Verhaltensregeln, klar strukturierte Abläufe im Unterricht und störungspräventives Verhalten der Lehrperson. Ziel der strukturierten Klassenführung ist demnach nicht nur das Reagieren auf Unterrichtsstörungen, sondern vielmehr eine insgesamt störungspräventive Unterrichtsgestaltung (Low-Profile-Ansatz, vgl. Helmke, 2010), in der z. B. Übergänge zwischen Unterrichtsphasen durch Routinen so geregelt sind, dass möglichst viel Unterrichtszeit auf die Auseinandersetzung mit dem Lernstoff verwendet werden kann (Fauth et al. 2014; Helmke, 2010; Pauli & Schmid, 2019). Der Unterrichtsfluss soll dauernd gewährleistet sein, worauf Kounin bereits 1976 mit seinen Hinweisen (Techniken) auf eine effiziente Klassenführung hingewiesen hat. Diese sind Allgegenwärtigkeit und Überlappung, Reibungslosigkeit und Schwung, Gruppenaktivierung und -mobilisierung, Abwechslung und Herausforderung (auch) bei der Stillarbeit (vgl. Kounin, 1976; Helmke, 2010; Seidel, 2009, S. 138). Sie alle tragen dazu bei, dass der Unterrichtsprozess gut organisiert und ständig überwacht wird und die Lernenden herausfordernde, aber bewältigbare und abwechslungsreiche Aufgabenstellungen erhalten, also ständig kognitiv aktiviert sind.

Als zweite der drei Basisdimensionen gilt die *kognitive Aktivierung*. Der Unterrichtsaufbau und der Unterricht in seinem ganzen Prozess sollen versuchen, alle oder möglichst viele Lernende ins vertiefte Nachdenken über komplexe Problemstellungen heranzuführen. Die Lernenden sollen sich sodann so lange mit dem Lernstoff auseinandersetzen, bis die neuen Unterrichtsinhalte mit ihrem Vorwissen verknüpft und in ihre Wissensstrukturen eingegliedert worden sind: Es soll zu einem aktiven Nachkonstruieren kommen. Die Aufgaben und die Problemstellungen sollen für die Lernenden so faszinierend und lebensnah sein, dass sie interessiert und konzentriert daran bleiben. Die Schüler und Schülerinnen sollen zudem Verantwortung übernehmen für ihre Lösungen und für ihren Lernprozess und somit längerfristig zu produktiven Denkern werden (vgl. Wertheimer, 1964), welche sich nicht scheuen, hervorgebrachte Denkgewohnheiten zu hinterfragen. Diese Idee ist schon älter und wurde im Grunde genommen von Wagenschein 1966 auf ähnliche Weise formuliert: «[...] wir brauchen Menschen, denen vor neuen Aufgaben etwas Klärendes einfällt, und gerade auch vor Aufgaben, die sie selbst entdecken. Anspruchsvoller formuliert: Menschen, die gelernt haben, «produktiv» zu denken» (Wagenschein, 1966, S. 2). Dies ist letztlich das bezweckte Resultat des Bildungssystems für die Gesellschaft. Mit dem Begriff der kognitiven Aktivierung ist jedoch spezifischer der Unterrichtsablauf in jeder

Lektion gemeint. Die Schüler und Schülerinnen sollen im Unterrichtsgeschehen beständig intensiv über den Lerngegenstand nachdenken, so dass anspruchsvolle Lernprozesse stattfinden können. Dies kann mit Aufgabenstellungen, welche intellektuell herausfordernd sind und somit das Potenzial zur kognitiven Aktivierung enthalten, bewirkt werden. Es kommt jedoch nicht nur auf die Qualität der eingesetzten Aufgaben an, sondern auch auf die Art und Weise, wie diese im Unterricht eingesetzt werden (Fauth et al., 2014). Die Lehrperson sollte demnach z. B. durch Nachfragen, Erklären und Verknüpfen die kognitiven Prozesse der Schüler und Schülerinnen aufrechterhalten und stets auch darauf achten, dass auf die Lernziele fokussiert wird. Es kommt folglich darauf an, welche Lernangebote die Lehrperson in ihrem Unterricht bereithält *und* was sie in ihrem Lehrerhandeln tut, denn die meisten Lernenden brauchen eine Begleitung bei der Bearbeitung anspruchsvoller Aufgabenstellungen. Eine weitere Herausforderung für die Lehrperson besteht darin, möglichst *alle* Lernenden beteiligt zu halten. Die Aufgabenstellungen und Hilfsangebote sollen entsprechend für das Niveau unterschiedlicher Schüler und Schülerinnen angemessen sein und an deren Lernvoraussetzungen anknüpfen.

Damit Unterricht gelingt, müssen die Lernenden bei der eigenständigen Erarbeitung anspruchsvoller Fachaufgaben adaptiv begleitet werden (Fauth et al., 2014). Unter dem Begriff der *konstruktiven Lernunterstützung*, der dritten Basisdimension, wird dieser Bereich der Unterrichtsqualität thematisiert. Es geht um die Frage, wie Schülerinnen und Schüler im Lernprozess unterstützt werden können, wenn deren Lösungsversuche ins Stocken geraten. Neben der emotionalen und motivationalen Unterstützung im Sinne von wertschätzender Lehrpersonen-Lernenden-Beziehung sollen die Lernenden auch methodisch-didaktisch unterstützt werden (Sliwka, Klopsch & Dumont, 2019). Das bedeutet, dass Lehrkräfte sensibel auf individuelle Lernbedürfnisse und Verständnisprobleme eingehen und Lernbegleitung anbieten (Kunter & Voss, 2011). Dies bedingt, dass die Lehrpersonen die Schwierigkeiten bei den Lernenden wahrnehmen, indem sie die Lernprozesse der Schülerinnen und Schüler aufmerksam beobachten und bei Bedarf passende Unterstützung anbieten können. Eine positive Fehlerkultur ist dafür grundlegend (Sliwka, Klopsch & Dumont, 2019). Auf die konstruktive Unterstützung und das darin implizierte Scaffolding wird in Abschnitt 2.2 genauer eingegangen.

Lipowsky und Beck (2019) plädieren wie bereits Reusser und Pauli (2013) sodann dafür, zusätzlich zu den drei Basisdimensionen auch die fachdidaktische Qualität des Unterrichts einzubeziehen, um so die fachspezifischen Facetten stärker zu gewichten. Um einen guten Fachunterricht bieten zu können, muss z. B.

auf die Dichte und das Niveau der Fachsprache geachtet werden (Drollinger-Vetter, 2011; Lipowsky & Beck, 2019, S. 230). Die unterstützende Lehrperson soll wichtige inhaltliche Punkte hervorheben und mit Veranschaulichungen, Abbildungen und Beispielen anschaulich, verständlich, variantenreich und korrekt erklären (Lipowsky & Beck, 2019, S. 231). Um Unterrichtsqualität adäquat zu erfassen, müssen mit Blick auf die Tiefenstruktur auch Lernprozesse in ihrem Ablauf untersucht, der Fachinhalt einbezogen und die Anleitungen und adaptiven Hilfestellungen der Lehrpersonen fachdidaktisch analysiert werden. Eine Lehr-Lernprozessforschung im Sinne von videogestützter Interaktionsanalyse ist dazu das Mittel der Wahl.

1.3 Zielsetzung der Arbeit

Die vorliegende Arbeit knüpft an das «zweifache» Ergebnis der bi-nationalen Videostudie «Unterrichtsqualität, Lernverhalten und mathematisches Verständnis» (Klieme, Pauli & Reusser, 2006) an und untersucht an einem Teildatensatz der Studie sowohl den aufgabenbezogenen Problemlöseprozess als auch die Partizipationsstruktur der Unterrichtskommunikation vertiefend. Obwohl in der Unterrichtsqualitätsforschung Videostudien inzwischen weit verbreitet sind (Seidel & Shavelson, 2007), bestehen in der Untersuchung von Tiefenstrukturen des Wissenserwerbs, besonders im Rahmen von Prozessanalysen (vgl. Minnameier, Hermkes, Horz & Fabriz 2015; Pauli & Reusser 2006), immer noch zahlreiche Lücken.

Die vorliegende Studie nutzt den Datensatz der schweizerisch-deutschen Videostudie (Klieme, Pauli & Reusser, 2006). Dieser besteht aus Videoaufzeichnungen vom Klassenunterricht für zwei Unterrichtseinheiten, dem Pythagorasmodul (drei aufeinanderfolgende Lektionen zur Einführung des Satzes von Pythagoras) und dem Textaufgabenmodul (zwei Lektionen). Das Textaufgabenmodul umfasst zusätzlich die Videografierung zweier tutorieller Situationen, in denen die Lehrpersonen mit selbst ausgewählten Schülern und Schülerinnen arbeiteten. In der einen tutoriellen Situation behandelten die Lehrpersonen mit einem einzigen Lernenden (1:1-Situation) eine vom Forscherteam vorgegebene Textaufgabe, welche vom Niveau her für den Lernenden angemessen war. In der anderen tutoriellen Situation behandelten die Lehrpersonen mit vier ihrer Lernenden dieselbe Textaufgabe in einer Kleingruppensituation (1:4-Situation). An der in den Jahren 2002 und 2003 durchgeführten Studie nahmen je 20 Klassen aus Deutschland (Jahrgangsstufe 9) und der Schweiz (Jahrgangsstufe 8) auf

allen drei Niveaustufen⁵ teil (vgl. Hugener, Pauli & Reusser, 2006, S. 5–8). Der Datensatz umfasst zudem etliche Erhebungen zu Kontextvariablen wie Befragungen der Lehrpersonen und der Lernenden, Interviews mit den Lehrpersonen und Leistungstests der Lernenden. Die ausführliche Dokumentation der Erhebungs- und Auswertungsinstrumente kann nachgelesen werden bei Klieme, Pauli und Reusser (2006). In Abschnitt 6.1 wird genauer auf das Design und die Datenlage eingegangen.

Die vorliegende Arbeit analysiert die videografierten 1:4-Gruppensituationen und bezieht sich damit auf das Textaufgabenmodul der Studie. Beruhend auf einem sozio-konstruktivistischen Verständnis vom Wissensaufbau, werden die Lehr-Lerngespräche einerseits bezogen auf ihre aufgabenspezifisch-fachdidaktische und andererseits bezogen auf ihre ko-konstruktiv-interaktionsbezogene Qualität hin sequenzanalytisch untersucht. D. h. die Ko-Konstruktion wird in actu studiert und an sprachlichen Elementen festgemacht. Was den Lerngegenstand anlangt, lösten die je vier Schüler und Schülerinnen der Sekundarstufe I gemeinsam eine mathematische Textaufgabe – eine so genannte «Kopf-Beine-Aufgabe». Ausgehend von der theoretischen Sichtweise, dass produktive Lehr-Lerngespräche ein hohes *Positioning* aller Beteiligten wünschbar machen, besteht ein weiteres Ziel dieser Arbeit darin, Gestaltungsmerkmale von hohem Positioning der Lernenden herauszukristallisieren.

1.4 Aufbau der Arbeit

Im Theorieteil werden die begrifflichen Grundlagen der Analysen dargelegt. Der Aufbau des Theorieteils gliedert sich folgendermassen: Es wird zuerst erklärt, was mit Aufbau von Wissens- und Denkstrukturen gemeint ist. Darunter fällt auch die Definition von Problemen und von problemlösendem Unterricht. Dann wird auf die unterstützende Rolle der Lehrperson im weiteren und im engeren Sinne eingegangen. Das letzte Kapitel des Theorieteils behandelt einige Theorien und Begriffe aus der Linguistik, auf welche diese Studie für die Auswertungsverfahren Bezug nimmt. Nach dem Beschrieb der Fragestellungen, werden im Methodenteil die Analyse-Instrumente dargelegt und erläutert. Der Methodenteil orientiert sich am Grundsatz, dass – nicht nur bei videobasierter Forschung – «entscheidend [nicht ist], ob gezählt oder phänomenologisch rekonstruiert wird, sondern ob die Forschungsergebnisse intersubjektiv nachvollziehbar sind und die erzielten Ergebnisse im Lichte von Forschungszielen den Potenzialen von in Umfang

⁵ In Deutschland: Gymnasium, Gesamtschulen und Hauptschulen, in der Schweiz Gymnasium und Sekundarschulen A und B.

und Qualität sich unterscheidenden Datensätzen gerecht werden» (Reusser & Pauli, 2013, S. 19). Aus diesem Grund wird ausführlich auf die einzelnen Analysestränge eingegangen. Die Kodierregeln werden ausführlich beschrieben und begründet, auch wenn im Ergebnisteil nicht alle Erkenntnisse der daraus gewonnenen Resultate berichtet werden können. Schliesslich wird auf das Vorgehen bei den Fallanalysen eingegangen. Nach der Darstellung der Auswertungsstrategien werden die Ergebnisse dargestellt. Diese bestehen neben deskriptiven und quantitativen Beschreibungen und Häufigkeitsauszählungen aus sequenziellen Mikroanalysen. Den Hauptteil der empirischen Analysen der Studie bilden drei ausführliche Fallanalysen und sechs ergänzende Portraits, bei deren narrativer Beschreibung die Ergebnisse aller Analysestränge einfließen. Am Schluss folgt die Diskussion.

Open Access Dieses Kapitel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Kapitel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.





Bildung und Lernen als Aufbau von Wissens- und Denkstrukturen

2

Lernen wird aus kognitiver und sozial-konstruktivistischer Sicht als individueller Aufbau von Wissens- und Denkstrukturen verstanden (Aebli, 1981; Steiner, 2006). Die Erkenntnis und das Wissen beruhen nicht auf der «Abbildung» einer «gegebenen» Welt, sondern auf der verknüpfenden und deutenden geistigen Aktivität einzelner Menschen (Reusser, 2006, S. 152). Lernen wird somit als innere Konstruktion aufgefasst. Lernen bedeutet Selbstanstrengung und Eigenkonstruktion und verläuft inhaltspezifisch (Reusser, 2006). Weinert bezeichnet Lernen als «inhaltspezifischen Erwerb und die sinnhafte mentale Repräsentation der Fakten, Konzepte, Relationen und Regeln bestimmter Realitätsausschnitte» (Weinert, 1994, S. 196). In diesen Definitionen von Lernen sind sowohl kognitive Elemente als auch konstruktivistische Elemente klar erkennbar: Eine mentale Repräsentation muss vom Individuum eigenständig aufgebaut werden. Die Wirklichkeit ist nicht an sich erfassbar, die Wirklichkeit muss konstruiert beziehungsweise erfunden (Watzlawick, 1981) werden. Beim Lernen geht es jedoch nicht nur um den Aufbau von inhaltspezifischem Wissen, sondern auch um den Erwerb von überfachlichen Fähigkeiten und Denkstrukturen. Wenn Lernen von Kulturinhalten (Wissen) sich mit personalen Fähigkeiten (Denkstrukturen) verbindet (Reusser, 2019), spricht man von (Allgemein)Bildung oder Literacy: Es geht nicht nur um den Aufbau des Wissens, sondern auch um Denkstrukturen und deren Erwerb. In Bezug zu kleineren Lerneinheiten wie Unterrichtsstunden spricht man selten von Bildung, sondern man bevorzugt den Begriff Lernen. Doch auch dieses Lernen, das sich im Idealfall ereignet, beinhaltet nicht nur einen Wissenszuwachs der einzelnen Schüler und Schülerinnen, sondern auch eine Erweiterung ihrer Denkstrukturen.

In den nachfolgenden Abschnitten wird die konstruktivistische Auffassung des Lernens weiter verdeutlicht und auf das schulische Lernen und den Unterricht

bezogen. Dabei orientiere ich mich exemplarisch an der kognitionspsychologischen Didaktik von Hans Aebli (Aebli, 1983; Baer et al., 2006). Die Theorie des *Sozialkonstruktivismus* betont die Bedeutung des sozialen Austausches für den Erkenntnisgewinn. Deshalb wird in Abschnitt 2.1.3 zudem auf die Konzeption von Entwicklung von Lev Vygotsky eingegangen.

2.1 Konstruktivismus und Sozial-Konstruktivismus

Der so genannte Konstruktivismus, bei dem es sich um keine einheitliche Theorie handelt, sondern für den es mehrere Spielarten und Deutungen gibt, bezeichnet eine Erkenntnistheorie, bei der es um die Frage geht, wie Wahrnehmung und Erkenntnis zustande kommen (Becker, 2012). Es handelt sich somit weniger um die Frage, wie konkrete Inhalte am besten gelernt werden können, sondern um die Erzeugung und den Aufbau von Wissen im Allgemeinen. Unser Bild der Wirklichkeit hängt «nicht mehr nur davon ab, was ausserhalb von uns der Fall ist, sondern unvermeidlich auch davon, wie wir dieses Was erfassen» (Watzlawick, 1985/1999, S. 9). Ein wichtiger geistiger Vater des Konstruktivismus ist Immanuel Kant, der gesagt hat, «dass die Ordnung der Wirklichkeit sich nicht «draussen» finden lässt, sondern durch unseren Erkenntnisapparat aufgebaut, «konstruiert» wird» (Störig, 2002, S. 787). Der Entwicklungs- und Erkenntnispsychologe Jean Piaget (1896–1980) hat Kants Erbe aufgegriffen und ab dem frühen zwanzigsten Jahrhundert auf die moderne Entwicklungspsychologie übertragen. Vermittelt durch Piaget (u. a.) ist das konstruktivistische Denken sodann auch in die Erziehungswissenschaft eingedrungen und ist vor allem seit Mitte der 1980-er Jahre stark rezipiert und auf das Lernen und den Unterricht angewendet worden (vgl. u. a. Dubs, 1995; Reusser, 2006; Terhart, 1999), denn jede Unterrichtslehre stützt sich auf eine implizite oder explizite Vorstellung davon, wie Schülerinnen und Schüler lernen (Messner, 2006, S. 127). Einer der ersten, der im Anschluss an Piaget die Grundlagen des Konstruktivismus auf den Unterricht übertragen hat, war der Piaget-Schüler, Kognitionspsychologe und Didaktiker Hans Aebli. Aebli geht von der Assimilationstheorie von Piaget aus, die besagt, dass kognitive Strukturen konstruiert werden müssen durch aktive Verknüpfung von Vorwissen mit neuen Begriffen oder Operationen (Pauli, 2006). Aebli's problemlösende Unterrichtskonzeption kann demzufolge als *kognitiv-konstruktivistisch* bezeichnet werden (Pauli, 2006). Auf diese wird exemplarisch in Abschnitt 2.1.1 eingegangen.

Der Umwelt und damit auch den anderen Menschen und der zwischen ihnen stattfindenden sozialen Interaktionen¹ wird in der *sozial-konstruktivistischen Lerntheorie* eine entscheidende Rolle für die Entwicklung zugesprochen. Lernen, und damit Entwicklung, findet im Austausch statt, denn der individuelle Wissensaufbau wird durch «kognitive Konflikte» ausgelöst. Diese können durch Aufzeigen von Problemstellungen (vgl. 2.1.2) hervorgerufen oder durch inhaltliche Meinungsverschiedenheiten bei der Zusammenarbeit, die so genannten soziokognitiven Konflikte (Doise & Mugny, 1984; Perret-Clermont & Breux, 2013) erzeugt werden. Ein wichtiger Beitrag des *Sozialkonstruktivismus* für Unterrichtsprozesse besteht darin, dass seit den 1980-er Jahren vermehrt auf Klassengespräche (Cazden, 1986; Rex et al., 2006) und die aktive Partizipation der Lernenden daran (z. B. Brandt, 2011; Clarke et al., 2016; Greeno, 2006; Webb et al., 2014) geachtet wird. Es entwickelte sich eine Unterrichtsgesprächsforschung (Pauli, 2006), welche die Rolle der sozialen Interaktion beim Wissensaufbau erkannt und empirisch in vielen Facetten erforscht hat. Es geht dabei v. a. um einen angeleiteten Wissensaufbau (z. B. Mercer, 1995; Sommer, Michaels, O'Connor & Resnick, 2009) und um die Entwicklung einer Diskurskultur (O'Connor & Michaels, 1993, Pauli, 2006) (vgl. Kapitel 3).

2.1.1 Aebli's Konzept der unterstützten Wissenskonstruktion im Unterricht

Aebli bezieht sich in seiner Didaktik auf die konstruktivistische Erkenntnistheorie von Piaget. Wissen erwerben heisst Elemente in Beziehung setzen, konstruieren (Aebli, 1981/1994, S. 386). Den Aufbau von Wissens- und Denkstrukturen beschreibt Aebli als mehrstufigen, kumulativen Konstruktionsprozess. Im Unterschied zu Piaget (und zur Deutung des so genannten «radikalen Konstruktivismus») versteht Aebli den Wissensaufbau des Menschen jedoch nicht als Prozess, der allein selbstreguliert verläuft, sondern als einen Vorgang, welcher der Anleitung – insbesondere durch die Eltern und in der Schule durch die Lehrpersonen – bedarf. Kinder sind nicht in der Lage, anspruchsvolle Problemlösungen und Verstehensleistungen in der Schule völlig selbstständig und ohne Unterstützung zu vollziehen.

¹ Ein ähnliches Konzept vertritt auch Mead, welcher unabhängig von Vygotsky die Bedeutung der anderen und des gesellschaftlichen Handelns für die Ausbildung der Identität als zentral ansah (Wertsch, 1996, S. 84).

Aufbauprozesse geschehen nicht einfach. Sie bedürfen der Auslösung und Steuerung durch Menschen, welche das Endprodukt kennen und zu ihm hinzuführen wissen (Aebli, 1969, S. 76/77).

Er sieht den individuellen Aufbau der Welterkenntnis zwar als Grundlage an, berücksichtigt jedoch, dass dieser individuelle Aufbau grundsätzlich angeleitet werden muss. Sein entwicklungs- und lernbezogenes Menschenbild schildert er in folgenden Worten:

In der individuellen Realisierung seines kulturellen und sozialen Wesens ist der Mensch das «Werk seiner selbst». Alles, was er weiss und kann, hat er konstruiert, zu einem kleinen Teil selbständig, auf weite Strecken aber angeleitet und gestützt von seiner Umwelt. Ob aber die Konstruktion spontan und selbständig oder unter Anleitung geschieht: Die entscheidenden Leistungen muss der Mensch selbst erbringen (Aebli, 1981/1994, S. 386).

Das Lernen, die Bildung, die Welterkenntnis und das Wesen des Menschen sind eingebettet in eine räumliche und geistige Umwelt und in eine soziale Gemeinschaft. Der Mensch muss zwar selbst die entscheidenden Leistungen erbringen, sehr oft aber kann er dafür auf vorbereiteten Wegen gehen. Intersubjektives Verstehen und – auf die Unterrichtsebene bezogen – das Anleiten des Wissensaufbaus sind aufgrund sozial bedingter geteilter Deutungsmuster möglich. Das lernende Kind ist, in einem Bild von Aebli, von einem Bergführer begleitet:

Zwar muss das Kind jeden Entwicklungs- und Lernschritt selbst realisieren, so wie der Bergsteiger jeden Schritt selber tun muss und jeden Griff selber ausführen muss. Aber es ist grossenteils in der Lage des Bergsteigers, der einem Führer nachsteigt: Dieser bestimmt den Weg, und dann ist noch der Berg, den der Alpinist auch nicht selber gemacht hat. Wir können nicht anders, als dessen Wegen, Bändern und Graten zu folgen. Mit etwas Distanz gesehen, erweisen sich die Freiheiten der persönlichen Entwicklung als beschränkt (Aebli, 1981/1994, S. 395).

Der individuelle Aufbau- und Konstruktionsprozess von Wissens- und Denkstrukturen des in eine Gesellschaft hineingeborenen Kindes ist somit ein «Nachkonstruieren dessen, was als akkumulierte Erfahrung bereits vorhanden ist» (Terhart, 1999, S. 641). Reusser bezeichnet (2012, 2019) die Schüler und Schülerinnen denn auch als Kulturlehrlinge. Sie werden eingeführt in die bestehende Kultur, in welche sie hineingeboren sind. Der einzelne Mensch muss nicht alles selbst erfinden, aber er muss alles nachkonstruieren in seinem Geiste. Das Kind verfügt jedoch noch nicht über das Wissen, um die Problemlösungen erfolgreich

zu bewältigen; es ist die Lehrperson, welche stellvertretend für das Kind die zielführenden Fragestellungen stellt (Pauli, 2006).

Aus Sicht von Aebli müssen der Unterricht und das didaktische Handeln von Lehrpersonen von den Lernprozessen der Lernenden her gedacht werden und auf vollständige Lernprozesse abzielen (Aebli, 1983/1998; Reusser, 2014, 2019). Lernprozesse sind kognitive Aufbauprozesse, d. h., der Erwerb von neuem Wissen baut auf bereits vorhandenen kognitiven Strukturen auf. Der Aufbauprozess muss folglich vom Vorwissen ausgehen, denn alles «muss aus den Elementen aufgebaut werden, die im Repertoire vorhanden sind» (Aebli, 1981/1994, S. 387). Auf den Unterricht bezogen bedeutet dies, dass die Artikulation des Unterrichts vier funktionale Schritte enthalten soll, nämlich das problemlösende Aufbauen einer Struktur, das Durcharbeiten derselben, das Üben und Wiederholen (Konsolidierung) und das Anwenden in neuen Problemsituationen (Aebli, 1983/1998, S. 24). Diese vier grundlegenden mit dem Akronym PADUA benannten Lernschritte sollen bei jedem inhaltlichen Strukturaufbau berücksichtigt werden. Aebli geht über die Erkenntnisse von Piaget hinaus, da er vermehrt die Bedeutung der Eltern und Lehrpersonen in der Entwicklung und im Aufbauprozess des Kindes hervorhebt. Erziehungspersonen verfügen über Techniken, die im Kind Lernprozesse auslösen, die sich aufgrund der spontanen Aktivitäten des Kindes nie so ereignen würden (Aebli, 1983/1998, S. 391). Die Erziehungspersonen machen bewusst auf Problemstellungen aufmerksam. Damit die Lernenden die wesentlichen Elemente der Problemlage überhaupt erfassen können, müssen sie auf relevante Gesichtspunkte hingewiesen werden (Pauli, 2006, S. 196).

Grundlegend für Aebli ist, dass kognitive Aufbauprozesse im Unterricht dann produktiv sind, wenn sie problemlösend erfolgen und wenn sie von Lehrpersonen auf intelligente Weise fachlich und interaktionsbezogen angeleitet und unterstützt werden (vgl. Pauli 2006). Wissen soll dem Schüler oder der Schülerin nicht als „fertiges Produkt“ dargeboten werden. Ähnlich wie Dewey und Claparède hält Aebli eine Unterrichtsstunde dann für gelungen, wenn sie eine Antwort auf eine Frage, eine Problemstellung darstellt: «Une leçon doit être une réponse» (Claparède, zitiert nach Aebli, 1983/1998, S. 279). Denn «ein Schüler mit einem Problem ist ein Schüler, der eine Antwort sucht. Er will etwas tun, um die Antwort zu finden. Wenn wir sie ihm geben, wird er sie breitwillig aufnehmen» (Aebli, 1983/1998, S. 279). Der beste Unterricht beginnt also damit, von einem Problem auszugehen. Doch was genau ist ein Problem?

2.1.2 Problemlösender Unterricht

Nach Aebli ist ein Problem ein «Handlungs- oder Operationsplan [...], [der] bezüglich der Handlungs- oder Operations- oder Verstehensabsicht des Problemlösers eine unbefriedigende Struktur hat» (Aebli, 1981/1994, S. 17). Ein Problem ruft ein generelles kognitives Unbehagen hervor (Aebli, 1981/1994, S. 17). Dieses Unbehagen soll durch die Problemlösung beseitigt werden, d. h., es geht folglich vielmehr darum, die Wissensstruktur wieder ins Lot zu bringen, durch Akkommodation ein kognitives Äquilibrium herzustellen (in den Worten von Piaget), als darum, ein Ergebnis (z. B. einer Textaufgabe) zu erhalten. Die lerntheoretische Folge davon ist, dass das Problem und der Lösungsweg verstanden werden müssen, damit es zu einem befriedigenden Ergebnis kommt. Aebli unterscheidet die Begriffe *Schwierigkeit* und *Problem* voneinander. Eine Schwierigkeit (Aebli, 1981/1994, S. 18) ist noch kein Problem, sondern sie wird erst dann zum Problem, wenn bewusst eine Lücke bis zum Ziel wahrgenommen wird².

Ein berühmtes Beispiel dafür, wie eine Lehrperson die Lösung einer Aufgabe vorgibt, ohne darauf zu achten, ob die Schüler und Schülerinnen die Problemstellung wirklich erkannt haben, schildert Wertheimer (1964). Zu Anfang seines Werkes über produktives Denken erzählt er von einer Schulstunde, in welcher der Lehrer den Schülern und Schülerinnen beibringen will, wie man die Fläche eines Parallelogramms berechnet, nachdem sie bereits wissen, wie man die Fläche eines Rechtecks berechnet. Der Lehrer beschreibt seinen Schülern und Schülerinnen sehr genau, wie dabei vorzugehen ist: Man muss eine Senkrechte von der oberen linken Ecke und eine andere Senkrechte von der oberen rechten Ecke fällen und die Grundlinie danach nach rechts verlängern. So ist ein Rechteck von derselben Grösse wie das Parallelogramm entstanden. (Paraphrase der Lehreräusserung gemäss Wertheimer, 1964, S. 17). Obwohl die Schüler und Schülerinnen nach dieser Erklärung viele Aufgaben aus dem Mathematikbuch richtig lösen konnten, vermutet Wertheimer (wie sich dann zeigt: zu Recht), dass die Kinder den Lösungsvorgang noch nicht verstanden, sondern nur das Vorgehen auswendig gelernt haben. Wie man zur Lösung gelangt, können sie nur nachmachen, aber nicht wirklich nachvollziehen. Sie haben es noch nicht nachkonstruiert. Für

² Aebli erläutert den Unterschied zwischen Schwierigkeit und Problem, indem er auf die Katze von Thorndike verweist, welche aus dem Käfig entkommen will, was ihr einige Schwierigkeiten bereitet, während der Schimpanse von Köhler den Anschein macht, als ob er nachdenkt, als ob er versucht, sein Problem zu lösen, als ob er bewusst einen längeren Stock sucht, um an die Banane zu kommen: Er weiss bewusst, dass ihm etwas fehlt, um ans Ziel zu gelangen (Aebli, 1981/1994 S. 18), er hat ein Problem. Die Katze hingegen muss nur eine Schwierigkeit überwinden ohne Problembewusstsein.

diese Kinder war das Berechnen der Fläche des Parallelogramms noch nicht zum Problem geworden, sie haben noch keine gedankliche Lücke in ihrer Struktur zur Flächenberechnung erkannt, sie haben folglich die Problemstellung nicht durcharbeiten müssen, um ihre Struktur der Flächenberechnung zu akkommodieren. Der Lehrer hat ihnen einfach einen Lösungsweg vorgegeben, ohne auf das Verstehen der Kinder zu achten. Wertheimer bemerkt, dass diese Kinder beim Auswendiglernen nicht (nach)gedacht haben und dass sie noch nicht begriffen haben, worauf es ankommt. Es ist «nicht viel mehr als blindes Wiederholen» (Wertheimer, 1964, S. 18) statt Nachkonstruieren. Damit die Schüler und Schülerinnen nicht in blindes Auswendiglernen eines unverstandenen Lösungsweges verfallen, sollen sie angeregt werden, sich vertieft mit den Inhalten des Unterrichts zu beschäftigen und dessen innere Struktur nachzuvollziehen (subjektiv nachzukonstruieren). Guter Unterricht soll sie dazu anregen und befähigen, die einem Gegenstand inwohnende Struktur (als Gefüge von Elementen und Beziehungen) zu erkennen, d. h., diese zu verstehen. Eine aktive mentale Auseinandersetzung mit einem Lerngegenstand wird u. a. dann ausgelöst, wenn die Schüler und Schülerinnen den Gegenstand als Problem erkennen. Die Erfahrung eines Problems als einer Struktur mit Lücke, Widerspruch oder Komplikation (Aebli, 1981/1994) löst bei ihnen einen kognitiven Konflikt aus, was eine innere Bedingung zur Lösung bzw. zur Motivation schafft.

In Bezug auf die drei Basisdimensionen der Unterrichtsqualitätsforschung verweist dies auf den Begriff der *Kognitiven Aktivierung* bzw. des kognitiv aktivierenden Unterrichts. Zu dessen Bedingungen gehört, dass Aufgabenstellungen ein kognitiv aktivierendes Potenzial aufweisen und dass sie anschlussfähig sind an das Vorwissen der Lernenden (Fauth & Leuders, 2018). Die Aufgabe der Lehrperson besteht darin, auszulösen, dass sich die Lernenden fokussiert auf den Lerngegenstand richten, sich nicht von Nebensächlichkeiten ablenken lassen, so dass anspruchsvolle kognitive Prozesse aufrecht erhalten bleiben (Fauth & Leuders, 2018) und vollständige Lernprozesse durchlaufen werden (Aebli, 1983/1998). Das PADUA-Modell von Aebli lässt sich dabei in die beiden Rollen von Lernenden und Lehrperson differenzieren. Lernerseits lässt sich die Artikulation vollständiger Lernprozesse mit dem Akronym KAFKA (Kontakt herstellen, aufbauen, flexibilisieren, konsolidieren und anwenden) bezeichnen: Die Schüler und Schülerinnen sollen im Unterricht sich auf eine Aufgabe einlassen, Strukturen bilden, diese vertiefen und ins Vorwissen integrieren, einüben und einprägen und schliesslich das Wissen nutzen können (Reusser, 2014). Lehrerseits bzw. mit Bezug auf die Aufgabe(n) der Lehrperson verwendet Reusser (2014) das Akronym SAMBA (Situieren, anstossen, modellieren, begleiten, auswerten):

Das heisst, die Lehrperson schafft eine Lernumgebung, weckt Aufmerksamkeit, initiiert Strukturbildung, bietet adaptive Hilfe und hält eine Arbeitsrückschau.

Bevor im nächsten Kapitel aus einer sozial-konstruktivistischen Perspektive (als eines der Grundlagenwerke vgl. Lev Vygotski 2.1.3) und auf die Rolle der Lehrperson (Kapitel 3) vertiefter eingegangen wird, soll nochmals auf das Anfangszitat zurückverwiesen werden: Der Mensch – und Aebli meint hier «der Schüler/die Schülerin» braucht zum Menschwerden einen Bergführer (Aebli, 1981/1994, S. 395), aber er braucht keinen Träger, der ihm das Denken abnimmt (wie die von Wertheimer beschriebene Lehrperson es tat), denn er muss «so wie der Bergsteiger jeden Schritt selber tun [...] und jeden Griff selber ausführen» (Aebli, 1981/1994, S. 395). Der Bergführer zeigt nur den Weg und räumt Hindernisse weg.

2.1.3 Vygotsky und seine Sicht auf Entwicklung: Internalisierung und Zone der nächsten Entwicklung

Die Rezeption der Schriften des russischen Psychologen Lev Vygotsky – und somit v. a. des Konzeptes der Internalisierung und der Zone der nächsten Entwicklung (Vygotsky, 1978) – hat seit den 1980-er Jahren vermehrt den Blick auf die Unterstützung des Lernens und der Entwicklung gelenkt. Vygotsky betonte, dass der Lernprozess als sozialer Vorgang gesehen werden muss, und dass die Entwicklung des Menschen nur dann stattfindet, wenn dieser mit anderen Menschen interagiert. Lernen und Entwicklung finden dann statt, wenn interpersonale Handlungen internalisiert werden, wenn Tätigkeiten, die zunächst auf einer äusseren Ebene mit anderen Menschen stattfinden, auf die innere Ebene verlagert werden (Vygotsky, 1978; Wertsch, 1996, S. 87). Diesen Prozess nennt Vygotsky Internalisierung bzw. Internalisation:

An interpersonal process is transformed into an intrapersonal one. Every function in the child's cultural development appears twice: first, on the social level, and later, on the individual level; first, between people (interpsychological), and then inside the child (intrapyschological). This applies equally to voluntary attention, to logical memory, and to the formation of concepts. All the higher functions originate as actual relations between human individuals (Vygotsky, 1978, S. 7).

Vygotsky geht davon aus, dass (höhere) psychische Prozesse ihren Ursprung in interpsychischen Handlungen haben, dass also die zwischenmenschlichen Prozesse die Vorläufer der höheren psychischen Prozesse sind (Wertsch, 1996). Die

inneren psychischen Prozesse werden durch die Interaktion mit anderen im Individuum geschaffen bzw. erzeugt und zwar dadurch, dass das Kind teilhaben kann an den «reifen kulturellen Formen des Verhaltens» (Vygotsky, zitiert nach Wertsch, 1996, S. 89). Am Beispiel des Entdeckens der Zeigegeste durch das Kleinkind kann dies verdeutlicht werden.

We call the internal reconstruction of an external operation internalization. A good example of this process may be found in the development of pointing. Initially, this gesture is nothing more than an unsuccessful attempt to grasp something, a movement aimed at a certain object which designates forthcoming activity. The child attempts to grasp an object placed beyond his reach; his hands, stretched toward that object, remain poised in the air. His fingers make grasping movements. At this initial stage pointing is represented by the child's movement, which seems to be pointing to an object – that and nothing more. When the mother comes to the child's aid and realizes his movement indicates something, the situation changes fundamentally. Pointing becomes a gesture for others. The child's unsuccessful attempt engenders a reaction not from the object he seeks but from another person. Consequently, the primary meaning of that unsuccessful grasping movement is established by others. Only later, when the child can link his unsuccessful grasping movement to the objective situation as a whole, does he begin to understand this movement as pointing. At this juncture there occurs a change in that movement's function: from an object-oriented movement it becomes a movement aimed at another person, a means of establishing relations. The grasping movement changes to the act of pointing. As a result of this change, the movement itself is then physically simplified, and what results is the form of pointing that we may call a true gesture. It becomes a true gesture only after it objectively manifests all the functions of pointing for others and is understood by others as such a gesture. Its meaning and functions are created at first by an objective situation and then by people who surround the child (Vygotsky, 1978, S. 6).

Für das Kind ist das Bewegen seines Armes zuerst nur ein Versuch, das begehrte Objekt zu erfassen. Sein Arm ist ein Instrument (tool), welches es einsetzt. Aber dadurch, dass die Bezugsperson auf diese Bewegung wie auf ein Zeichen oder auf eine Geste reagiert, wird die Bewegung nach und nach auch für das Kind zur Geste. Mit der Zeit versteht das Kind diesen Zusammenhang, es verbindet die Reaktion des Erwachsenen mit seinem Verhalten: Die Bewegung als Werkzeug, welches ein Objekt ergreifen will, wird zu einem Zeichen und somit zu einem Kommunikationsmittel für einen anderen Menschen. Daraus schliesst Vygotsky, dass der zugrundeliegende Mechanismus der höheren psychischen Funktionen eine Art Kopie des Sozialen ist. «Alle höheren psychischen Funktionen sind interiorisierte soziale Beziehungen» (Vygotsky, zitiert nach Wertsch, 1996, S. 91).

Auch bei der Definition seines zweiten zentralen Begriffes, der Zone der nächsten Entwicklung, betont Vygotsky die Bedeutung der anderen Menschen,

der Kultur und der Gesellschaft. Vygotsky unterscheidet zwei Entwicklungsstufen: Die eine Entwicklungsstufe ist das, was das Kind schon selbstständig kann, also die aktuelle Entwicklungsstufe, die andere Stufe bezeichnet die nächste Entwicklungsmöglichkeit. Das ist diejenige Stufe, welche das Kind unter Anleitung oder mit Hilfe eines Erwachsenen oder eines erfahrenen Gleichaltrigen erreichen kann. Die Zone der nächsten Entwicklung ist folglich derjenige Entwicklungsschritt, welcher der Lernende demnächst vollziehen wird:

[...] what we call the zone of proximal development. It is the distance between the actual developmental level as determined by independent problem solving and the level of potential development as determined through problem solving under adult guidance or in collaboration with more capable peers (Vygotsky, 1978, S. 9).

Vygotsky führte, laut Wertsch (1996, S. 93), den Begriff der Zone der nächsten Entwicklung ein, als er sich mit zwei praktischen Problemen der pädagogischen Psychologie beschäftigte, nämlich einerseits mit der Bewertung intellektueller Fähigkeiten von Kindern und andererseits mit der Evaluation von Unterrichtspraktiken. Es geht ihm also auch um den Förderaspekt. Die Entwicklung muss laut Vygotsky von den Knospen her gedacht werden, die zum Blühen gebracht werden durch die Hilfe der Artgenossen.

The zone of proximal development defines those functions that have not yet matured but are in the process of maturation, functions that will mature tomorrow but are currently in an embryonic state. These functions could be termed the buds or flowers of development rather than the “fruits” of development. The actual developmental level characterizes mental development retrospectively, while the zone of proximal development characterizes mental development prospectively (Vygotsky, 1978, S. 9).

Unterricht und Entwicklung stehen in einer Wechselbeziehung. Die Zone der nächstmöglichen Entwicklung wird sowohl durch das Niveau der Entwicklung des Kindes als auch durch die Form des jeweiligen Unterrichts bestimmt (Vygotsky, zitiert nach Wertsch, 1996, S. 97). Die Knospen der Entwicklung und der Problemlösefähigkeit können nur aufblühen, wenn Erwachsene oder fähigere Gleichaltrige den einzelnen Menschen dabei unterstützen. Das Bild Vygotskys mit den Knospen ist nicht zu verwechseln mit dem Konzept des Erziehers als Gärtner, denn laut Vygotsky hilft der Erzieher nicht nur beim Aufblühen, sondern die Entwicklung *beruht* auf der Interaktion. Entwicklung hat ihren Ursprung in der Interaktion mit Erwachsenen bzw. anderen Menschen. Diese Interaktion mit anderen Menschen strukturiert die Denkvorgänge des (sich entwickelnden)

Menschen (um). Lernen wird auch im heutigen Kontext noch sehr ähnlich definiert:

Lernen geschieht nicht nur individuell, sondern eingebettet in soziale Kontexte des Unterrichts. Nicht nur die Lernenden, sondern auch die soziale Mitwelt sind dabei aktiv. Komplexe Wissensstrukturen und tragfähige Lern- und Denkfähigkeiten erwirbt man nicht als Solo-Lerner, sondern interaktiv, in Auseinandersetzung mit „signifikanten anderen“ (Mead, 1934) – Lehrpersonen oder Lernpartnern, in kooperativen Lernsettings und durch Partizipation in Wissensbildungsgemeinschaften (Stebler, Reusser & Pauli, 1994). (Reusser, 2019, S. 139).

Die Form des Unterrichts ist dann gut, wenn «die interpsychischen Prozesse so strukturiert werden können, dass sie das Wachstum der intrapsychischen Prozesse maximieren» (Wertsch, 1996, S. 97).

Open Access Dieses Kapitel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Kapitel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.





Lerndialoge und Lernunterstützung: Die Rolle der Lehrperson beim sozial-konstruktivistischen Wissensaufbau

3

In diesem Kapitel wird auf zentrale theoretische Grundannahmen zur Unterstützungsrolle der Lehrperson genauer eingegangen. Die Aufgabe der Lehrperson besteht darin, Problemsituationen aufzuzeigen, so dass bei den Lernenden kognitive Konflikte entstehen. Dann unterstützen sie diese beim «aktiven Vollzug der Erkenntnisakte» (Pauli, 2006, S. 197).

Die Lehrpersonen können nämlich die Lernenden mit ko-konstruktiven Dialogen bei der Modifizierung ihrer Wissensstrukturen begleiten. Das Verhalten der Lehrperson wirkt als eine Art Gerüst, das so genannte *Scaffolding* (Krammer, 2009; Van de Pool, Volman & Beishuizen, 2010; Wood, Bruner & Ross, 1976). Die Lehrkraft bringt die Lernenden durch gezielte instruktionale Strategien in der Zone der nächsten Entwicklung voran, hilft dabei aber nur so viel wie nötig. Diese Hilfen werden bewusst wieder schrittweise reduziert (Lotz, M, 2016).

Es wird zudem in diesem Kapitel ein Einblick in das Lehrkonzept des *Cognitive Apprenticeship* (Collins, Brown & Newman, 1989) und in den Ansatz des situierten Lernens (Lave & Wenger 1991/2001) gegeben, welche ähnliche Grundannahmen beinhalten. Danach wird der Forschungsstand zu unterschiedlichen Formen der Gruppenarbeiten und des Tutorings dargestellt. In den weiteren Unterkapiteln wird auf die fachdidaktische Seite der Lernunterstützung und auf die kommunikativen Anforderungen von lernförderlichen Gesprächen eingegangen.

3.1 Die Bedeutung des Lerndialogs und der Lernunterstützung

3.1.1 Das Konzept des Scaffolding

In der pädagogischen Psychologie und der Lehrer- und Lehrerinnenbildung hat sich das Konzept des Scaffolding weit verbreitet (z. B. Krammer, 2009; Staub, 2019; Van de Pool, Volman & Beishuizen, 2010). Es geht davon aus, dass durch die Lehr-Lern-Interaktionen die intrapsychischen Prozesse bei den Lernenden vorangetrieben werden. Diese Idee ist in der Definition der Zone der nächsten Entwicklung bereits beschrieben, jedoch ging es Vygotsky stärker um die allgemeine menschliche Entwicklung und die Herausbildung des Bewusstseins, welche in natürlichen sozialen Umgebungen durch die Internalisierung angestossen werden, als um technische, bewusst instruktional geleitete Interaktionen (Pea, 2004, S. 429; Wertsch, 1996). Aus diesem Grund wird im Folgenden auf den Artikel von Wood, Bruner und Ross (1976) eingegangen, welcher den Begriff des Scaffolding in einer empirischen Untersuchung zum Tutoring einführte und eine breite Beachtung erfuhr. Diese Autoren erforschten eine bewusste Lernunterstützung in 1:1-Situationen. Es wird sich weisen, dass die Vorgehensweise der helfenden erfahrenen Person sehr ähnlich konzipiert war wie bei Vygotsky, auch wenn Wood, Bruner und Ross (1976) nicht explizit auf diesen verweisen (Krammer, 2009, S. 76).

Der Begriff des Scaffolding hat sich in der pädagogischen Psychologie eingebürgert und steht für eine Vielzahl von (bewussten) Unterstützungshilfen. Seine Verwendung ist jedoch sehr heterogen. Hier wird hauptsächlich auf Hilfestellungen der Lehrperson im Lehr-Lerngespräch eingegangen. Eine erste Arbeitsdefinition des Begriffes ist, dass Scaffolding als Beschreibung für die Rolle der Lehrperson im Lehr-Lerndialog steht und sich auf die *Aktivitäten der Lehrperson* richtet, „welche diese zur Anregung der aktiven kognitiven Partizipation der Lernenden im Prozess des Aufbaus von Wissen und Strategien einsetzt“ (Krammer, 2009, S. 73). Auf die effektive Partizipation der Lernenden wird später mit dem Modell des Produktdesigns eingegangen (Brandt 2004, 2011; Krummheuer & Brandt, 2001).

Wood, Bruner und Ross (1976) untersuchten den Prozess des Tutorings, den sie wie folgt definieren: „The means whereby an adult or „expert“ helps somebody who is less adult or less expert. [...] a tutor seeks to teach children [...] to build a particular three-dimensional structure that requires a degree of skill that is initially beyond them“ (Wood, Bruner & Ross, 1976, S. 89). Es geht also darum, dass ein Experte einem Novizen hilft, etwas zu tun, was letzterer

ohne die Hilfe noch nicht könnte. Die Ausgangsposition entspricht folglich genau dem Hintergrund, den Vygotsky definiert (vgl. oben). Der Fokus bei Vygotsky liegt aber eher auf der Veränderung des Lernenden, welcher durch das Verinnerlichen der sozialen Aktivitäten höhere geistige Funktionen erwirbt. Bei der Studie von Wood, Bruner und Ross (1976) hingegen wird auf die Feinheiten der Hilfestellungen geachtet. Ihre Frage ist, wie die Unterstützung genau vor sich geht, ob die Unterstützung adaptiv ist und wie sich der Experte im Detail verhält: Der Experte hat die bewusste Intention dem Novizen etwas beizubringen. Sie stellen fest, dass die Intervention eines Tutors mehr ist als nur ein Vormachen und dass sie sehr oft einen «Scaffolding Prozess» (Wood, Bruner & Ross, 1976, S. 90) beinhaltet, welcher dem Kind ermöglicht, etwas auszuführen, was es ohne Unterstützung noch nicht könnte. Die Lerngeschwindigkeit des Kindes wird schneller höher und es geht zudem auch darum, dass die Lernenden in Zukunft befähigt sind, das Problem selbstständig zu lösen. Der ganze soziale Akt ist auf das Verstehen ausgerichtet, es geht nicht nur um die Erfüllung der Aufgabenstellung (Wood, Bruner & Ross, 1976). Als Ergebnis ihrer Studie schildert das Autorenteam sechs grundlegende Funktionen der Tutoring-Interventionen, welche sie als Scaffolding-Funktionen bezeichnen. Damit geben sie ihrer Metapher des Gerüstbaus eine Gestaltung. Die Definition des englischen Wortes *scaffold* – «A scaffold is a *temporary raised platform* on which workers stand to paint, repair, or build high parts of a building» (Collins Cobuld, *Advanced Learner's English dictionary*, 4. Aufl. 2003, S. 1283; Hervorhebung durch die Verfasserin) – betont einerseits die Hilfe (*platform*) und andererseits den Umstand, dass diese nur zeitweilig (*temporary*) nötig ist, nämlich nur so lange sie gebraucht wird. Folgende sechs Merkmale sind für das Scaffolding im Lehr-Lernkontext zentral (Wood, Bruner & Ross, 1976, S. 98):

- 1 *Recruitment*: bei den Kindern Interesse für die Problemstellung hervorrufen;
- 2 *Reduction in degrees of freedom*: die Aufgabe vereinfachen, Lösungswege einschränken, Lösungsprozesse in Schritte aufteilen, Aufmerksamkeit fokussieren;
- 3 *Direction maintenance*: Durchhaltewillen aufrechterhalten, Motivation beibehalten: Die Problemlösung selbst soll das Ziel für das Kind sein und nicht der Wunsch, für den Tutor im hellen Licht zu erscheinen;
- 4 *Marking criterial features*: den Fokus immer wieder auf die zentralen Merkmale der Aufgabenstellung ausrichten; auf Unterschiede aufmerksam machen zwischen dem, was bisher erreicht wurde, und dem, was erreicht werden soll;
- 5 *Frustration control*: Frustration gering halten, auf positive Punkte im Lösungsprozess aufmerksam machen; auch «*face saving*» betreiben (hier machen die

Autoren auf ein Hauptproblem aufmerksam, nämlich zu viel Abhängigkeit vom Tutor);

- 6 *Demonstration*: Lösungsschritte bewusst vorzeigen und erklären (Wood, Bruner & Ross, 1976, S. 98).

Das Verhalten der Tutorin ist in allen diesen Schritten auf das Kind und sein Verstehen ausgerichtet.

Da sowohl Wood, Bruner und Ross (1976) als auch Vygotsky (1978) auf den Unterschied zwischen Mensch und Tier eingehen, soll an dieser Stelle ein Exkurs folgen über die unterschiedliche Art zu lernen von Tier und Mensch, bevor dann konkret auf weitere Verwendungen des Begriffs Scaffolding im Schul- und Unterrichtsrahmen eingegangen wird. Die Abgrenzung vom reinen Nachahmungslernen zeigt sich in der Studie von Wood, Bruner und Ross (1976) besonders am Verhalten der Tutorin, welche erst dann etwas vorzeigt, wenn sie glaubt, dass das Kind das Prinzip hinter dem vorgezeigten Lösungsschritt verstanden hat (Krammer, 2009, S. 76). Die mentale Repräsentation der bisherigen Lösungsschritte ist folglich zentral für das Verstehen des nächsten Schrittes.

3.1.1.1 Exkurs: Bewusste Lehr-Lernprozesse sind eine typisch menschliche Eigenschaft

Obwohl bei einigen Arten der Primaten bewiesen ist, dass sie durch das Beobachten und Nachahmen von älteren Artgenossen lernen (Hamburg, 1968; van Lawick-Goodall, 1968, zitiert nach Wood, Bruner & Ross, 1976, S. 89)¹, so scheint es ausgeschlossen, dass die älteren Artgenossen die Jüngeren bewusst schulen (Wood, Bruner & Ross, 1976, S. 89). Das wurde lange als einer der grossen Unterschiede zwischen Menschen und Tieren aufgefasst (falls man überhaupt eine klare Trennlinie zwischen Mensch und Tier ziehen möchte). Die Schulung der jüngeren Artgenossen ist, auch laut der anthropologischen Forschung, der Grundstein, welcher den Menschen von den Primaten unterscheidet (Tomasello, 2008/2011, S. 15). Um Kommunizieren und damit auch von anderen Artgenossen Lernen zu können, braucht es ein „wechselseitig zwischen [den Menschen] geteiltes Wissen“ (ebd.). Diese Ideen konvergieren wohl mit Wittgensteins Lebensformen, mit Bruners Formaten geteilter Aufmerksamkeit oder mit Clarks gemeinsamem begrifflichen Hintergrund, *common ground* (paraphrasiert

¹ Inzwischen wurde Lernen durch Nachahmung auch bei Nicht-Primaten erforscht. Fiorito, & Scotto (1992) berichten von Oktopussen, welche durch Beobachtung von Artgenossen in einem Laborexperiment lernten.

nach Tomasello, 2008/2011, S. 15). Diese Einsicht in die grundlegend kooperative Eigenart menschlicher Kommunikation stammt von Grice (1957/1977, zitiert nach Tomasello, 2008/2011, S. 17) und wurde weithin als Erkenntnis in die Wissenschaft aufgenommen. Hier ist zudem eine Verbindung zur Linguistik bzw. zur Sprechakttheorie, also zum pragmatischen Aspekt der Sprache und zum Sprachphilosophen Austin zu erkennen: Die menschlichen Kommunikationsmotive sind grundsätzlich prosozial (Tomasello, 2008/2011, S. 16). Durch diese Annahme kann ich, auch wenn ich etwas als Aussagesatz kundtue, beim Gegenüber bereits den Helfer-Reflex auslösen und mit dem Sprechen beim anderen etwas bewirken. Ein Beispiel: „So kann ich beispielsweise Wasser zum Trinken erbitten, indem ich einfach sage, dass ich es will (und Sie dadurch über meinen Wunsch informiere), wobei ich weiss, dass Ihre Neigung zu helfen (und unser gegenseitiges Wissen darüber) die Handlung des Informierens in den meisten Fällen in eine vollständige Aufforderung verwandelt“ (Tomasello, 2008/2011, S. 16 f.). Dieses Beispiel ist von einem Pragmatiker wie Austin (1962/2002) oder Searle (1969/2010) inspiriert, worauf in Kapitel 4.1.1 noch zurückzukommen wird. Die menschliche Kooperation wird durch etwas strukturiert, das als „geteilte Intentionalität“ oder „Wir-Intentionalität“ bezeichnet werden könnte (Tomasello, 2008/2011, S. 17). „Im Allgemeinen ist geteilte Intentionalität für die Beteiligung an spezifisch menschlichen Formen von Zusammenarbeit notwendig, bei denen ein Subjekt im Plural, ein „Wir“ auftritt: gemeinsame Ziele, gemeinsame Absichten, wechselseitiges Wissen, geteilte Überzeugungen“ (Tomasello, 2008/2011, S. 17)².

Als letzte Erkenntnis der anthropologischen Forschung soll noch eingebracht werden, was nun grundsätzlich in Bezug auf Lernen den Menschen vom Affen unterscheidet. Menschenaffen sind bekanntlich sehr gute Problemlöser und werden oft in Laborstudien mit menschlichen Kindern verglichen: In Bezug auf das Problemlösen sind Menschenaffen öfters besser bzw. schneller. Einige Laborversuche haben als zentrales Ergebnis entdeckt, dass Menschenaffen den Artgenossen (oder den menschlichen Forscher) nur dann nachahmen, wenn sie selbst nicht physisch sehen, wie sie zu ihrem Ziel gelangen. Wenn das Ziel jedoch durch die Konstellation des Versuches klar ersichtlich ist (wenn z. B. das Futter

² Die Wir-Intentionalität kann auch in der Formulierung der Sprache ausgedrückt werden. So schreibe ich als Verfasserin dieser Studie öfters „wir“ und schliesse den Lesenden damit als denkendes und aktiv lesendes Subjekt mit ein; einige Lehrpersonen unseres Datensatzes, wie sich später zeigen wird, sagen bewusst „wir“, wenn sie die Lernenden zu etwas auffordern. Sie sehen sich als inklusiven Teil der Gruppe, welche gemeinsam etwas erreichen will. Es gibt asiatische Sprachen (z. B. Chinesisch oder Tagalog), welche zwei Formen von «wir» besitzen, eine inklusive und eine exklusive Wir-Form. Diese Sprachen verdeutlichen explizit, ob beim «wir» die Zuhörenden eingeschlossen sind oder nicht.

in einer durchsichtigen Box „versteckt“ ist), dann ahmen die Menschenaffen den Vorzeigenden nicht nach, während hingegen die Kinder sehr wohl das Vorbild nachahmen, auch wenn es eigentlich nicht nötig wäre, die umständlichen Handlungen des anderen zu imitieren. Die Kinder vertrauen dem Vorbild voll und ganz bzw. sie achten mehr auf die Handlungen des Vorbildes, sie sind prozessorientiert statt produktorientiert (vgl. z. B. Horner & Whiten, 2005; Whiten, Horner, Litchfield & Marshall-Pescini, 2004). Dies führte in der Menschheitsgeschichte dazu, dass Menschen *gelehrt* werden können:

Our explanation of this phenomenon for many years has focused on the fact that human social learners focus to a much greater degree than other non-human primates on the actual actions performed by others (process copying), not just the results produced on the environment (product copying). But added to that we believe *that uniquely human forms of cooperation make human social organization in many ways different as well, as things such as teaching and norms of conformity contribute to the cultural ratchet* (Tennie, Call & Tomasello, 2009, S. 2413, Hervorhebung durch die Verfasserin).

Hier schliesst die moderne erziehungswissenschaftliche Forschung an, indem nämlich Reusser (2019) schon im Titel seines Aufsatzes betont, dass Unterricht als Kulturwerksatt gesehen werden sollte. Um also die oben geschilderten Erkenntnisse, wie Lernen und Entwicklung geschehen und wie sie unterstützt werden können, etwas konkreter auf den Schulalltag und die Unterrichtsgestaltung zu beziehen, kann man mit Reusser sagen:

Um denkbeweglich und lernfähig zu werden und zu bleiben, bedarf es des sozialen Austauschs und der Interaktion. Die Ausbildung fachübergreifender [und auch fachspezifischer, Ergänzung der Autorin] nutzbarer personaler Kompetenzen geschieht nicht nur individuell, sondern findet ko-konstruktiv in sozial-kulturellen Kontexten statt. Diese umfassen sowohl Situationen des selbstständigen als auch des sozial angeleiteten und des kooperativen Lernens. Gemeinsames Lernen von- und miteinander fördert nicht nur die Elaboration und die Dezentrierung eigener Standpunkte, sondern bietet auch eine Bühne für die reziproke Modellierung von geistigen Methoden und Vorgehensweisen (Reusser 2019, S. 137).

3.1.2 Scaffolding im Unterrichtskontext

Die Metapher des Scaffolding hat sich inzwischen zu einem vielschichtigen Konzept im pädagogisch-didaktischen Kontext entwickelt. Die Definitionen der

einzelnen Autoren und Autorinnen, welche sich mit Scaffolding auseinandersetzen, sind sehr vielseitig. Als Schlüsselbegriffe, die allen Definitionen gemeinsam sind, können die englischen Begriffe *contingency*, *fading* und *transfer of responsibility* angegeben werden (Van de Pol, Volman & Beishuizen, 2010). Diese können mit *Adaptivität*, *sich zurückziehen* und *Übergabe der Verantwortung* übersetzt werden.

Van de Pol, Volman und Beishuizen (2010) beschreiben die erste Komponente, das *contingency*, als das zugeschnittene, differenzierte Antwortverhalten der Lehrperson, als passende Reaktion auf das momentane Niveau des Leistungsvermögens des Schülers oder der Schülerin, als abgestimmte Unterstützung (Van de Pol, Volman & Beishuizen, 2010, S. 274). Um diese justierte Hilfestellung geben zu können, braucht es Diagnosestrategien, welche durch Nachfragen, formatives Assessment und ständige Kontrolle des Verständnisses des oder der Lernenden erreicht werden können (Van de Pol, Volman & Beishuizen, 2010, S. 275). Die Reaktion der Lehrperson soll auf mehreren Ebenen passend sein, nämlich auf der kognitiven, metakognitiven und emotionalen Ebene. Der englische Begriff *contingency* stammt vom lateinischen Verb *contingo*, *contigi*, *contactum* und bedeutet ursprünglich *etwas sehr nah berühren* und im übertragenen Sinne *in Beziehung stehen* (Georges 1988, S. 1617). Die Antwort der Lehrperson muss sehr eng Bezug nehmen auf dasjenige, was vom Wissensstand des oder der Lernenden her passt, sie muss also adaptiv sein.

Die zweite Komponente des Scaffolding ist *fading*: Der Tutor oder die Lehrperson soll seine Hilfestellung nach und nach zurückziehen (Van de Pol, Volman & Beishuizen, 2010, S. 275). Die Lehrperson soll loslassen und loslassen können, was für Lehrpersonen nicht immer ganz einfach ist. Diese Komponente steht in enger Beziehung zur dritten Komponente des Scaffolding, dem *transfer of responsibility*. Sobald sich der Experte kontinuierlich zurückzieht, wird die Verantwortung für die Aufgabenausführung und die Problemlösung dem oder der Lernenden übertragen. Auch diese Verantwortungsübergabe soll auf mehreren Ebenen stattfinden, auf der kognitiven, metakognitiven und emotionalen Ebene. Der oder die Lernende soll nach und nach zur Eigensteuerung gelangen (Van de Pol, Volman & Beishuizen, 2010, S. 275). Diese Strategien werden vom Autorenteam in einem Analyserahmen synthetisiert, wobei zwischen Scaffoldingmitteln und -absichten unterschieden wird (Stangl, W., 2021). Die Absichten des Scaffolding (*direction maintenance – cognitive structuring, reduction of degrees of freedom, – recruitment and contingency management/frustration control*) (Van de Pol, Volman & Beishuizen, 2010, S. 278) entsprechen nahezu exakt denjenigen von Wood, Bruner und Ross (1976) und können wiederum in metakognitive, kognitive und emotionale Unterstützungsstrategien unterschieden werden. Zur Analyse

von Lehr-Lerndialogen sind die Scaffoldingmittel zentral, nämlich Rückmeldungen geben, Hinweise geben, anleiten, erklären, vormachen und (nach)fragen (Van de Pol, Volman & Beishuizen 2010, S. 278).

Es soll nochmals ausdrücklich darauf aufmerksam gemacht werden, dass hier zwar hauptsächlich von den Strategien der Lehrperson gesprochen wird, dass aber im Grundverständnis der sozio-konstruktivistischen Lerntheorie, und somit auch des Scaffolding, zentral ist, dass die Schüler und Schülerinnen aktive Teilnehmende am Lerndialog sind. Die Lehrperson soll sich zurückziehen und bereit sein für eine Übergabe der Verantwortung, und die Lernenden sollen nach und nach bereit sein für die Verantwortungsübernahme. Der Prozess des Scaffolding insgesamt soll den Übergang von einer Fremdsteuerung zur Selbststeuerung des Lernvorganges begleiten. Die Eigensteuerung, sowohl des Problemlösens als auch der Selbstregulierung, ist das schlussendliche Ziel. Dies umfasst selbstverständlich auch das Verstehen des Lernstoffes.

3.1.3 Das Unterrichtsmodell der «kognitiven Lehre» (cognitive apprenticeship)

Wie kann nun Scaffolding in den realen Unterrichtsalltag eingebracht werden? Das Modell der kognitiven (Meister)Lehre, des „Cognitive Apprenticeship“ (Collins, 2006; Collins, Brown & Newman, 1989; Reusser, 1995) bringt dazu konkrete Ansätze. Messner beschreibt es als „Synthese von Lehreranleitung und Selbstständigkeit der Schüler und Schülerinnen“ (Messner, 2019, S. 59), denn es strebt die Selbstständigkeit der Lernenden an. Der Lernprozess eines Themengebietes bzw. eines Problemlösevorganges läuft idealiter in Phasen ab, wobei das Scaffolding eine der Phasen ist. Collins, Brown und Newman (1989) haben den Aufbau des „Cognitive Apprenticeship“ aufgrund der Analyse von drei erfolgreichen Unterrichtsmodellen – *reciprocal teaching* (Palincsar & Brown, 1984), *procedural facilitation of writing* (Scardamalia Bereiter & Steinbach, 1984) und Schoenfelds *method for teaching mathematical problem solving* (Schoenfeld, 1985, zitiert nach Collins, Brown & Newman, 1989, S. 489) – herauskristalliert. Sie sehen Lernen, auch im Unterricht, als Erwerb von Expertise an, welche unter Anleitung von Experten erworben wird. Die beim Problemlösen ablaufenden Phasen sind *Modelling* (durch lautes Denken und Vorzeigen des Experten werden die kognitiven Tätigkeiten beobachtbar gemacht), *Coaching* (Anleiten der Problemlöseversuche der Lernenden), *Scaffolding* (die Lehrperson ist nur mehr das Gerüst, welches einspringt, wenn es nötig ist) und *Fading* (die Lehrperson zieht sich so weit wie möglich zurück: Die Lernenden können nun das Problem grundsätzlich

selbstständig lösen). Diese drei bis vier Phasen – manchmal wird das Scaffolding zum Coaching gezählt, manchmal verschmilzt das Fading mit dem Scaffolding, weil das Fading das Resultat des Scaffolding ist – stellen laut Collins, Brown und Newman (1989, S. 481) den Kern des Unterrichtsmodells der kognitiven Meisterlehre dar. Zwei weitere Phasen sollten sich anschliessen, nämlich die *articulation* und die *reflection*. Diese metakognitiven Strategien sind dazu da, den Lernenden die soeben angewendeten Lösungsvorgänge bzw. Strategien bewusst zu machen (Collins, Brown & Newman, 1989, S. 481). Mit *articulation* ist das Verbalisieren von Wissen und das Begründen der Problemlösestrategien gemeint (Krammer, 2009, S. 79). Die *reflection* soll zu einer internen kognitiven Repräsentation der Expertise in diesem Problemfeld führen und kann durch Vergleichen der eigenen Problemlöseprozesse mit denjenigen von Experten oder anderen Lernenden erreicht werden (Collins, Brown & Newman, 1989, S. 483). Am Schluss sollte zudem noch die Phase der *exploration* folgen, welche als Kulminationspunkt des Fading bezeichnet wird (Collins, Brown & Newman, 1989, S. 483), da die Lernenden schlussendlich zur eigenen Problemlösestrategie finden müssen und auch selbst bereit sein sollten, nun eigene Problemstellungen zu finden:

Exploration is the natural culmination of the fading of supports. It involves not only fading in problem solving but fading in problem setting as well. But students do not know a priori how to explore a domain productively. So exploration strategies need to be taught as part of learning strategies more generally (Collins, Brown & Newman, 1989, S. 483).

Mit diesem Zitat kann rückverwiesen werden auf Wagenschein, welcher einen ähnlichen Anspruch an das Endergebnis der Schule stellt: „[...] wir brauchen Menschen, denen vor neuen Aufgaben etwas Klärendes einfällt, und gerade auch vor Aufgaben, die sie selber entdecken. Anspruchsvoller formuliert: Menschen, die gelernt haben, „produktiv“ zu denken“ (Wagenschein, 1966, S. 2). Denn diese Menschen entdecken selbstständig Problemstellungen, welche sie dann auch zu lösen versuchen und zu guter Letzt mit eigenständigen Denkvorgängen auch lösen können.

Das Konzept des *cognitive apprenticeship* beruht, wie der Name schon sagt, auf ähnlichen Prinzipien wie die Lehrmeister (und Lehrbetriebe) die Auszubildenden zur eigenständigen Herstellung von Produkten anleiten oder zu Dienstleistungen, wenn man z. B. an die Pflegeausbildung denkt. Der Mangel der Ausbildungsweise der Schule besteht nach Collins, Brown & Newman (1989) darin, dass sie zu sehr auf das Endprodukt fokussiert und dem Weg, wie man zum Wissen gelangt, nicht genug Beachtung schenkt. Auch der Einbezug der sozialen

Lernumgebung und deren Lerneffekt wird zu wenig beachtet. Das Prinzip des *cognitive apprenticeship* überträgt die Lehrprinzipien von Handwerksberufen auf den Erwerb von kognitiven Aktivitäten wie Lesen, Schreiben und Mathematik. Dies sagt der englische Titel des Artikels deutlich: «Cognitive apprenticeship: Teaching the *Crafts* of Reading, Writing, and Mathematics».

Eindrückliche Beschreibungen, wie Lernen in anderen Kulturen und in Handwerksberufen vor sich geht und was man daraus bei der Ausbildung von kognitiven Tätigkeiten in der Gestaltung der Lernsettings übernehmen kann, schildern Lave und Wenger (1991/2001) in ihrem Ansatz des *Situated Learning*. Ein erstes Beispiel erzählt davon, wie in der Mayakultur ein Mädchen langsam während des Aufwachsens in seinem Dorf zur Hebamme wird. Das Mädchen wurde in eine Hebammenfamilie hineingeboren und beobachtete schon als Kind ihre Mutter, welche, wie schon die Grossmutter, Hebamme war, bei allen ihren Tätigkeiten. Es durfte schon als Kind die Mutter bei ihren Einsätzen begleiten und nach und nach immer mehr Teile der Hebammenarbeit übernehmen, z. B. das Holen von heissem Wasser oder das Gut zureden. Schlussendlich hat die Tochter, als die Mutter alt und krank wurde, die Hebammenarbeit im Dorf ganz übernommen (Lave & Wenger, 1991/2001 S. 68/69). Das Lernen ist folglich direkt in die Sozialisation eingebunden. Lave und Wenger (1991) haben auch Handwerkszünfte in West-Afrika beobachten können und daraus Schlüsse für den sich dort abspielenden Lernprozess gezogen. Der Unterschied zur Schule ist, zusammenfassend gesagt, dass das Lernen nicht in einer speziell abgetrennten (*segregated*) Lernumgebung wie der Schule erfolgt (Collins, Brown & Newman, 1989, S. 486), sondern dort, wo auch die Produkte entstehen, z. B. in der Schneiderwerkstatt. Die Lehrlinge sind direkt einbezogen in die reelle Tätigkeit des Herstellens. Sie sind von Anfang an bei der Ausfertigung der Kleidungsstücke beteiligt. So dürfen sie z. B. zu Beginn ihrer Lehre das Muster auf den Stoff nach Vorlage aufzeichnen. Ihre Teilnahme wird je länger je bedeutungsvoller: Anfangs dürfen sie nur Hüte herstellen oder Kinderkleider, bis sie nach und nach zur Herstellung von Anzügen für die Geschäftsleute vorrücken. Die Lernziele sind immer klar: Das Kleidungsstück muss gut genug sein, um verkauft werden zu können. Zudem können die Lehrlinge ständig die Experten bei der Produktion beobachten (Collins, Brown & Newman, 1989, S. 486). Man erkennt hier wiederum das Vorgehen des *Modelling*, *Scaffolding* und *Fading*, denn der Experte zeigt zuerst vor, wie er die Tätigkeit macht, hilft dann dem Lehrling, es selbst zu tun, bis er sich nach und nach ganz zurückziehen kann. Lave und Wenger beschreiben diesen Prozess als *legitimate peripheral participation* (Lave & Wenger, 1991/2001, S. 27). Die fortschreitende, immer aktiver werdende Partizipation der Lernenden wird betont, denn die Lehrlinge dürfen von der Peripherie der Tätigkeiten allmählich in deren

Zentrum vorrücken. Weiter ist beachtenswert, dass die Lehrlinge – ähnlich wie die Schüler und Schülerinnen – meist nicht alleine, sondern mit anderen Lehrlingen bei einem Lehrmeister sind. Sie können folglich miteinander und voneinander lernen: Die soziale Umgebung des Lehrbetriebes – der Klasse, der Gruppenarbeit – spielt dementsprechend eine wichtige Rolle: „They are surrounded by both masters and other apprentices, all engaged in the target skills *at varying levels of expertise*“ (Collins, Brown & Newman, 1989, S. 486, Hervorhebung der Autorin). Diese unterschiedlichen Niveaus der Expertise helfen dem Einzelnen, seine Stärken und Schwächen herauszufinden. Zudem sehen die Lernenden, dass auch Experten unterschiedliche Vorgehensweisen haben. Collins, Brown und Newman (1989, S. 489) betonen im Schlussabsatz ihres Textes besonders den Nutzen der Kooperation. Darauf wird in Abschnitt 3.3.2 eingegangen, in dem es um die Anforderungen an Lerngelegenheiten in Lehr-Lernpolylogen geht und um das Zusammenwirken der Teilnehmenden. Aus den bisherigen Schilderungen des Lernprozesses in der Sozialisation oder im Lehrbetrieb wird ersichtlich, dass die Dienstleistung oder die Herstellung des Produktes im Zentrum steht. Auch im Schulbetrieb geht es immer um einen Lernstoff. Im nächsten Kapitel wird folglich auf die fachdidaktische Unterstützung beim Erwerb des Schulstoffes eingegangen.

3.2 Die fachdidaktische Seite der Lernunterstützung

In den vorhergehenden Kapiteln wurde betont, dass sowohl die soziale Einbettung des Lernprozesses als auch die aktive Teilnahme der Lernenden bei der Herstellung von Produkten oder Dienstleistungen von zentraler Bedeutung ist. Bei „kognitiven Produkten“ wie dem Lösen von Textaufgaben verkörpert der Lerndialog gewissermassen den sichtbaren Herstellungsprozess, denn er stellt den (zumindest teilweise) äusserlich «erkennbaren» Aufbau von kognitiven Strukturen der Lernenden dar. Dies bedeutet, dass die Lernenden sich aktiv am Lerndialog beteiligen müssen, denn nur, wenn die Lernenden aktiv ihre Gedankengänge kundtun, kann die Lehrperson adaptiv darauf eingehen. Die Partizipation der Schüler und Schülerinnen soll möglichst substanziell sein. Damit dies erreicht werden kann, braucht es eine auf den Inhalt bezogene aktive Teilnahme der Lernenden, eine fachspezifisch aufgeladene Ko-Konstruktion des Lerndialoges. Die Aufgabe von sich kognitiv aktivierend verhaltenden Lehrpersonen ist es, die Herstellung der „kognitiven Produkte“ anzuregen und konstruktiv zu unterstützen. Bei der *konstruktiven Unterstützung*, einer der drei Basisdimensionen, werden zwei Aspekte unterschieden, nämlich die emotionale und die motivationale Unterstützung, sprich: eine wertschätzende Lehrperson-Schüler/

in-Beziehung sowie die methodisch-didaktische Unterstützung innerhalb des konkreten Unterrichtsgeschehens (Klieme, 2019). Lehrkräfte sollen sensibel auf individuelle Lernbedürfnisse und Verständnisprobleme eingehen, Lernbegleitung anbieten und bei individuellen Schwierigkeiten eingreifen (Kunter & Voss, 2011). Konstruktive Unterstützung bedeutet, dass Lehrkräfte immer wieder adaptive Hilfestellungen anbieten, die sie den individuellen Lernvoraussetzungen und Lernprozessen der Schülerinnen und Schüler anpassen. Es kann hier wiederum verwiesen werden auf den Begriff des Scaffolding, welcher als zielgerichtetes und angemessenes Eingreifen bei Verständnisschwierigkeiten verstanden werden kann (Van de Pol, Volman & Beishuizen, 2010). Lehrkräfte müssen merken, wann die Schüler und Schülerinnen ins Stocken geraten. Dies verlangt auch eine Diagnosekompetenz. Das formative Feedback oder das formative Assessment ist ein Teil der konstruktiven Unterstützung (Sliwka, Klopsch, & Dumont, H. (2019)). Zudem muss die Aufgabenstellung an die Zone der nächsten Entwicklung angepasst sein (ebd.). Auf den Problemlöseprozess bezogen kann gesagt werden, dass konstruktive Unterstützung auch verstanden werden kann als strukturierende Massnahmen wie etwa die Dekomposition komplexer Inhalte in die wesentlichen Schritte (Minnameier, Hermkes & Mach, 2015), was somit wiederum den fachdidaktischen Aspekt der Unterrichtsqualität einbezieht.

3.2.1 Der Modellierungsprozess

Um zielgerichtet eingreifen zu können, muss die Lehrperson verstehen, wie die Denkvorgänge bei Schülern und Schülerinnen vor sich gehen, wenn sie ein fachliches Problem, z. B. eine mathematische Textaufgabe, lösen. Dazu sind verschiedene kognitionspsychologische Prozessmodelle entwickelt worden (Reusser, 1985), welche auch Eingang in die Mathematikdidaktik gefunden haben. Die Lösung einer Textaufgabe erfordert von den Lernenden eine Übersetzung der textlich vermittelten Problemsituation in eine mathematische Operation (Reusser, 1997, S. 142). Problemlösen wird als eine Form von Modellierung verstanden, bei der ein bestimmter Modellierungsprozess bei der Bearbeitung eines Problems durchlaufen wird (Brunner, 2013, S. 70). Entsprechend kann das Lösen von Textaufgaben als Modellierungskompetenz (Leiss, 2010) beschrieben werden. Bei dieser von den Schülern und Schülerinnen zu erwerbenden Kompetenz geht es darum, dass realitätsbezogene Problemstellungen mathematisch bearbeitet werden können (ebd.). Der Bearbeitungsvorgang von Modellierungsaufgaben wird dabei häufig als Kreisprozess beschrieben, in dem der Lösungsprozess idealtypisch durch verschiedene Schritte bzw. Teilkompetenzen des Modellierens abgebildet

wird. Die entstehenden mentalen Modelle beschreiben dabei Darstellungsformen von Realsituationen, die in der Regel nur jene Teilaspekte der Situation berücksichtigen (Henn 2002, S. 4, zitiert nach Leiss, 2010, S. 199), welche notwendig sind, damit die beschriebenen realen Sachverhalte einer mathematischen Bearbeitung zugänglich gemacht werden können (Leiss, 2010). Zentral dabei ist die Verbindung aussermathematischer und innermathematischer Inhalte, welche dann auch im Vordergrund des Lösungsprozesses stehen (ebd.). Die Kreislaufmodelle sind idealisierte Veranschaulichungen der Lösungsprozesse, da reale Lösungsprozesse nur selten exakt entlang eines linearen Verlaufs stattfinden. Der Wert solcher Prozessmodelle liegt für Lehrpersonen und Forschende vor allem in dem diagnostisch relevanten Wissen darüber, dass die darin beschriebenen Stationen in der Regel beim Modellieren irgendwann durchlaufen werden müssen (Leiss, 2010, S. 200). Sie beschreiben folglich eine Dekomposition komplexer Problemlöseelemente in die wesentlichen Schritte. Die Lehrpersonen müssen wissen, welche Prozesse im Kopf der Lernenden ablaufen und woran es liegen könnte, wenn sie dabei Schwierigkeiten haben (Reusser 1997, S. 142).

Nachfolgend wird genauer auf das mathematische Modellieren eingegangen und verschiedene Prozessmodelle werden eingeführt, mit deren Hilfe der Lösungsvorgang repräsentiert und analysiert werden kann. Der Begriff des mathematischen Modellierens wird zwar sehr unterschiedlich verwendet (Brunner, 2013; Galbraith & Stillman, 2006), jedoch ist den Modellen gemeinsam, dass sie unterschiedliche Etappen im Problemlöseprozess differenzieren und ihn als iterativen Prozess auffassen (Galbraith & Stillman, 2006). Zuerst wird auf das Modell von Galbraith und Stillman (2006) eingegangen (Abbildung 3.1).

Galbraith und Stillman (2006) betonen den Sachbezug, denn das Ziel des Modellierungsprozesses ist dadurch angetrieben, ein Ergebnis für ein reales Problem zu erhalten („an approach in which the modelling process is driven by the desire to obtain a mathematically productive outcome for a problem with genuine real-world motivation“ (Galbraith & Stillman, 2006, S. 143). Die Schritte, welche im Problemlöseprozess durchlaufen werden müssen, sind in sieben Phasen unterteilt (Phasen A-G). Die fettgedruckten Pfeile bezeichnen die Übergänge zwischen den Phasen und können als geistige Aktivitäten beschrieben werden. Aus theoretischer Sicht können diese geistigen Aktivitäten idealtypisch als die folgenden Tätigkeiten beschrieben werden (Galbraith & Stillman, 2006, S. 144): Zuerst muss ein Problemverständnis aufgebaut werden, was mit den Denkvorgängen Verstehen, Strukturieren, Vereinfachen und Interpretieren des Kontextes erreicht werden kann (von A nach B); sodann muss mathematisiert werden, um vom Problemverständnis zum mathematischen Modell zu gelangen (von B nach

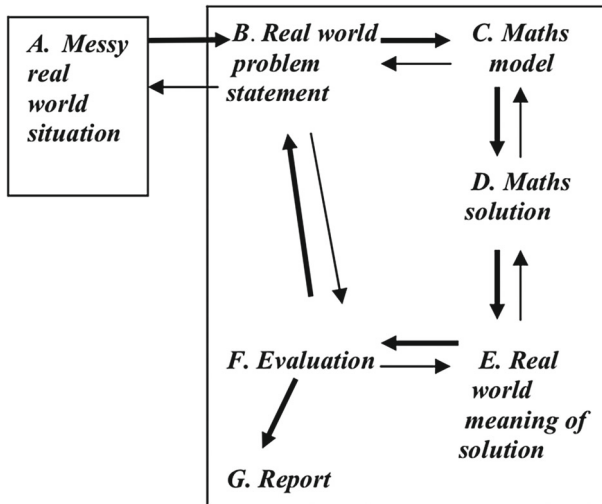


Abbildung 3.1 Modellierungskreislauf von Galbraith & Stillman (2006, S. 144)

C). Danach muss mathematisch gearbeitet werden: Um von einem mathematischen Modell zu einem mathematischen Ergebnis zu kommen, muss man z. B. rechnen oder eine Gleichung lösen (von C nach D). Anschließend braucht es eine Interpretation des mathematischen Ergebnisses (von D nach E), welches validiert werden muss (von E nach F). Von diesem Ergebnis muss ein Bericht erstattet werden (von F nach G), d. h., auf eine Textaufgabe bezogen muss z. B. ein Antwortsatz formuliert werden. Falls das Ergebnis nach der Prüfung (*evaluation*) nicht stimmt, muss nochmals bei B begonnen werden. Die feingedruckten Pfeile in [Abbildung 3.1](#) sollen andeuten, dass dieses Modell nicht linear zu denken ist und dass jederzeit zurückgegangen werden kann (Galbraith & Stillman, 2006, S. 144).

Ein v. a. im deutschsprachigen Raum besser bekannter Modellierungskreislauf stammt von Blum und Kollegen. Die schematische Darstellung von diesem ist mehrfach verändert worden. Hier wird auf die Darstellung von Blum & Leiss (2005) eingegangen ([Abbildung 3.2](#)).

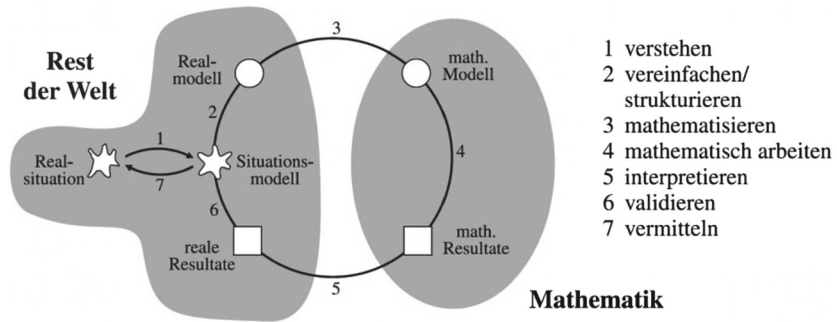


Abbildung 3.2 Modellierungskreislauf von Blum & Leiss (2005)

Der Modellierungskreislauf von Blum und Leiss (2005) beschreibt sehr ähnliche Phasen, Prozesse und Tätigkeiten wie derjenige von Galbraith und Stillman (2006), trennt aber deutlich den mathematischen Bereich von der Realsituation. Die Realsituation ist nicht Teil des Modellierungskreislaufes, sondern die Ausgangslage oder die Voraussetzung (Brunner, 2013, S. 75/76). Die Prozesse im Modellierungskreislauf können folgendermassen beschrieben werden: Die Realsituation muss verstanden werden (1), so dass ein Situationsmodell und danach durch Vereinfachen und Strukturieren (2) ein Realmodell entwickelt werden kann. Danach beginnt der konkrete mathematische Prozess (3), indem das Realmodell mathematisiert und zu einem mathematischen Modell wird, welches nachfolgend (4) mit «mathematischen Werkzeugen» (Brunner, 2013, S. 75) verarbeitet wird, was zu einem mathematischen Ergebnis führt. Dieses Ergebnis muss interpretiert, d. h. auf die reale Situation übertragen werden und zu realen Resultaten führen (5). Das Ergebnis muss validiert (6) und dargelegt (7) werden.

Zum Schluss soll nochmals betont werden, dass diese Kreisläufe theoretische Darstellungen sind. Der Forschungsstand in Bezug auf die fachdidaktische Unterstützung beim mathematischen Modellieren zeigt, dass die Lehrpersonen nicht nur aufgrund von Schwierigkeiten der Lernenden in den Lösungsprozess eingreifen, sondern etwa ebenso häufig aufgrund ihres eigenen Anspruchs auf den Lösungsprozess (Leiss, 2010, S. 197): Sie greifen auch bei an sich richtigen, aber umständlichen Lösungswegen der Schüler- und Schülerinnen ein. Eine weitere Erkenntnis ist, dass häufig kleinschrittige Hilfen von Lehrpersonen zur Problemüberwindung führen (Leiss, 2010, S. 197). Zudem ist besonders zu bemerken, wie auch Galbraith und Stillman (2006, S. 143) betonen, dass ein Forscherteam

immer nur Gast ist im Schulzimmer und deshalb die Definitionen der Lehrpersonen auch abweichen können von in der Theorie dargestellten Prozessmodellen oder dass die Gewichtung bei den Lehrpersonen anders ausfallen kann als der Mathematikdidaktiker es sich wünscht.

3.2.2 Vom Text zur Situation zur Gleichung. Ein Prozessmodell nach Reusser (1985, 1989) zum Lösen von mathematischen Textaufgaben

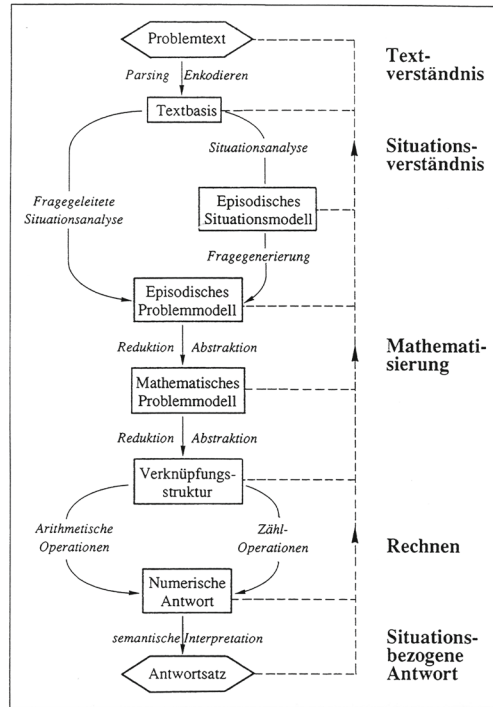
Im Folgenden wird auf das im Kontakt mit Walter Kintsch und James Greeno 1985 entwickelte Prozessmodell von Reusser (1985, 1989) eingegangen, das den Repräsentationen von Blum und Leiss (2005) zu Grunde liegt (Kaiser & Henn, 2015, S. 67, 263). Es bildet eine theoretische Grundlage für das Lösen von mathematischen Textaufgaben und stellt die Ausgangsbasis für das in dieser Studie verwendete Kodiersystem der fachlich-fachdidaktischen Lösungsschritte der analysierten Aufgaben dar. Das Modell stellt «eine spezifische Prozesstheorie des Verstehens und Lösens arithmetischer Textaufgaben» dar, «welche Problemlösen als progressives Verstehen des Problemtextes [...] auffasst» (Reusser, 1989, S. 76). Es handelt sich folglich um «eine psychologische *Rahmentheorie der Mathematisierung* und [gleichzeitig um] ein psychologisch-didaktisches *Prozessmodell* zum Verstehen und Lösen mathematischer Text- und Situationsaufgaben» (Reusser, 1989, S. 84, Hervorhebungen im Original). Es kann als „kognitives Simulationsmodell“ (Reusser, 1989, S. 85) bezeichnet werden, welches über die Grundannahmen des Textverstehens von van Dijk und Kintsch (1983) hinausgeht, weil es neben der Analyse von Text-Verstehensstrategien auch die Mathematisierung berücksichtigt und somit die Übergänge zwischen sprachlichem und mathematischem Verstehen aufhellt (Reusser, 1989, S. 85). Das Verstehen und Lösen von Textaufgaben kann als „kontinuierliche Sinnkonstruktion unter intentionaler (mathematischer) Perspektive“ (Reusser, 1989, S. 86) angesehen werden. Mit „intentionaler Perspektive“ ist gemeint, dass das Lesen einer mathematischen Textaufgabe immer ein klares Ziel hat (nämlich die Aufgabe zu lösen). Dieses Lösen geht schrittweise vor sich und beinhaltet gemäss SPS³ folgende Stufen: Ausgehend von der Textbasis muss zuerst ein Situationsverständnis aufgebaut werden, welches dann, wenn die Lücke des Problems erkannt ist, durch abstraktive und reduktive Prozesse mathematisiert werden muss. Danach muss die Verknüpfungsstruktur, bei arithmetischen Aufgaben oft eine Lösungsgleichung,

³ SPS ist die Abkürzung der englischen Bezeichnung des Modells: SituationProblemSolver.

erstellt und gelöst werden, bevor das Ergebnis (die numerische Antwort) wiederum semantisch in einem Antwortsatz formuliert werden kann (Reusser, 1989, S. 91 f.). Das Mehrebenenmodell des SPS wird als Flussdiagramm wiedergegeben (Abbildung 3.3).

Abbildung 3.3

Mehrebenenmodell SPS aus
Reusser (1989, S. 91)



Die Darstellung des Problemlösevorgangs bei mathematischen Textaufgaben (Abbildung 3.3) zeigt auf, dass schrittweise vorgegangen werden muss. Das Problemlösen wird „als progressives Verstehen des Problemtextes“ (Reusser, 1989, S. 76) verstanden, als „planvoller (strategischer) Aufbau einer Situationsvorstellung und deren schrittweiser Transformation in eine numerische Struktur“ (Reusser, 1989, S. 91). Ausgehend von der Textbasis wird aufgrund einer Situationsanalyse ein episodisches Situationsmodell aufgebaut. Anhand der Generierung der Fragestellung resultiert das episodische Problemmodell, welches reduziert und abstrahiert zum mathematischen Problemmodell wird. Im mathematischen Problemmodell finden anschliessend die aus dem episodischen Situationsmodell

abgeleiteten Vorstellungen ihre reduktive Umsetzung, denn aus dem episodischen Situationsmodell wird nur dasjenige beibehalten, was für die Problemlösung notwendig ist (Brunner, 2013, S. 73). Schliesslich gelangt der Lösungsprozess zu dem Punkt, an dem eine Verknüpfungsstruktur erstellt werden muss. Als mathematischer Kern wird nun eine Lösungsgleichung erarbeitet „deren prozedurale Ausführung durch arithmetische Operationen zu einer numerischen Antwort führt“ (Brunner, 2013, S. 73). Diese numerische Antwort muss in Bezug auf die Fragestellung interpretiert werden und sollte schlussendlich in einen Antwortsatz münden. Auch dieses Modell ist ein Ablaufdiagramm und wird, v. a. bei Lernenden, mehrmals durchlaufen. Deshalb werden solche Modelle als Kreismodelle bezeichnet (Leiss, 2010).

3.2.3 Modellierungskreisläufe aus Sicht der Lernenden und für die Lernenden

In Bezug auf die Schule bzw. die Unterrichtssituation muss angemerkt werden, dass man schon länger festgestellt hat, dass die Schüler und Schülerinnen beim Lösen einer Textaufgabe sehr oft nicht so sehr daran interessiert sind, ein „Ergebnis für ein *reales* Problem zu erhalten“ (Galbraith & Stillmann, 2006, S. 143, vgl. Abschn. 3.2.1, Hervorhebung der Autorin), wie Galbraith und Stillmann (2006) dies für den Modellierungsprozess voraussetzen. Die Schüler und Schülerinnen gehen vielmehr davon aus, dass der Mathematikunterricht dazu dient, Aufgaben so zu lösen, wie die Lehrperson es ihnen erklärt hat (De Corte, 2012, S. 5; Lampert, 1990, S. 32). Den Kontext der Aufgabe bzw. die Realsituation blenden sie aus. In der Mathematikdidaktik bezeichnet man dieses Phänomen als Kapitänssyndrom oder als Kapitänssymptomatik (Wikipedia, abgerufen am 19.11.21). Die Schüler und Schülerinnen gehen automatisch davon aus, dass man eine ihnen gestellte Aufgabe im Mathematikunterricht lösen kann. So „lösen“ sie auch unlösbare Aufgaben wie diese: „*Es gibt 125 Schafe und 5 Schäferhunde auf einer Weide. Wie alt ist der Schäfer?*“ (Greer, 1997, S. 293) oder: „*Auf einem Schiff sind 26 Schafe und 10 Ziegen. Wie alt ist der Kapitän?*“ (IREM de Grenoble, 1980). Dieses Phänomen wird Kapitänssyndrom genannt, weil das Grenobler Forschungsteam IREM es als erstes 1980 bei Schülern und Schülerinnen der zweiten und dritten Klasse mit der eben zitierten Kapitänsaufgabe festgestellt hat (IREM de Grenoble, 1980). Das Ergebnis wurde in vielen Ländern bestätigt (De Corte, 2012, S. 3); auch bei Schülern und Schülerinnen in höheren Klassen und auch in der Schweiz (Reusser & Stebler, 1997). Das Design dieser Studien war so angelegt, dass den Schülern und Schülerinnen eine ganze Reihe von ähnlichen Aufgaben

präsentiert wurde, von denen etliche durchaus lösbar waren, andere aber nicht (Verschaffel, De Corte & Lasure, 1994; Reusser & Stebler, 1997). Zusammenfassend kann gesagt werden, dass für die Lernenden im Mathematikunterricht das numerische Ergebnis das Ziel ist und nicht die Lösung eines realen Problems. Und dieses numerische Ergebnis halten sie dann für richtig, wenn die Lehrperson die Richtigkeit bestätigt (De Corte, 2012, S. 5; Lampert 1990, S. 32). Schüler und Schülerinnen neigen dazu, die realistischen Umstände ausser Acht zu lassen (Reusser & Stebler, 1997, S. 310). Sie sehen die Formulierungen der Textaufgabe bloss als Hülle für Rechenaufgaben. Der „Modellierungsprozess“ der Lernenden kann folgendermassen dargestellt werden (Abbildung 3.4, Greer, 1997, S. 295).

WORD PROBLEMS AND THE MODELLING OF REALITY

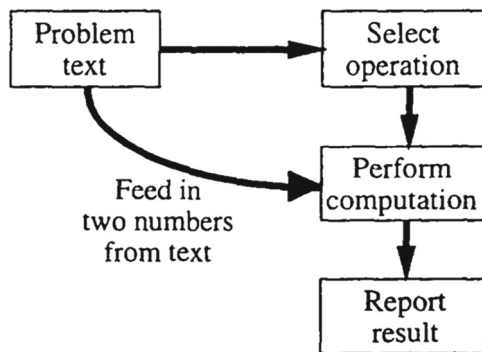


Figure 1. Superficial solutions of word problems.

Abbildung 3.4 Ungenügender Modellierungsprozess der Lernenden nach Greer, 1997, S. 295

Die Schüler und Schülerinnen ziehen aus dem Problemtext Zahlen heraus, suchen einen Rechnungsweg, vollziehen diesen und erhalten ein Ergebnis. Diese Vorgehensweise orientiert sich an oberflächlichen Strukturen und beinhaltet kein Tiefenverständnis. Aus didaktischer Perspektive hat man nun versucht, den Schülern und Schülerinnen im Unterricht einen mehr expertenhaften Modellierungsprozess zu vermitteln (De Corte, 2012). Das bekannteste Vorgehen dazu ist das Jasper-Projekt der Cognition and Technology Group der Universität Vanderbilt, bei welchem die Aufgabenstellungen in einen möglichst realen Kontext

gestellt wurden (Gerstenmaier & Mandl, 1995, S. 876). Diese Art, zu unterrichten wird auch *anchored instruction* genannt (ebd.), also eine möglichst im Alltag verankerte Unterrichtsart. Gerstenmaier und Mandl berichten, dass die Schüler und Schülerinnen in den „Jasper-Gruppen“ gegenüber dem Fach Mathematik eine weniger negative Einstellung hatten und dass sie Mathematik als relevanter für das Alltagsleben einschätzten (Gerstenmaier & Mandl, 1995, S. 876). De Corte (2012) schildert einen Modellierungsprozess mit fast denselben Schritten, wie wir ihn schon gesehen haben bei Reusser (1989) oder Blum und Leiss (2005) (vgl. 3.2.1 und 3.2.2), nämlich mit der Erarbeitung eines Situationsmodells, mit dem Entscheidungsprozess, wie das Problem zu lösen ist („Etappe 2: Decider comment résoudre le problème“ (De Corte, 2012, S. 7)), dem Durchführen des Rechnungsvorgangs, der Interpretation der Ergebnisse und der Evaluation des Endergebnisses (ebd.). Er schildert zusätzlich Heuristiken, wie die Lernenden konkret vorgehen können: Um ein Situationsmodell herstellen zu können, kann eine Zeichnung erstellt werden oder eine Liste oder eine Tabelle. Dabei müssen zugleich die wichtigen und die unwichtigen Elemente unterschieden werden und es soll das vorhandene Weltwissen einbezogen werden (De Corte, 2012, S. 7). Diese Heuristiken sollen im Unterricht betont werden. Der Unterricht soll so aufgebaut sein, dass die Lernenden eine Problemlösestrategie erwerben, welche das Weltwissen als Komponente explizit miteinbezieht und auch den Vergleich mit alternativen Lösungswegen beinhaltet (De Corte, 2012, S. 8). Der Modellierungskreislauf wird von De Corte (ebd.) folgendermassen dargestellt (Abbildung 3.5).

In diesem Unterkapitel wurde das Phänomen berichtet, dass das Weltwissen von den Lernenden beim Lösen von Textaufgaben im Unterricht oft nicht eingesetzt wird. Im folgenden Unterkapitel wird vertieft auf die Frage eingegangen, wann eine Textaufgabe im Unterrichtsetting als fertig, d. h. befriedigend gelöst betrachtet werden kann. In Abschnitt 3.2.6 wird sodann über das soeben im Modellierungskreislauf von De Corte (2012, S. 8) einbezogene Element des Vergleichs von alternativen Lösungswegen berichtet.

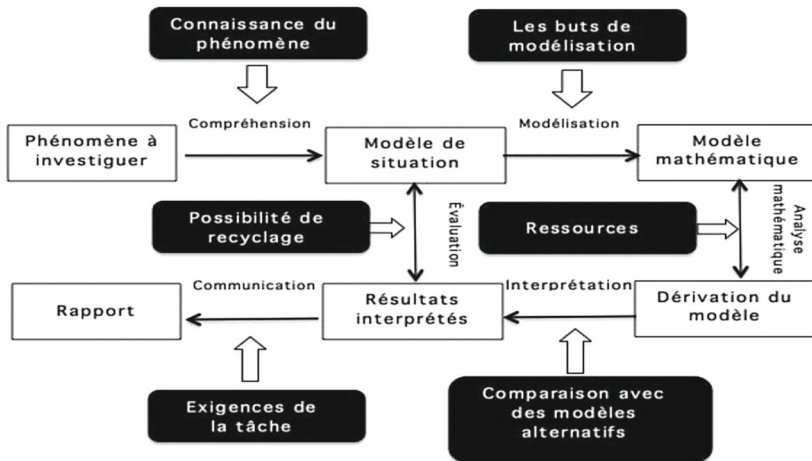


Figure 6. Vision élaborée du processus de modélisation.

Abbildung 3.5 Expertenhafter Modellierungsprozess in der Darstellung von De Corte (2012, S. 8)

3.2.4 Theorie des Problemlösens und lerntheoretische Einbettung im Mathematikunterricht: Wann ist die Textaufgabe fertig gelöst?

Wann ist eine Textaufgabe fertig gelöst? Eine erste Antwort ist: wenn ein (richtiges) Ergebnis vorliegt. Dies wäre bei realen Problemen der Fall. Bei mathematischen Textaufgaben im Unterrichtskontext muss noch präzisiert werden, ob ein numerisches Ergebnis schon ein befriedigendes Resultat ist, oder ob ein Antwortsatz formuliert sein muss. Achtet man auf den Strukturaufbau, so kann eine Textaufgabe dann als gelöst betrachtet werden, wenn «die der Aufgabe inhärente mathematische Struktur herausgearbeitet ist» (Reusser, 1997, S. 142). Dies wäre schon der Fall, wenn die Gleichung formuliert ist. Blum (2019) nennt als letzten Schritt nach dem numerischen Ergebnis den *Lösungsscheck* – allerdings ohne ihn als eigenständigen Schritt zu nummerieren (Blum, 2019, S. 187). Bei diesem wird überprüft, ob das Ergebnis auch richtig ist. Betrachtet man nun die Textaufgabenbearbeitung im Rahmen eines idealen Lehr-Lernsettings, so muss betont werden, dass mit dem Lösungsscheck und der Formulierung des Antwortsatzes die

Besprechung in einem «guten» Unterricht nicht bereits zu Ende ist. Aus lerntheoretischer Perspektive ist es sinnvoll, einen Rückblick auf das gewählte Vorgehen zu machen. Dies entspricht der Verfahrensweise nach der kognitiven Meisterlehre (*cognitive apprenticeship*), denn der letzte Schritt, die *reflection*, ist essenziell (vgl. dazu Abschnitt 3.1.3). Sowohl Reusser als auch Blum halten in ihren Schriften fest, dass für einen längerfristigen Lernerfolg und eine Transferleistung, ein Rückblick auf das Vorgehen notwendig ist. Blum (2019) formuliert zum Ertrag einer von ihm analysierten Unterrichtsstunde nämlich folgendes: „Wenn Transfer ermöglicht werden soll, muss die Lehrerin die jeweiligen geistigen Aktivitäten (z. B. Modellieren oder Problemlösen) bewusst machen. Das geschah hier durch das rückblickende Festhalten des Vorgehens“ (Blum, 2019, S. 187). Auch Reusser (2019) betont die Reflexion in Bezug auf den Transfer von Lern- bzw. Lösungsstrategien: „Stabile und transferierbare Lerneffekte sind dann zu erwarten, wenn eine durch Reflexion und Metakommunikation unterstützte Vermittlung von Strategien langfristig in Kontexte des fachlichen Verstehens eingebettet wird“ (Reusser, 2019, S. 136). Internationale Forschungsgruppen kommen zum gleichen Schluss. Sie unterstreichen ebenfalls die Wichtigkeit von Rückblicken und der Diskussion über den Lösungsweg. Schleppenbach und Kollegen (2007) bezeichnen die Diskussionen, welche erst dann beginnen, wenn die richtige (numerische) Antwort schon gesagt worden ist, als „*extended discourse*“. Das Autorenteam untersuchte das Vorkommen dieser Lehr-Lerngesprächsepisoden in Klassen der USA und in China und fand heraus, dass in China mehr und längere solcher Episoden stattfanden. Zudem konnten sie feststellen, dass der Inhalt bzw. die Qualität dieser „*extended discourses*“ in China anders war als in den USA, denn dort ging es mehr um die Verknüpfung der behandelten Aufgabe mit generellen mathematischen Regeln: «In addition, we found evidence that many of the extended discourse discussions in Chinese classrooms connected specific problems to more general mathematical rules, involved students in expressing their understanding of rules, and pushed students to express these rules formally» (Schleppenbach et al., 2007, p. 392). Die Lernenden sollten sich ihres Verständnisses der Regeln bewusst werden, in dem sie es ausformulierten.

3.2.5 Welches (mathematische) Wissen und welche (mathematischen) Kompetenzen braucht es zur Lösung von Textaufgaben?

Versucht man die Lösungsschritte eines Modellierungsprozesses gemäss ihrer Wissensart zu strukturieren, so brauchen die Lernenden zur Erarbeitung des Textverständnisses sprachliches Wissen und Lesefertigkeiten. Die Lernenden müssen den Aufgabentext und das darin Geschilderte verstehen. Einige Studien haben aufzeigen können, dass sprachliche Formulierungen das Verständnis erleichtern oder erschweren können (Reusser, 1997). So wurden Textaufgaben, deren Geschichten durch strukturierende Wörter wie ‘am Anfang’, ‘danach’, ‘schliesslich’ elaboriert sind, einfacher zu lösen sind (ebd.). Nach dem Textverstehen kann kognitionspsychologisch gesehen nicht sofort zur Mathematisierung übergegangen werden. Es muss zuerst ein so genanntes Situationsmodell entwickelt werden, welches die semantische Struktur der Aufgabe erklärt (ebd.). Der Problemtext muss, um das Situationsverständnis zu erzeugen, sinnentnehmend gelesen und verstanden werden. Blum bezeichnet dies als ‘mathematisch kommunizieren’ (Blum, 2019, S. 187). Um die Mathematisierung zu bewältigen, braucht es Modellierungskompetenzen (Blum, 2019, S. 187; vgl. dazu Abschnitt 3.2.1). Das Lösen der Gleichung verlangt prozedurales mathematisches Wissen, also mathematische Fertigkeiten: Man muss die Verfahren kennen, abrufen und richtig anwenden können. Rüede & Staub nennen es in Anlehnung an Sfard (2008) Regelwissen (Rüede & Staub, 2019, S. 191). Von Blum werden zusätzlich noch mathematische Vorstellungen (z. B. zum Variablenbegriff) genannt (Blum, 2019, S. 187). Im Folgenden wird hier auf einige Aspekte des Variablenbegriffs eingegangen, denn das Lösen von Textaufgaben erfolgt üblicherweise über lineare Gleichungen, welche Buchstabenvariablen benutzen. Der Umgang mit Variablen ist eine grundlegende Schwierigkeit für die Lernenden. Entsprechend ist die Behandlung im Unterricht nach wie vor eine didaktische Herausforderung (Hefendehl-Hebeker & Rezat, 2015). Aber was sind denn Variablen? Was ist an ihnen so schwierig? In der mathematikdidaktischen Literatur werden Variablen meist nur verwendet und nicht definiert (Malle, 1993). Auch hier wird deshalb keine Definition gewagt (vgl. für die unterschiedlichen Definitionen Schoenfeld & Arcavi, 1988). Interessant ist jedoch die Tatsache, dass der Gebrauch einer Variablen keineswegs eine ‘Erfindung’ der Mathematik ist (Malle, 1993). In der Umgangssprache gibt es etliche Wörter, welche als Variable mit eher unbestimmtem Inhalt dienen, wie etwa „Ding“, „Sache“ oder „irgendwelche“. Auch ganze Syntagmen (Teilsätze) können als Variablen dienen, wie

z. B. im Satz „Die Pension einer Witwe beträgt 60 Prozent der Pension des verstorbenen Ehemannes“. Der Ausdruck „Pension einer Witwe“ und „Pension des verstorbenen Ehemannes“ sind Variablen, genauer gesagt Wortvariablen (Malle, 1993). Nimmt man Buchstabenvariablen, so erlaubt dies ein regelhaftes Operieren (vgl. Mormann, 1981, zitiert nach Malle, 1993). Historisch betrachtet ist weiter interessant, dass schon die Mathematiker der alten Ägypter Worte wie „Haufen“ „Tage“ oder „Menschen“ als Wortvariablen verwendeten. Später in der Antike wurden für die Unbekannte in einer Gleichung die lateinischen Wörter „res“⁴ oder „cosa“ verwendet (Malle, 1993). Das Komplizierte am Variablenbegriff ist, kurz gefasst, dass mit Unbestimmten *operiert* werden muss (Husmann & Schlacht 2015, S. 113). Eine Variable ist eine unbekannte oder unbestimmte Zahl (Hefendahl-Hebeker & Rezat, 2015). Eine Variable wird oft als Werkzeug benutzt (Husmann & Schlacht, 2015, S. 114) und nicht als „Zahl“, was so manche Schwierigkeit für die Lernenden hervorbringt. Im weiteren Verlauf dieser Arbeit sind mit dem Begriff ‘Variable’ Buchstabenvariablen gemeint.

3.2.6 Vergleich der Lösungswege

Ein weiterer zentraler Aspekt beim Erwerb der Lösungsstrategien für Textaufgaben – und ebenso für andere mathematische Kompetenzen oder generell für kognitiv aktivierenden Unterricht – ist das Kontrastieren und Vergleichen. Die Lernenden sollen schliesslich am Ende ihrer Schulkarriere über die basalen (mathematischen) Kompetenzen verfügen, welche inzwischen im Rahmenlehrplan der Schweizer Gymnasien gefordert sind und in der Sekundarstufe I schon trainiert werden müssen. Das bedeutet unter anderem, dass jemand „beim Lösen einer Aufgabe auch über *Handlungsalternativen* [verfügt], um die Besonderheit der Aufgabe ausnutzen, d. h. das der Besonderheit entsprechende Handwerkszeug auswählen zu können“ (EDK, 2016, S. 4, zitiert nach Rüede & Staub, 2019, S. 190, Hervorhebung von der Autorin). Dies kann erreicht werden, indem über die verschiedenen Lösungswege im Unterricht reflektiert wird. Um aber über

⁴ Sprachhistorisch betrachtet kann man sagen, dass einige Wörter mit ursprünglich konkreter Bedeutung im Laufe der Zeit je länger je mehr zu Variablen geworden sind. Die doppelte Verneinung der romanischen Sprachen, z.B. ne...pas im Französischen, war ursprünglich keine doppelte Verneinung, sondern hatte die wörtliche Bedeutung „keinen Schritt“ (er lief keinen Schritt). Die altfranzösische Sprache war sich der Bedeutung noch bewusst und man verwendete ganz unterschiedliche Verneinungen je nach Kontext (ne...rien, ne...goute, ne...mie; *keine Sache*, er trank *keinen Tropfen*, er hatte *keinen Krümel* zu essen). (Greimas, 1980/1987, Dictionnaire de l’ancien français).

die verschiedenen Lösungswege nachdenken zu können, müssen erst einmal verschiedene Lösungswege im Unterricht vorkommen und im Lehr-Lerngespräch thematisiert werden. In der mathematikdidaktischen Forschung gibt es inzwischen verschiedene Forschungsprojekte, welche das Vergleichen von Lösungswegen im realen Unterricht untersuchen. Durkin, Star und Rittle-Johnson (2017) resümieren empirische Befunde und schliessen daraus, dass der Vergleich der unterschiedlichen Lösungswege oft thematisiert werden soll und die Lernenden selbst darüber Diskussionen führen sollten. Das SNF-Forschungsprojekt „MathFlex, Förderung von algebraischer Flexibilität. Wirkungen von Weiterbildungen zum Vergleichen von Lösungswegen im gymnasialen Mathematikunterricht“ (unter der Leitung von Rüede & Staub, 2016 – 2019) schliesst mit seiner Interventionsstudie daran an und untersucht, ob Schüler und Schülerinnen mit Lehrpersonen, welche entsprechend geschult worden sind einerseits im Vergleichen von Lösungswegen im Unterricht und andererseits darin die Lernenden diskutieren zu lassen, diese basalen Kompetenzen besser bzw. nachhaltiger erwerben. Das Kontrastieren und Vergleichen ist aus konstruktivistischer Perspektive sinnvoll, weil „die Konfrontation mit Kontrasten dazu beitragen kann, die Aufmerksamkeit des Lernenden auf relevante Merkmale des Gegenstandes zu lenken und von irrelevanten Komponenten zu unterscheiden“ (Lipowsky et al., 2019, S. 374). Es geht also grundsätzlich darum, Unterschiede und Gemeinsamkeiten herauszuschälen, denn ohne zu wissen, was denn der Unterschied ist, nimmt man das Wesentliche nicht wahr. Um etwas aufbauen zu können, muss man differenzieren können bzw. Feinheiten entdecken und Elemente in Beziehung setzen.

Wie kommen nun die einzelnen Lernenden dazu, ein oben beschriebenes Ablaufschema zur Aufgabenlösung aufzubauen? Wie kommen sie zu den Fähigkeiten, eine Textaufgabe zu lösen? Wie erwerben Lernende problemlösende Strategien? Dies wird im nächsten Kapitel behandelt.

3.3 Der Lehr-Lerndialog als kommunikative Anforderung und Lerngelegenheit in Lehr-Lernpolylogen

Die sozial-kognitive und konstruktivistische Lerntheorie geht davon aus, dass zum Aufbau von Wissens- und Denkstrukturen Lehrpersonen oder erfahrene Peers nötig sind, welche Zonen der nächsten Entwicklung (Vygotsky, 1978) bei ihren Lernenden erkennen und diese beim Erreichen des nächsten Entwicklungsschrittes in ko-konstruktiver Weise unterstützen können (Reusser & Pauli, 2015). Die

Lernenden verfügen nämlich beim Problemlösen noch nicht über alle Strukturen, welche für die Problembearbeitung notwendig sind (Pauli & Reusser, 2000; Hugener, 2008). Erwachsene und erfahrene Peers stehen in Tutoring-Situationen und bei kooperativen Lernformen zur Verfügung und können somit gemeinsam mit den Schülern und Schülerinnen den Wissensaufbau und Problemlösevorgang konstruieren. Im ersten Unterkapitel (3.3.1) wird der wissenschaftliche Forschungsstand zum Tutoring und zu Gruppenarbeiten zusammengefasst, wobei nochmals ein besonderes Augenmerk auf die Rolle der Lehrperson und ihr Verhalten gelegt wird. Dabei wird ebenfalls auf den Unterschied der Begriffe Ko-Konstruktion und Ko-Elaboration eingegangen. Anschliessend wird erläutert, welche pragmatischen Anforderungen Gespräche mit mehreren Teilnehmenden, die so genannten Polyloge, aufweisen und welche inhaltlichen situativen Rollen die Sprechenden und die Hörenden in Bezug auf ihre jeweiligen Äusserungen einnehmen können (3.3.2). Im nächsten Unterkapitel wird auf eine Form von Gesprächsführung eingegangen, die dazu entwickelt wurde, produktive Interaktionen von Schülern und Schülerinnen und zwischen ihnen zu befördern, der so genannte Accountable Talk (3.3.3).

3.3.1 Tutoring-Situationen und Gruppenarbeiten

Man weiss, dass eins-zu-eins (1:1) Tutoring-Situationen sehr effektiv sein können (vgl. u. a. Chi, Siler, Jeong, Yamauchi & Hausmann, 2001; Krammer, 2009). Diese Effektivität hängt von drei Bedingungen ab, welche allesamt zum Lerneffekt beitragen: Der Tutor/die Tutorin kann sich ganz auf den oder die ihm zugeteilte Lerner/-in einstellen und kann aus diesem Grund auf die individuellen Verständnisschwierigkeiten zugeschnittene Hinweise und Erklärungen einbringen. Das Scaffolding ist folglich genau passend (vgl. dazu die in Abschnitt 3.1.2 beschriebene *contingency*, also die Adaptivität (Van de Pol, Volman & Beishuizen, 2010)). Zudem dauert die Tutoring-Situation jeweils so lange, bis der oder die Lernende das Problem verstanden hat. Man kann also sagen, dass hier ein *mastery learning* stattfindet (Chi et al., 2001, S. 472): Es wird so lange gearbeitet, bis das Ziel erreicht ist (Bloom, 1968, 1971, zitiert nach Stangl, 2021). Zudem ist der oder die Lernende in einer 1:1-Situation ständig mental aktiv und auf die Problemstellung fokussiert. Es wurde auch festgestellt, dass die Scaffolding-Episoden, welche sich jeweils auf ein Element in der Problemlösung beziehen, meistens mindestens fünf Schritte aufweisen und nicht nur die üblichen drei IRE-Sequenzen (*Initiation – Response – Evaluation*, vgl. Mehan, 1979) wie in einer Klassenunterrichtssituation. Nach einer Anfangsfrage vom Tutor/der Tutorin

(*Initiation*) und der ersten Antwort des oder der Lernenden (*Response*) wird nicht nur ein erstes positives oder negatives Feedback (*Evaluation*) gegeben, sondern der Tutor/die Tutorin fragt beim Novizen nach, seine Antwort zu elaborieren. Am Ende (bei Chi et al., 2001 als 5. Schritt) wird meist nachgefragt, ob der Schüler oder die Schülerin das Problem nun verstanden hat. Es wird also auch auf die metakognitive Ebene eingegangen (Chi et al., 2001, S. 473) bzw. der oder die Lernende wird explizit nach seinem/ihrem Verständnisstand gefragt und zu einer Reflexion angeregt. Zudem ist der Austausch zwischen einem Experten und einem Novizen in einer 1:1-Tutoring-Situation ein interaktiver Austausch, bei dem auch der Novize einen substanziellen Teil zur Problemlösung beiträgt (Chi et al., 2001, S. 517 f.). Die Problemlösung wird ko-konstruktiv erarbeitet.

Was hier (Chi et al., 2001) und anderswo (z. B. bei Wood, Bruner & Ross, 1976) unter Tutoring-Situationen verstanden wird, sind hauptsächlich 1:1-Situationen, oft auch im ausserschulischen Kontext. Es handelt sich um eine individuelle Unterstützung eines einzelnen Lernenden (Krammer, 2009, S. 90). Ob der Tutor/die Tutorin dafür geschult ist oder nicht, wird je nach Studie unterschiedlich definiert (Chi et al., 2001, S. 472; Krammer, 2009, S. 90). Es kann auch sein, dass der Tutor/die Tutorin nur erfahrener ist im Stoffgebiet (Experte), aber keine pädagogische Ausbildung genossen hat. Somit können auch Mitschüler oder Mitschülerinnen Tutoren oder Tutorinnen sein. Dies widerspricht nicht den weiter oben gegebenen Definitionen von Scaffolding und der Zone der nächsten Entwicklung, denn sowohl Wood, Bruner und Ross (1976) als auch Vygotsky leiten ihre Konzepte von individuellen Unterstützungssituationen her, welche Eltern-Kind-Interaktionen einschließen können. Vygotsky erwähnt zudem mehrfach die «more capable peers» (Vygotsky, 1978, Kapitel 6, S. 9). In Unterrichtslektionen ist eine 1:1-Betreuung eher selten, doch Gruppenarbeiten sind inzwischen weit verbreitet. Kooperative Lernformen implizieren, meist unbewusst, manchmal auch bewusst, ein Peer-Scaffolding. Die Lernenden untereinander können sich Hilfestellungen geben, sei es durch verteilte Rollen bei der Problemlösung, was die Konzentration auf einen einzigen Aspekt fördert, oder sei es dadurch, dass Mitschüler und Mitschülerinnen noch näher beim Erwerb des Lernstoffes stehen und somit näher bei den Schwierigkeiten der anderen Lernenden sind als Lehrpersonen. Die Peers können demzufolge ein passenderes Scaffolding anbieten. Collins, Brown und Newman (1989) beschreiben dies sehr schön in ihrer Lernsoziologie am Ende ihres grundlegenden Artikels zur *cognitiv apprenticeship*.

Exploiting cooperation refers to having students work together in a way that fosters cooperative problem solving. Learning through cooperative problem solving is both a powerful motivator and a powerful mechanism for extending learning resources. As

we discussed earlier, cooperative learning and problem solving provides students with an additional source of scaffolding, in the form of knowledge and processes distributed throughout the group. One crucial aspect of distributed knowledge concerns the multiple roles that a problem solver must play to carry out a complex task successfully and one student may have difficulty integrating. [...] Cooperative problem solving enables them to share their knowledge and skills, giving students additional opportunities to grasp the relevant conceptual aspects of an overall process. In addition students are often able to help each other grasp the rationale for or distinguishing characteristics of some new concept or skill because they are closer to the problem of learning about it. Students may have a better internal model of other students' difficulties and how to address them because they have recently had the same or a similar difficulty themselves (Collins, Brown & Newman, 1989. S. 489)

Ideale kooperative Lernformen fördern ein Mit- und Voneinanderlernen: Wenn gemeinsam ko-konstruiert wird, können alle Beteiligten ihr Wissen vertiefen. Es kann folglich ko-*elaboriert* werden. Dieses Phänomen ist beim Fachbegriff Ko-Konstruktion wohl meist mitgemeint, doch Baker (2009, 2013) möchte bewusst den Begriff Ko-Elaboration einführen, um noch deutlicher zu machen, dass beide Parteien ihr Wissen vertiefen. Bakers Kritik am Begriff der Ko-Konstruktion zielt darauf, dass dieser nur aussagt, dass beide Teilnehmenden einzelne Teile zum Gesamten beitragen, während jedoch beim interaktiven Problemlösen und Aus-handeln in Diskussionen, beide Parteien ihr Wissen vertiefen, also *elaborieren*. Baker sieht den Begriff der Ko-Konstruktion eher als Bezeichnung für ein additives Verfahren, während der Begriff der Ko-Elaboration das kumulative Verfahren deutlicher zum Ausdruck bringt.

Kooperative Lernformen werden propagiert, weil sie zu einem nachhaltigen und qualitativ hochwertigen Wissenserwerb beitragen (Hasselhorn & Gold, 2006, S. 284). Die Schüler und Schülerinnen arbeiten in kleinen Gruppen und helfen sich gegenseitig beim Erwerb von Kenntnissen und Fertigkeiten. Das kooperative Lernen ist ein aktives, selbstständiges und soziales Lernen und trägt nicht nur zur Qualität und der bessern Anwendbarkeit des erworbenen Wissens bei, sondern ist zugleich auch motivierend (ebd.). Jedoch ist zu bedenken, dass nicht jede Gruppenarbeit als kooperative Lernform bezeichnet werden kann (Johnson & Johnson, 2002). Es genügt nicht, die Schüler und Schülerinnen einfach an einen gemeinsamen Tisch zu setzen. Johnson und Johnson (1994, zitiert nach Hasselhorn & Gold, 2006, S. 286) erläutern fünf Basismerkmale für kooperative Lernformen, nämlich die *positive Interdependenz* (der Arbeitsauftrag muss so formuliert sein, dass eine wechselseitige Verantwortlichkeit gegeben ist: Das Lernziel braucht eine koordinierte Zusammenarbeit und kann nicht allein erreicht werden), die *individuelle Verantwortlichkeit*, die *förderlichen Interaktionsstrukturen*, die *kooperativen Arbeitsformen* und die *Gruppenreflexion*. Zentral in Bezug

auf Lehr-Lerngespräche sind besonders die Interaktionen, denn nur wenn bei Gruppenaufträgen auch miteinander kommuniziert wird, kommen die Vorteile des kooperativen Lernens zum Vorschein: Die Lernenden sollten sich gegenseitig den Sachverhalt erklären, einander korrigieren usw., was auch zum Elaborieren des eigenen Wissens führt (Hasselhorn & Gold, 2006, S. 287). Dabei kommt auch ein gegenseitiges Scaffolding zum Tragen.

Nach Slavin (1993) können die Vorzüge von kooperativen Lernformen aufgrund von unterschiedlichen Theoriekonzepten begründet werden, welche dann jeweils den einen oder den anderen Punkt besonders hervorheben. Er unterscheidet eine *Entwicklungsperspektive*, welche die Bedeutung der sozio-konstruktiven Konflikte für den Lernerfolg betont. Diese werden durch Lehr-Lerndialoge aufgelöst, da nie alle Mitglieder einer Meinung sind und somit die Ideen der anderen einen kognitiven Konflikt auslösen. Dieser kognitive Konflikt bewirkt, dass die Wissensstruktur akkommodiert werden muss (vgl. dazu Abschnitt 2.1.2). Die Perspektive der *kognitiven Elaboration* beruht auf sehr ähnlichen Argumenten, denn auch sie betrachtet Lernen als eine Veränderung und Verfeinerung von Wissensstrukturen. Die Integration von neuen Informationen in bereits vorhandene Wissenseinheiten kann besonders dann erfolgen, wenn elaborative Lernstrategien angewendet werden. Als elaborativ bezeichnet man ein lernstrategisches Vorgehen, bei dem Anknüpfungspunkte gezielt generiert und expliziert werden. Dies kann z. B. durch Erklärungen, durch Fragenstellen oder durch das Suchen von Beispielen und Gegenbeispielen geschehen (Hasselhorn & Gold, 2006, S. 287), was besonders in Lerndialogen angeregt wird. Slavin (1993) stellt fest, dass dies speziell im Peer-Tutoring Wirkung zeigt und dass Studien herausgefunden haben, dass dadurch für beide Dialogpartner Lernerfolge nachgewiesen wurden (Slavin, 1993, S. 160 f.). Auch Motivationstheorien können Argumente für kooperative Lernformen liefern. Slavin (1993) unterscheidet eine *motivationale Perspektive* und eine *Perspektive der sozialen Kohäsion*. In Bezug auf die letztere kann ein Bezug zu Deci und Ryan (1993) gemacht werden, welche neben der Kompetenz- und Autonomieerfahrung als dritten wichtigen Punkt zur Erhaltung der Lernmotivation die soziale Eingebundenheit nennen. Dies sind alles Gründe dafür, dass geschickt angeleitete Gruppenarbeiten positive Effekte hervorbringen.

Doch was bedeutet „geschickt angeleitete“ Gruppenarbeiten? Was muss die Lehrperson dazu beachten? Da es besonders auf die Qualität der Interaktionen der Schüler und Schülerinnen untereinander ankommt, muss die Lehrperson diese Qualität so gut wie möglich sicherstellen. Damit Gruppenarbeiten zu einer kooperativen Lernform werden, muss die Aufgabenstellung so sein, dass die Schüler und Schülerinnen gemeinsam die Lösung eines Problems erarbeiten oder gemeinsam ein geteiltes Verständnis einer Situation entwickeln (Pauli & Reusser, 2000).

Dazu braucht es eine synchrone, koordinierte und ko-konstruktive Aktivität aller Teilnehmenden, damit eine vertiefte Auseinandersetzung mit der Problemstellung erfolgt. Dies genügt jedoch noch nicht, um die Qualität der Lerndialoge und die Qualität des Ergebnisses sicherzustellen. Pauli und Reusser (2000) plädieren daher für eine weit bedeutendere Rolle der Lehrperson während der Gruppenarbeiten als andere Forschende (z. B. Nürnberger Projektgruppe, 2001) dies tun. Die Lehrperson soll nicht nur als *Choreograph/-in und Designer/-in* für eine gute Aufgabenstellung und eine gute Lernatmosphäre wirken und im regulären Unterricht immer wieder ein *Verhaltensmodell für kooperatives Arbeiten und Problemlösen* sein, sondern auch während der Gruppenarbeiten die Schüler und Schülerinnen als *Lerncoach und Beraterin* unterstützen (Pauli & Reusser, 2000). Denn sie ist die *Expertin für den Lerngegenstand* und muss, wie oben gesagt, auch für die Qualität des Ergebnisses einstehen. Schliesslich ist die Lehrperson *Moderatorin und Managerin des Lerngeschehens* und am Ende der Gruppen- oder Partnerarbeiten für die Sicherung der Ergebnisse verantwortlich (Pauli & Reusser, 2000).

Eine Gefahr besteht darin, dass Lehrpersonen viel zu oft in das Geschehen eingreifen, was die Studien der Nürnberger Projektgruppe (2001) aufgezeigt haben. Das Ziel kooperativer Lernformen ist schliesslich, dass die Schüler und Schülerinnen zu mehr Selbstständigkeit und eigenständiger Lernverantwortung gelangen. Die Nürnberger Projektgruppe empfiehlt den Lehrpersonen in der Praxis, sich mit sogenannt invasivem Eingreifen zurückzuhalten. Unter invasivem Eingreifen verstehen sie, wenn die Lehrperson sich in die Gruppenarbeit der Lernenden einmischt, ohne dass die Lernenden zuvor die Lehrperson gerufen haben. Viele Lehrpersonen haben die Tendenz, die Gesprächsführung zu übernehmen und dabei den Schülern und Schülerinnen auch noch ihren eigenen Lernweg aufzudrängen (vgl. Abschnitt 3.2.1, Leiss, 2010, S. 197). Falls die Lehrperson eingreift, sollte sie zuvor aufmerksam dem aktuellen Gespräch zuhören und sich über den aktuellen Stand der Gruppe informieren (Nürnberger Projektgruppe, 2001). Dies verfolgt den Zweck, dass die Lehrperson sich an den Argumentationsstrang der Lernenden anschliesst und eine ko-konstruktive Hilfestellung gibt. Wir gehen folglich davon aus, dass in Tutoring-Situationen und Gruppenarbeiten mit oder ohne Lehrpersonenbeteiligung alle gemeinsam an der Lösung eines Problems arbeiten und sich folglich die Argumentationen aufeinander beziehen.

3.3.2 Polyloge und Konzepte von Beteiligungsrahmen (participation framework und Produktdesign)

Kooperative Gruppenarbeiten sollen das Mit- und Voneinanderlernen fördern. Dazu braucht es eine aktive Teilnahme aller Beteiligten am Lehr-Lerngespräch und am Problemlöseprozess. Doch was meint aktive Teilnahme am Lehr-Lerngespräch? Diese Frage soll zuerst in Betrachtung des «Beteiligungsrahmens» (*participation framework*) von Goffman (1981)⁵ auf einer linguistischen Ebene behandelt werden, bevor das daraus entwickelte Produkt- und Rezipientendesign die Involviertheit der Sprechenden in Bezug auf die Inhaltsebene vorgestellt wird (Brandt, 2004; Krummheuer & Brandt 2001; Krummheuer & Fetzer, 2005).

Bedeutsam bei Gesprächen in Gruppenarbeiten und in Klassenlektionen ist, dass mehr als nur zwei Interaktionspartner⁶ daran teilnehmen. Ich bezeichne diese Gespräche mit mehr als zwei Personen als Polyloge. Im alltäglichen Sprachgebrauch kann man Gespräche als Dialoge bezeichnen, denn das aus dem Altgriechischen stammende Fremdwort Dialog bedeutet *ein Gespräch unter zwei oder mehr Personen* (Meyer & Steinthal, 1973). Ursprünglich ist der Begriff hinsichtlich der Zahl der Sprecher folglich nicht spezifiziert. Der Ausdruck wurde jedoch früh auch synonym für Zwiegespräch verwendet, was zu abgeleiteten Begriffen wie Monolog, Trialog und Polylog für Gespräche mit einen, drei und mehr Sprechenden führte (Glück & Rödel, 2016). Die erziehungswissenschaftliche Forschergruppe um Krummheuer spricht über polyadische Interaktionen (Krummheuer & Brandt 2001, S. 38) und betont folglich mit diesem Begriff ebenso, dass es für die Analyse dieser Gespräche bedeutsam ist, dass sie nicht nur ein Hin- und Her zwischen zwei Interaktanden bezeichnen, sondern zwischen einer Vielzahl von Teilnehmenden. Wenn wir Unterrichtssituationen untersuchen, bei denen eine Lehrperson als Experte ihrer Schülerschaft als Ganzes etwas vermitteln will, so muss man stets bedenken, dass die Lernenden Einzelpersonen sind. Dies hat schon Aebli konstatiert, als er warnend festhielt: „Besonders verbreitet ist die Tendenz der Lehrer, die Klasse als einen einzelnen Gesprächspartner wahrzunehmen und zu behandeln, d. h. eine einzige richtige Antwort als Zeichen für das allgemeine Verständnis anzusehen [...]“ (Aebli, 1983/1998, S. 266).

⁵ Erving Goffman (1922 – 1982) hat Soziologie studiert und als Soziologe gearbeitet, jedoch fanden seine Erkenntnisse auch und besonders in der Linguistik innerhalb der Konversationsanalyse grosse Beachtung.

⁶ Im folgenden Abschnitt wird nur die männliche Form für Wörter wie *Interaktionspartner*, *Gesprächspartner*, *Sprecher* und *Hörer* verwendet, weil diese hier als linguistische Fachtermini gebraucht werden. Es sind selbstverständlich auch weibliche Personen mitgemeint, welche diese Rollen einnehmen.

Lehrer-Schülergespräche sind keine 1:1-Situationen. Die Lehrperson muss sich stets bewusst sein, dass eine Vielzahl von (Zu)Hörern mit unterschiedlichem Wissensstand ihren Redebeitrag verfolgt. Dies wissen Lehrpersonen implizit selbstverständlich und dies wissen auch Sprechende in Alltagsgesprächen. Goffman (1981) jedoch hat mit seinem so genannten *participation framework* ein Theoriekonzept entwickelt, um die Unterschiedlichkeit der Zuhörenden wissenschaftlich genauer zu differenzieren. Analysiert man Gespräche mit Fokus auf die Aufmerksamkeit der Angesprochenen und ihrer Adressiertheit, so zeigt sich, dass es verschiedene Grade von Hörern bzw. Zuhörern gibt. Der (Zu)hörer kann einerseits unterschiedlich aufmerksam sein und andererseits vom Sprechenden in unterschiedlichen Graden adressiert sein. Bei der Betrachtungsweise von Goffman (1981) geht es um die Aufmerksamkeit der (Zu)hörenden und der vom Sprecher beabsichtigten Intensität der (Zu)hörerrolle. Diese verschiedenen Grade der Aufmerksamkeit können sich von Äusserung zu Äusserung ändern, da Gespräche dynamisch sind. Die Feineinteilung der Hörerrolle nach Goffman (1981) ist vom Sprechenden her gedacht und in Abbildung 3.6 mit den englischen Fachbegriffen und der deutschen Übersetzung dargestellt.

Recipients (Empfänger)			
Ratified Recipients (ratifizierte Empfänger)		Bystanders (Zuschauer)	
Addressed Recipients	Unaddressed Recipients	Overhearers	Eavesdroppers
Gesprächspartner	Zuhörer	Mithörer	Lauscher

Abbildung 3.6 Participation framework nach Goffman (1981)

Diese Einteilung der Hörerrolle bezweckt, das Spektrum der Involviertheit der Hörenden aufzuzeigen. Je nach Aktivitätsgrad, die der Hörer einnimmt (oder einnehmen müsste), wird eine andere Reaktion erwartet. Ein «angesprochener Hörer» (*addressed recipient*) ist der Gesprächspartner, d. h. er muss nach den Regeln der Kommunikation Hörsignale aussenden, Back-Channel-Signale bzw. Rezeptionssignale wie „Hmm“ äussern, den Sprechenden ab und zu anschauen und er ist bei einem Dialog oder Polylog aufgefordert, gelegentlich die Sprecherrolle zu übernehmen. Für die unangesprochenen Hörer (*unaddressed recipients*) sind diese Regeln weniger fix, d. h. sie können, müssen aber nicht, Back-Channel-Signale aussenden oder die Sprecherrolle übernehmen. Von den Mithörern (*overhearers*) wird es nicht erwartet und von den Lauschern (*eavesdroppers*) wäre es sogar regelverletzend, wenn sie es tun.

Dem Sprechenden obliegt es, den Hörerstatus zu definieren: An den verschiedenen (Personal-) Pronomen wie z. B. *du* vs. *ihr* / *du* vs. *wir* / *wir* vs. *ihr*⁷), die verwendet werden, erkennt man, auch als Beobachtende, die Absicht des Sprechers, wie er die Hörenden adressieren will. Ein erster Indikator, wer von den potenziellen Zuhörenden adressiert ist, ergibt sich also aus der Beachtung der Adressierungsformen. Adressierungsformen sind neben den (Personal-) Pronomen z. B. auch die Namen der Schüler und Schülerinnen. Die Funktionen der Adressierung sind vielfältig und begründen sich auf verschiedenen, manchmal zusammenspielenden Motiven. Die Adressierungsform kann z. B. zur Herstellung der Aufmerksamkeit, zur Erhöhung der Aufmerksamkeit, zum Zuweisen der Reaktionsverpflichtung (Hartung, 2001), zur Selektion des direkten Adressaten aus einer Gruppe von Rezipienten oder zur Strukturierung des Beitrags dienen, um hier nur diejenigen Funktionen zu nennen, die für Lehr-Lerngespräche zentral sind. In Unterrichtsgesprächen bedeutet dies, dass eine Lehrperson bei der von ihr gewählten Adressierungsform immer auch, zumindest implizit, didaktische Hintergedanken hat und ihren Beitrag auf verschiedene Rezipienten zu steuern versucht.

Betont werden soll nochmals, dass es bei der Analyse von Lehr-Lerngesprächen zentral ist, beide Rollen (Sprecher und Hörer) zu beachten und ihr Verhalten zu studieren. Betrachtet man den Sprecher, so hat dieser die Aufgabe zu lösen, dass sich ein Gegenüber – oder in einer polyadischen Konstellation mehrere Gegenüber – angesprochen und zu einer Reaktion verpflichtet fühlt. Da in dieser Studie nicht Alltagsgespräche, sondern institutionelle Interaktionen untersucht werden (Mondada, 2006), kann diese Reaktion sehr oft auch nicht sprachlich handelnd oder im Falle der Wissensvermittlungsgespräche auch (nicht sichtbar) denkend sein. Im Falle von Problemlöse-Polylogen im Unterricht kann die Reaktion z. B. auch im (schrittweisen) Lösen der Textaufgabe bestehen, d. h. die Reaktion kann sich schriftlich – die Schüler und Schülerinnen schreiben etwas auf ihr persönliches Notizblatt oder die Lehrperson fixiert eine Erklärung der Lernenden auf die Tafel oder auf ein gemeinsames Arbeitsblatt – oder mündlich kundtun. Es kann folglich bei beiden Interaktionsgruppen (Lehrperson und Schüler und Schülerinnen) der Fall sein, dass die Reaktion auf eine Äußerung nicht zwingend in sprachlicher Form geschieht, dass die Äußerung jedoch dennoch ihre Funktion erfüllt hat. Denn Äußerungen haben oft das Ziel, zum Handeln

⁷ Anmerkung zum «*wir* vs. *ihr*»: Für Lehr-Lerngespräche ist der Grad der Involviertheit der Lehrperson in die Problemlösung auf emotionaler Ebene bedeutsam. Ob eine Lehrperson sagt, «*wir* haben beschlossen, eine lineare Gleichung zu erstellen» oder «*ihr* habt beschlossen, eine lineare Gleichung zu erstellen» impliziert eine ganz andere Konnotation.

anzuregen, dies besonders, wenn es um einen Problemlöseprozess geht. Die Komplikation bei der Analyse von Polylogen besteht weiterhin darin, dass eine einzige Äußerung vom Sprecher von jedem Rezipienten jeweils anders interpretiert und gedeutet werden kann.

Nachdem nun die Differenzierung der Intensität der Hörerrolle dargelegt worden ist, geht es in diesem Abschnitt um die Grade der Autonomie für die Beiträge der Sprechenden. Da es sich bei Lehr-Lerngesprächen um Interaktanden mit unterschiedlichem Wissensstand handelt, und da die Forschung schon mehrfach aufgezeigt hat, wie wichtig es ist, dass sich auch die Lernenden, also die Beteiligten mit eher wenig Wissen zum Problembereich, aktiv einbringen (vgl. z. B. Pauli & Reusser, 2000), wurde in der Forschungsliteratur nach einem Konzept gesucht, mittels dessen man möglichst genau erfassen kann, inwiefern die Lernenden sich wirklich inhaltlich aktiv mit ihren Beiträgen einbringen. Das so genannte Produktdesign versucht dies zu ermöglichen, indem es erlaubt, die Beiträge der Sprechenden in der Art ihrer Authentizität und Originalität zu differenzieren. Das Konzept des Produktdesigns, welches von Krummheuer und seinen Mitarbeitenden (Krummheuer & Brandt, 2001; Brandt, 2004; Krummheuer & Fetzer, 2005; Fetzer, 2007) in die Erziehungswissenschaft eingeführt wurde, unterscheidet vier *Autonomiegrade der Sprechenden*, die eine unterschiedliche Rolle haben in Bezug auf den Grad des (selbstkreierten) Inhaltes der Äußerung und auf die Formulierung: Es wird erfasst, ob der Sprecher jeweils für das Gesagte die volle inhaltliche und die volle formulatorische Verantwortung trägt – oder eben nicht. Die Rolle der Sprechenden im Argumentationsgang kann mit den Begriffen aus Abbildung 3.7 detailliert beschrieben werden.

Verantwortlichkeit Sprechende	Lautliche Äußerung	Formulierung	Inhalt	Verantwortlichkeit Nicht-Sprechende	Formulierung	Inhalt
KreatorIn	Ja	Ja	Ja			
TraduziererIn	Ja	Nein	Ja	FormularIn	Ja	Nein
ParaphrasiererIn	Ja	Ja	Nein	InitiatorIn	Nein	Ja
ImitierIn	Ja	Nein	Nein	InventorIn	Ja	Ja

Abbildung 3.7 Verantwortlichkeiten für die mündlichen Äußerungen (Brandt, 2004, S. 35)

Mündliche Äußerungen können bei näherer Betrachtung in drei Bestandteile unterteilt werden, nämlich in die lautliche Äußerung, d. h. in die akustische Realisierung, in die verbale Formulierung und in die inhaltliche Funktion. Diese drei Bestandteile können bei Interaktionen auf eine oder auf mehrere Personen

verteilt sein (Krummheuer & Brandt, 2001, S. 41). Hat der Sprechende für das von ihm Gesagte die volle inhaltliche und die volle formulatorische Verantwortung, dann wird er als *Kreator* bezeichnet. Äußerungen von Sprechern, die zwar vom Sprecher mündlich gesagt, für die der Sprecher aber weder für den Inhalt noch für die Formulierung die volle Verantwortung trägt, bezeichnet man als Imitatoräußerungen. Der Sprechende ist der *Imitator*. Dieses Konzept beruht ursprünglich auf Untersuchungen von Goffman (1981), der es folgendermassen illustriert: „Plainly, reciting a fully memorized text or reading aloud from a prepared script allows us to animate words we had no hand in formulating, and to express opinions, beliefs, and sentiments we do not hold“ (Goffman, 1981, S. 145). Dies wird von der Gruppe um Krummheuer übertragen auf Äußerungen, die zuerst ein anderer innerhalb desselben Gespräches gesagt hat. Denn besonders im Lehr-Lerngespräch wissen wir von diesen Äußerungen nicht, ob der jetzige Sprecher sie auch dann gesagt hätte, wenn ein vorhergehender Sprecher sie nicht zuerst formuliert hätte. Wir wissen folglich nicht, ob dieser Inhalt bereits in den Gedanken des jetzigen Sprechenden vorhanden gewesen ist. Häufige Beispiele von Imitatoräußerungen sind Wiederholungen (und elliptische Wiederholungen) ohne eigenes Dazutun von wertenden Wörtern (wie „ja“, „gut“ etc.) oder inhaltlichen neuen Wörtern. Der Imitator⁸ ist folglich im Autonomiegrad der Äußerung das Gegenstück zum Kreator.

Das Produktdesign unterscheidet zusätzlich noch den Traduzierer und den Paraphrasierer. „Übernimmt ein Sprecher (fast) identisch die Formulierungen von Teilen einer vorangegangenen Äußerung und versucht damit eine eigene, neue Idee auszudrücken, dann nennen wir den Sprechenden einen *Traduzierer*. Traduktion ist ein Begriff aus der klassischen Rhetorik und meint die Wiederholung eines Wortes in veränderlicher Form oder mit anderem Sinn“ (Duden, 1990, S. 786, zitiert nach Krummheuer & Fetzer, 2005, S. 76). Diese Definition ist für die Interpretation der Äußerungen wörtlich zu nehmen: Wenn ein Sprecher die Formulierung einer vorangehenden Äußerung wörtlich übernimmt, ihr aber durch eine andere Gewichtung, z. B. durch die Tonlage, einen anderen Sinn gibt, ist es keine Imitation, sondern eine Traduktion. Krummheuer und Fetzer (2005) schildern ein Beispiel, in dem die Lehrerin die Worte eines Schülers wortwörtlich wiederholt, aber mit anderer, fragender Intonation. Diese Intonation zeigt,

⁸ Die Ausdrücke *Imitator* und *Imitier* werden als Synonyme verwendet. Diese Begriffe sind Fachbegriffe und werden in der Alltagssprache nicht oder nicht in diesem Sinne verwendet. Die Grundidee ist, wie in der Definition beschrieben, den Vorgang der Imitation zu betonen: Der Begriff *Imitator* verwendet dazu das lateinische Suffix -tor; der Begriff *Imitier* ist – quasi – die deutsche Übersetzung davon. Dies gilt auch für die Begriffe Traduktor und Traduzierer und die weiteren Begriffe des Produktdesigns.

dass die Lehrerin nicht mit dem Inhalt der Äusserung einverstanden ist und weist dem Satz eine „neue Idee, die des Zweifels oder der Ablehnung, zu“ (Krummheuer & Fetzer, 2005, S. 77). Übernimmt ein Sprecher jedoch die Idee einer vorangehenden Äusserung und versucht, diese mit eigenen, neuen Formulierungen auszudrücken, dann nennen wir diesen Sprechenden einen *Paraphrasierer*. «Unter Paraphrase versteht man die „Umschreibung eines sprachlichen Ausdrucks mit anderen Wörtern oder Ausdrücken [...]» (Duden, 1990, S. 574 zitiert nach Krummheuer & Fetzer, 2005, S. 76).

Neben diesen vier Rollen der Sprechenden kann das Konzept des Produktdesigns auch die Rolle der Nicht-Sprechenden für den Argumentationsgang genauer bestimmen. Wenn nämlich der Sprechende nicht die ganze Verantwortung für den Inhalt und die Formulierung der Äusserung trägt, wenn der Sprechende also nicht die Kreatorenrolle innehat, dann hat ein Nichtsprechender in diesem Turn die Rolle, die Verantwortung für den Inhalt oder für die Formulierung zu tragen. Man unterscheidet nach Brandt (2004) folgende Verantwortlichkeiten der Nicht-Sprechenden: Formulator, Initiator und Inventor (Abbildung 3.7). Falls der Sprechende ein Traduzierer ist, dann hat ein Nicht-Sprechender die Formulierung der Äusserung in einem vorhergehenden Turn gemacht. Dieser ist folglich der Formulator. Falls der Sprechende ein Paraphrasierer ist, dann hat ein Nicht-Sprecher diesen Inhalt schon einmal in anderen Worten gesagt. Der Nicht-Sprechende ist demzufolge ein Initiator. Dieser Begriff ist wiederum vom Lateinischen übernommen. *Initiare* heisst ‘beginnen’. Der Initiator hat begonnen, den Inhalt zu formulieren, der Paraphrasierer formuliert es in ähnlichen Worten bzw. formuliert denselben Inhalt um. Falls der Sprechende ein Imitierer ist, dann hat ein Nicht-Sprechender diesen Inhalt und die Formulierung in einem vorhergehenden Turn schon einmal geäussert. Der Nicht-Sprecher ist folglich vollumfänglich der Erfinder der Äusserung, er ist der Inventor. Das lateinische Wort *invenire* meint *entdecken, erfinden, auf etwas kommen*.

Wichtig zu unterscheiden ist in der Gesprächsanalyse, dass ein Nicht-Sprechender nicht unbedingt ein Hörer sein muss. Hörer und Nicht-Sprecher haben verschiedene Funktionen. Der Hörer muss aufmerksam sein und soll den Sprecher zu weiteren Äusserungen animieren, in dem er, wie bereits dargestellt, Rückmeldesignale gibt. Der Nicht-Sprechende jedoch hat zuvor im Gesprächsverlauf thematische Punkte eingebracht, auf welche sich der „jetzt-Sprechende“ bezieht. Der Nicht-Sprechende muss grundsätzlich nicht einmal anwesend sein bei der jetzigen Äusserung. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Anwendung des Produktdesigns bei Unterrichtsanalysen den Zweck erfüllt, den erhofften Autonomiezuwachs der Lernenden im Rahmen der Partizipation differenzierter zu

erfassen. Zudem zeigt eine Analyse nach dem Produktdesign die Verteilung der Verantwortung bei kollektiven Argumentationen auf.

Bei unterrichtlichen Problemlösegesprächen in Polylogen geht es aber nicht nur darum, dass die Beteiligten gemeinsam eine Argumentation entwickeln, um das Problem zu lösen, sondern die Lernenden sollen durch diese Tätigkeit die Struktur des Lösungsprozesses aufbauen und somit erlernen. Aus diesem Grund sollen die Lernenden möglichst viel am Argumentationsstrang teilnehmen. Mit der Gesprächsführung nach den «Regeln» des so genannten *Accountable Talk* wurde für die Lehrpersonen ein Instrument entwickelt, um den Lernenden mehr Möglichkeiten zu bieten, aktiv – und substanziell – an Lehr-Lernpolylogen teilzunehmen. Diese Art der Gesprächsführung soll zudem dazu dienen, dass die Lernenden auch untereinander zu produktiven Interaktionen befähigt werden. Im nächsten Kapitel wird auf diese Art der produktiven Klassengespräche eingegangen.

3.3.3 Die Gesprächsführung nach den Regeln des Accountable Talk

In der Fachliteratur ist es inzwischen unumstritten, dass ein dialogischer Diskursaufbau sich für das Lernen eignet (vgl. u. a. O'Connor, Michaels, Chapin & Harbaugh, 2017). Allerdings steht ebenfalls fest, dass diese Art, lernförderliche Gespräche im Klassensetting zu führen, noch zu wenig Anwendung findet. Ein vermuteter Grund dafür ist, dass es für die Lehrperson sehr herausfordernd ist, sowohl auf Klarheit und Kohärenz als auch auf korrektes Fachwissen und auf eine ausgeglichene Partizipation der Schüler und Schülerinnen zu achten (O'Connor, Michaels, Chapin, Harbaugh, 2017). So haben Emanuelsson und Sahlström (2008) in ihrer vortrefflich betitelten Publikation *The Price of Participation* herausgefunden, dass der Fachinhalt bei intensiver Einflussnahme der Schüler und Schülerinnen auf die Struktur und Gliederung der Klassengespräche meist abgeschwächt und banalisiert wird. Die Lehrperson sollte deshalb die Kontrolle über den Wissensgehalt des Lernstoffes nicht ausser Acht lassen und das Verstehen der Lernenden fortlaufend überwachen.

Die Gruppe um Resnick arbeitet seit Langem daran, eine gute Gesprächskultur im Unterricht in den USA zu etablieren. Die Grundgedanken zu lernförderlichen Gesprächszügen (*teacher moves*) sind seit mindestens 20 Jahren publiziert (Michaels, O'Connor & Hall with Resnick, 2002). Inzwischen haben sich auch andere Bezeichnungen für dieselbe oder eine sehr ähnliche Art der Gesprächsführung ausgebreitet. Chapin, O'Connor und Anderson (2009) nennen es *academically productive talk*; die Gruppe um Mercer spricht von *exploratory talk* (Mercer, 1995). Im Folgenden werden die Gesprächszüge, welche sich für die Gruppe um Resnick als besonders produktiv erwiesen haben, vorgestellt, denn sie bieten nicht nur einen theoretischen Rahmen, sondern können auch als Analyseinstrument dienen. Diese Gesprächskonzeption wurde entwickelt, um die Diskursivität der Lehr-Lerngespräche zu fördern, um schliesslich wegzukommen vom I-R-E-Mechanismus (Mehan, 1979) hin zu einer auf mehr Ausgewogenheit und mehr Dialogizität beruhenden Interaktion. Zudem geht es nicht nur darum, dass Lehr-Lerngespräche mit Präsenz der Lehrperson auf diese Art geführt werden, sondern das übergeordnete Ziel besteht darin, dass in dialogischen Klassenzimmern mehr produktive Interaktionen zwischen den Lernenden stattfinden (Clarke, Howley, Resnick, Penstein Rosé, 2016, S. 27). In Abbildung 3.8 sind zwölf Arten von Gesprächszügen (*teacher moves*) definiert: Wenn die Lehrpersonen Äusserungen dieser Art in ihre Lehr-Lernpolyloge einfliessen lassen, dann werden die Lernenden zur Verstehensbildung angeregt. Im Fokus steht dabei insbesondere, dass alle aufeinander hören und sich mit den geäusserten Gedanken der anderen auseinandersetzen. Es soll gemeinsam gelernt oder ein Problem gelöst werden.

Die zwölf lernförderlichen Gesprächszüge der Lehrpersonen sind in Abbildung 3.8 im englischen Originaltext wiedergegeben (nach Michaels, O'Connor & Hall with Resnick, 2002). Es geht im Besonderen darum, dass fachlich gehaltvolle Diskussionen geführt werden. Diese Gesprächszüge beinhalten drei grundlegende Verantwortungsbereiche, nämlich (1) dass die Lernenden die Verantwortung für die Gruppe als Lerngemeinschaft (*accountability of the learning community*), (2) für die Korrektheit der Inhalte (*accountability of accurate knowledge*) und (3) für folgerichtiges Denken und Argumentieren (*accountability of rigorous thinking*) übernehmen (Michaels et al. 2010, S. 28–32; Übersetzung der Fachbegriffe auf Deutsch übernommen von Staub, 2019). Eine ausgewogene Partizipation der Lernenden soll folglich mit korrektem Fachinhalt verbunden werden.

1. Marking direct attention to the value and importance of a student's contribution.
2. Challenging students	...redirect a question back to the students or use student's contributions as a source for a further challenge or query.
3. Modeling make one's thinking public and demonstrate expert forms of reasoning through talk.
4. Recapping make public, in a concise, coherent form, the group's achievement at creating a shared understanding of the phenomenon under discussion.
5. Keeping the channels open ensure that students hear each other, and remind them that they must hear what others have said.
6. Keeping everyone together ensure that everyone not only heard, but also understood, what a speaker said.
7. Linking contributions	... make explicit the relationship between a new contribution and what has gone before.
8. Verifying and clarifying	... revoice a student's contribution, thereby helping both speakers and listeners to engage more profitably in the conversation.
9. Pressing for accuracy	... hold students accountable for the accuracy, credibility, and clarity of their contributions.
10. Building on prior knowledge	... tie a current contribution back to knowledge accumulated by the class at a previous time.
11. Pressing for reasoning	... elicit evidence and to establish what contribution a student's utterance is intended to make within the group's larger enterprise.
12. Expanding reasoning	... open up extra time and space in the conversation for student reasoning.

Abbildung 3.8 Talk moves and functions, accountable talk (Michaels et al., 2002)

Es stellt sich die weitergehende Frage, inwiefern nun alle Schüler und Schülerinnen gleichermaßen an der mündlichen Erarbeitung der Problemlösung beteiligt sein müssen, um einen Lernerfolg zu erreichen. Clarke et al. (2016) haben festgestellt, dass es bei den mündlichen Beiträgen nicht nur darum geht, die kognitiven Prozesse sichtbar zu machen, sondern dass die Beteiligung zudem das Wechselspiel zwischen den Interaktionspartnern ausdrückt und die soziale Einbettung des Lernprozesses und deren Geschichte:

“Student participation in dialogic class discussions is not simply an externalization of cognitive processes, but also comprised of the dynamic interplay between interlocutors in dialog, the social context in which learning dialogs are situated, and the histories that structure these relationships” (Clarke et al., 2016, S. 28.).

Es ist offensichtlich, dass jeweils nie alle Lernenden gleichviel zur Lösungsfindung beitragen. O’Connor et al. (2017) haben sich nun die Frage gestellt, inwiefern die Lehrpersonen auf eine gleichmässige Beteiligung der Lernenden achten müssen. Das Resultat ihrer Studie besagt, dass es keinen Bezug zwischen der effektiven mündlichen Beteiligung des einzelnen Lernenden und dem Lernerfolg gibt. Das Autorenteam hält es jedoch für sehr wahrscheinlich, dass der Lernerfolg derjenigen Schüler und Schülerinnen, welche sich fast nicht beteiligten, nur in denjenigen Klassen nicht abfiel, in denen generell eine gute Gesprächskultur die Regel ist. Es konnte nämlich beobachtet werden, dass auch mündlich nicht teilnehmende Schüler und Schülerinnen engagiert und geistig aktiv waren (O’Connor et al., 2017). Es existiert in diesen Klassenräumen eine «silent participation». Bei der Begriffsdefinition der kognitiven Aktivierung wurde betont (vgl. Abschnitt 1.2), dass sich diese nicht zwingend sichtbar handelnd zeigen muss.

Open Access Dieses Kapitel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Kapitel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.





Die gesprächsanalytische Sicht auf Lehr-Lernpolyloge

4

In diesem Kapitel werden weitere Theoriekonzepte und Begrifflichkeiten vorgestellt, welche grundlegend sind für die Analyse von Gesprächen und deshalb nicht nur in den Sprachwissenschaften, sondern auch in den Sozialwissenschaften grosse Beachtung gefunden haben. Die folgenden Ausführungen dienen als Vorbereitung für das Methodenkapitel. Es wird zuerst um die Sprechakttheorie und die Konversations- bzw. Gesprächsanalyse (vgl. Abschnitt 4.1) gehen, welche Teilgebiete der linguistischen Pragmatik sind, die selbst generell als Lehre vom Sprachhandeln bezeichnet werden kann, denn eine «Äusserung von sich geben» ist immer auch eine (soziale und konstitutive) Handlung. Danach folgen Definitionen von linguistischen Grundbegriffen wie Turn oder Gliederungssignal (vgl. Abschnitt 4.2), um sodann aufzuzeigen, dass Reden auch immer als Macht gedeutet werden kann. Die Möglichkeiten, sich innerhalb eines Gespräches hoch positionieren zu können, sind vielfältig, wie im Kapitel über Positioning/ Positionszuweisungen geschildert wird (vgl. Abschnitt 4.3).

4.1 Sprechakttheorie und Konversations- bzw. Gesprächsanalyse

4.1.1 Sprechakttheorie

Die Sprechakttheorie, deren Begründer Austin und sein Schüler Searle waren, ist zugleich eine Sprechhandlungstheorie. Der Titel von Austins Hauptwerk, *How to do things with words*, welches posthum im Jahre 1962 veröffentlicht wurde, bringt die zentrale Grundannahme bereits zum Ausdruck: Einen Satz äussern heisst, etwas tun. Mit einer Sprachhandlung, dem Sprechakt, vollzieht der Sprecher immer zugleich drei Handlungen: (1) den so genannten *lokutionären Akt*,

der darin besteht, dass ich etwas sage, (2) den *illokutionären Akt*, den ich vollziehe, indem ich etwas sage, und (3) den *perlokutionären Akt*, durch den ich beim Hörer etwas bewirke (Austin, 1962/2002) oder bewirken will. Diese Fachbegriffe zur Differenzierung der Sprechakte haben ihre Bezeichnung von der lateinischen Sprache entlehnt. *Loqui, loquor, locutus sum* bedeutet sprechen, *illoqui* < „inloqui“ im Akt des Sprechens sein, ihn vollziehen, *indem* ich etwas sage. Das Praefix *per-* von *perloqui* bedeutet, „etwas bis zum Ziel hin tun“, „vollständig“ tun. Hinter dieser Begrifflichkeit verbirgt sich eine Klimax: Der lokutionäre Akt bezeichnet «nur» den Sachverhalt der Äusserung, der illokutionäre Akt betont, dass der Sprecher damit auch etwas tut und der perlokutionäre Akt bezieht ausserdem den Adressierten ein, da bei ihm etwas bewirkt werden soll. Mit dem Satz „Morgen komme ich“, schildere ich einen Sachverhalt (ich komme morgen), verspreche zugleich, dass ich kommen werde, und bewirke, dass andere, nämlich der oder die Angesprochenen, weitere Handlungen vollziehen (morgen auch zu kommen oder zu Hause zu sein, wenn ich sie besuchen will) (Austin, 1962/2002). Die Worte oder Sätze, die in einer Äusserung gesagt werden, enthalten folglich nicht nur einen propositionalen Gehalt oder einen lokutionären Akt, sondern vollziehen zudem immer zugleich eine Handlung, einen illokutionären Akt. „So werden wir im Vollzug eines lokutionären Aktes auch einen Akt vollziehen wie etwa: eine Frage stellen [...]“ (Austin, 1962/2002, S. 116). Der perlokutionäre Akt wird nicht in jeder Äusserung vollzogen, doch jede Äusserung ist lokutionär und illokutionär. Zu beachten ist, dass es keine klare Grenzziehung zwischen den verschiedenen Funktionen von Sprechakten gibt, sondern dass es vielmehr darum geht, worauf man gerade sein Augenmerk legt oder welcher Sprechakt in der Situation der zentrale ist (Austin, 1962/2002, S. 164) bzw. vom Angesprochenen als zentral empfunden wird. Die pädagogische Psychologie hat die Sprechakttheorie zur Kenntnis genommen und ausgebaut. Aebli (1981/1994, S. 330) kritisiert, dass der perlokutionäre Akt, also die Wirkung im Angesprochenen, schon als Teil des Sprechaktes definiert ist. Er spricht lieber von der vom Sprecher intendierten Wirkung. Austins Schüler Searle differenziert in seinem Grundlagenwerk *Speech Acts* (1969/2010) die einzelnen Sprechakte weiter, besonders die illokutionären Akte. Auch Aebli (1981/1994) definiert eine neue Untergruppe der Sprechakte, den „Sprechakt des Anleitens“ (1981/1994, S. 332). Dazu führt er aus, dass man über das Mittel der Sprache die Kompetenz eines anderen Menschen zu einem besseren Vollzug einer Handlung oder einer Operation, einer geistigen Handlung, verhelfen kann. Dies kann sofort geschehen, z. B. beim Bilderaufhängen, oder zu einem viel späteren Zeitpunkt: „Die Wirkungen, die hier ausgeübt werden, sind

nicht immer so direkt wie bei den übrigen Sprechakten des Tröstens oder Drohens“ (Aebli, 1981/1994, S. 332). Die Wirkungen können sich auch erst durch eine Vielzahl von Sprechakten des Anleitens ergeben.

4.1.2 Konversations- und Gesprächsanalyse

Kritik erfuhr die Sprechakttheorie besonders wegen der Beschränkung auf die Betrachtung der einzelnen Äußerung, denn sie bezieht weder die Reaktion des Adressaten noch die Wechselwirkung der Gesprächsabfolge in die Analyse ein (Linke, Nussbaumer & Portmann, 2004). Die gesprächsanalytische Forschung geht auf diese Aspekte ein. Sie beschäftigt sich mit den verschiedenen (sprachlichen) Verhaltensweisen, die es mehreren Kommunikationsteilnehmenden ermöglichen, ein Gespräch zu einem oder mehreren Themen gemeinsam zu führen. Dabei werden organisatorische und strukturelle Aspekte des Miteinandersprechens aufgezeigt (Linke, Nussbaumer & Portmann, 2004, S. 294). Die gesprächsanalytische Forschung fokussiert je nach Forschungsteam und Sprachregion auf unterschiedliche Aspekte, bezieht jedoch jeweils die Erkenntnisse der anderen Stränge mit ein. Hier werden die Bezeichnungen Konversations- und Gesprächsanalyse gleichbedeutend verwendet, auch wenn im deutschen Sprachraum die Bezeichnung Gesprächsanalyse üblicher ist, weil der deutsche Begriff *Konversation* oft eine negative Konnotation beinhaltet und die Belanglosigkeit von Alltagsgesprächen impliziert (Linke, Nussbaumer & Portmann, 2004, S. 294). Ein entscheidender Grundlagenartikel der Konversationsanalyse stammt vom Autorenteam Sacks, Schegloff und Jefferson (1978) und stammt aus dem englischen Sprachraum, wo man diese Forschung ‚Conversation-Analysis‘ nennt. Es geht in diesem Ansatz klar nicht nur um informelle Alltagsgespräche ohne bedeutsamen sachlichen Inhalt, denn die Konversationsanalyse untersuchte von Anfang an auch institutionelle Gespräche (Bergmann, 2001, S. 919). Sacks, Schegloff und Jefferson (1978) interessierten sich v. a. für den Sprecherwechsel, das Turn-Taking (Bergmann, 2001). Die Konversationsanalyse ist von ihrer Herkunft her ein soziologischer Ansatz. Dies zeigt sich an ihrem strikt empirischen Zugang (Bergmann, 2001, S. 191), nämlich der Analyse von transkribierten Gesprächen. Der Ansatz untersucht die soziale Interaktion als einen fortwährenden Prozess der Hervorbringung und Absicherung sinnhafter sozialer Ordnung (Bergmann, 2001, S. 191). Er ist auf die Dialogizität von Sprache ausgerichtet, denn auch der einzelne Redezug bildet grundsätzlich keine monologische Einheit, sondern ist im Akt seiner Realisierung in hohem Masse interaktiv (Bergmann, 2001, S. 924): Es geht immer darum, die Äußerungen der Handlungspartner

zu interpretieren, die situative Angemessenheit, Verständlichkeit und Wirksamkeit der eigenen Äusserungen herzustellen und das eigene Tun mit dem Tun der anderen zu koordinieren (Bergmann, 2001, S. 919). Die Gesprächsstrukturen, die analysiert werden, konzentrieren sich auf den handlungstheoretischen Aspekt und haben sich folglich auch von der Sprechakttheorie inspirieren lassen (Hagemann & Rolf, 2001). Die methodische Grundlage der Gesprächsanalyse für erziehungswissenschaftliche Studien ist in Deppermann (2008) dargelegt worden und wird in neueren Studien zur Unterrichtskommunikation oft angewendet.

Zentral bei allen Ansätzen ist das Beachten der Abfolge der Äusserungen, die sequenzielle Organisation von Redezügen, also die über die Erwartung erzeugte Verkettung aufeinanderfolgender Äusserungen. Jede Äusserung produziert für die ihr nachfolgende Äusserung eine kontextuelle Umgebung, die für die Interpretation der nachfolgenden Äusserung bedeutsam ist und deshalb von den Interagierenden bei der Interpretation und Produktion von Äusserungen beständig herangezogen wird. Diese „next-positionedness“ ist als Interpretationsfolie und kontextueller Rahmen von besonderer Bedeutung. Es wird im Gespräch – und in der Interaktion – immer ein sequenzieller Kontext aufgebaut (Bergmann, 2001, S. 922). Die Konversationsanalyse sieht die Interagierenden als kontext-sensitive Akteure, die den Kontext ihres Handelns analysieren, mit Hilfe ihres Alltagswissens interpretieren und ihre Äusserungen auf diesen Kontext einstellen (Bergmann, 2001, S. 921). Auch die Konversationsanalyse verwendet den Begriff *recipient design*:

By ‘recipient design’ we refer to respects in which the talk by a party in a conversation is constructed in ways which display an orientation and sensitivity to the particular other(s) who are the co-participants. In our work, we have found recipient design with regard to word selection, topic selection, admissibility and sequences, options and obligations for starting and terminating etc. (Sacks, Schegloff, Jefferson, 1974, S. 727)

Sacks, Schegloff und Jefferson (1974) betonen, dass die Handelnden bemüht sind, ihre Äusserungen spezifisch für ihre jeweiligen Handlungspartner – und deren Vorwissen – zuzuschneiden und damit deren Verständlichkeit sicherzustellen. Ein solcher Fokus passt ausgezeichnet zu Lehr-Lerndialogen, welche auf ein Scaffolding der Novizen ausgerichtet sind. Die Anpassung der Äusserungen der Sprechenden an die Zuhörenden, und damit im Unterrichtskontext besonders der Lehrperson als Expertin an die Lernenden, kann sich auf sehr unterschiedliche Aspekte beziehen wie z. B. auf die Wortwahl, auf die Auswahl der Themen, auf das Register bzw. die Höflichkeit der Sprache etc.

4.2 Grundbegriffe der Gesprächs- bzw. Konversationsanalyse

Die strukturelle Grundeinheit des Gespräches ist ein Gesprachsbeitrag, im Englischen als ‚turn‘ bezeichnet (Linke, Nussbaumer & Portmann, 2004). Im deutschen Sprach- und Kulturraum ist ebenso der Begriff ‚Äusserung‘ geläufig. In der Wissenschaftssprache kann zudem das aus dem Englischen stammende Fachwort ‚turn‘ gebraucht werden. Deshalb wird hier sowohl ‚Turn‘ als auch ‚Äusserung‘ oder ‚(Gesprächs)Beitrag‘ verwendet für dieselbe strukturelle Einheit. Einige Autoren nennen es Gesprächsschritt (Henne & Rehbock, 2001). Der Turn ist begrenzt durch die Äusserungen der anderen Sprecher. Die Definition des Turns von Kerbrat-Orecchioni (1990, S. 159) besagt, dass ein Turn (franz. *tour de parole*) sehr unterschiedlich lang sein kann, nämlich von einem einzigen Morphem bis zu einem längeren Monolog.

„... ‚tour de parole‘ – ce terme désignant d’abord le mechanisme d’alternance, puis par metonymie, la contribution verbale d’un locuteur determine à un moment determine du déroulement de l’interaction (production continue délimitée par deux changements de tours, qui peut du reste avoir une longueur extrêmement variable, allant du simple morpheme à l’ample „tirade““ (Kerbrat-Orecchini, 1990, S. 159).

Hier wird die Definition von Kerbrat-Orecchioni (1990, 1992, 1994) übernommen, welche im französischen Sprachraum lange führend war in der (Weiter)Entwicklung der Konversationsanalyse. Der *Turn* oder *tour de parole* bezeichnet in ursprünglicher Bedeutung das Wechselspiel der Gesprächsteilnehmenden. Ein einzelner Turn ist dabei eine zusammenhängende Äusserung eines einzelnen Gesprächsteilnehmenden.

In der linguistischen Gesprachsforschung wurde lange debattiert, was die kleinste Einheit einer Interaktion ist. Betrachtet man die kleinste kommunikative oder dialogische Einheit, dann wird oft die Zweiersequenz von Anrede und Erwiderung genannt oder diejenige von Gruss und Gegengruss. Diese Zweiersequenzen werden als Zugaustausch (französisch *échange*) bezeichnet (Hagemann & Rolf, 2001; Kerbrat-Orecchioni, 1990). Betrachtet man die erziehungswissenschaftliche Gesprachsforschung, dann wird die Dreiersequenz IRE (Initiation – Response – Evaluation) (Cazden, 1986; Mehan, 1979) als häufigstes Muster der Unterrichtskommunikation genannt. Es kommt folglich auch hier darauf an, was der Fokus der Forschung ist: Geht es um die kleinste Analyseinheit von mündlichen Interaktionen oder um die häufigste Struktur der (Unterrichts)Gespräche?

Da in dieser Studie Lehr-Lernpolyloge untersucht werden und dabei besonders auf die Form und Funktion des Gesprächsaufbaus geachtet wird, folgen hier weitere Definitionen eines hierarchischen Modells der Struktur von Gesprächen (Kerbrat- Orrechinoni, 1990). Neben dem *Sprechakt* als – kleinste – funktionelle und pragmatische Einheit (vgl. Abschn. 4.1.1), dem *Turn* als zusammenhängende Äußerung eines einzelnen Sprechers und dem (*Zug*)*Austausch* (engl. *exchange*, franz. *échange*) als – kleinste? – dialogische Einheit wird v. a. die *Sequenz* eine wichtige Rolle bei der Analyse von Problemlösegesprächen spielen. Als Sequenzen bezeichnet man semantisch und/oder pragmatisch verbundene Gesprächsausschnitte (Kerbrat- Orrechinoni, 1990, S. 218). Sie sind meist an Eröffnungs- und/oder Schlussignalen, den so genannten Gliederungssignalen, erkennbar (Gülich, 1970). Sie können durch thematisch unabhängige Nebengespräche unterbrochen oder durch untergeordnete Nebensequenzen verlängert werden. Es kommt auch hier darauf an, welchen (thematischen) Aspekt man gerade untersucht.

Eine weitere linguistische Einheit ist die *intervention*, welche als thematisch zusammenhängender Beitrag eines einzelnen Sprechers innerhalb eines *échanges* definiert wird. Die *intervention* muss nicht zwingend mit dem Turn übereinstimmen, denn ein Turn kann z. B. auch den Schluss des ersten *échange* und den Anfang des zweiten enthalten (Kerbrat- Orrechinoni, 1990, S. 225). Als klassisches Beispiel wird oft der Anfang von Alltagsgesprächen genannt: *Salut! – Salut, / ça va? – Oui, ça va*. Diese drei Turns enthalten zwei *échanges*, nämlich Gruss und Gegengruss und Frage und Antwort. Der zweite Turn besteht aus zwei *interventions* (Kerbrat- Orrechinoni, 1990, S. 225). Verfeinert man die Analyse wie es die so genannten Genfer Gesprächsanalyse macht, so können auch *échanges* und *interventions* unterbrochen und wieder aufgenommen werden (Moeschler, 1985).

Im folgenden Abschnitt wird auf die linguistische Grundlage für die Sequenzeinteilungen in Gesprächen eingegangen, nämlich auf die Gliederungssignale. Gesprochene Sprache findet unter grundsätzlich anderen Voraussetzungen und Bedingungen statt als schriftliche Kommunikation (Gülich, 1970). So sind z. B. Satzzeichen, welche in schriftlichen Texten den Informationsfluss gliedern, nicht hörbar. Die Linguistik hat ab ca. 1960 begonnen, die mündliche Sprache als eine spezifische Sprache zu untersuchen und ist dabei auf besondere Wörter gestossen, welche sie je nach Forscherteam als Gesprächswörter (Henne, 1978) oder Diskurspartikel (Schiffrin, 1987) bezeichnet. Diese Partikel haben strukturelle und interaktionsstrategische Funktionen. Am besten untersucht sind die Gliederungssignale. Gülich (1970) hat den Begriff als erste definiert und herausgefunden, dass es neben der Intonation und den Pausen auch Wörter gibt, welche unmittelbar vor oder nach einem Satzzeichen stehen (Gülich, 1970, S. 8). Diese Wörter haben

folglich die textgliedernde Funktion für die mündliche Sprache übernommen (Gülich, 1970, S. 9). Die Gliederungssignale können folgendermassen definiert werden:

„Gliederungssignale, auch als Diskursmarker bezeichnet, organisieren und strukturieren Kommunikation. Sie zählen zu den Gesprächswörtern und sind Bestandteil der Alltagsrede. Sie gliedern eine Rede in einzelne Sinneinheiten oder Diskursabschnitte, markieren Anfang, Ende und Absätze eines Abschnittes. Zusätzlich finden sie Verwendung innerhalb eines Redebeitrags als Gliederung (Themenwechsel, neue Informationen) und zur Veranschaulichung. In der Gesprächsanalyse zählt das Gliederungssignal zu den zentralen Kategorien. Die Konversationsanalyse bezieht noch weitere Merkmale ein wie etwa informationsverstärkende und bestätigungsheischende Partikeln wie *ne, nich, nicht, wa, gell, ja* und *also, ich meine, ich glaube* usw. [und] prosodische Merkmale wie Tonhöhenverlauf und Sprechpausen (Wikipedia, Gliederungssignale; abgerufen am 3.11.2019).

Die Gliederungssignale weisen auf Themenwechsel hin und markieren den Anfang und das Ende eines Abschnittes. Sie können deshalb – im Hinblick auf die Forschungsmethodik – analysiert bzw. nach ihrer Häufigkeit ausgezählt werden. Die Häufigkeit der Gliederungssignale eines Sprechers kann als Signal für ein hohes Positioning gewertet werden. Der Gesprächsteilnehmende, welcher viele Gliederungssignale einbringt, hat viel Macht in Bezug auf die Organisation und die Themenauswahl des Gespräches. Gliederungssignale erfüllen zudem weitere Funktionen für den Hörer und den Sprecher (Vergewisserung, Werbung um Zustimmung, Aufmerksamkeitssteuerung). Während der Hörer sie als Orientierungshilfen nutzt, dienen sie dem Sprecher als Planungs- und Formulierungshilfen (Bublitz, 2001).

4.3 Hierarchische Struktur der Lehr-Lerngespräche und Positioning

Lernende sollten im Erwerbsprozess mit weitreichender Aktivität und Handlungsfähigkeit (engl. *agency*) ausgestattet sein, damit sie den Stoff so tief verstehen, dass sie ihn auch unter neuen Gegebenheiten anwenden, d. h. adaptieren und anpassen können (Greeno, 2006). Dies gelingt am ehesten dann, wenn sich die Lernenden im Problemlöseprozess als handlungsfähige Autoren und Autorinnen, als Urheber und Urheberinnen ihrer Vorgehensweise empfinden. Greeno (2006) bezeichnet das Vorgehen von Lehrpersonen im Unterricht, durch das die Schülerinnen und Schüler in diese Lage versetzt werden, als *authoritative*

and accountable positioning. Er empfiehlt für eine solche Interaktion mit lernförderlichen Positionszuweisungen an die Schüler und Schülerinnen folgende Lehrpersonenhandlungen: “[...] draw attention to aspects of interaction such as crediting individuals with authorship, initiating ideas and topics, and challenging or questioning what others say” (Greeno, 2006, S. 538). Er zieht eine Referenz zu den soziolinguistischen Studien der Unterrichtsforschung und zu den Begriffen des *agency*, *positioning* und *positional identity* (Greeno, 2006). Schüler und Schülerinnen müssen lernen, wie man mit vollständiger Handlungsfähigkeit in einem Stoffgebiet agiert (conceptual agency, Greeno, 2006, S. 539). Dies kann am besten erlernt werden, wenn die Lernenden schon beim Erwerben des Themenbereichs auch die Handlungsfähigkeit, also den Umgang mit dem Stoff und die Anwendung, trainieren. In Bezug auf den Erwerb von kognitiven Fähigkeiten kann dies im aktiven Teilnehmen am Lehr-Lerngespräch geschehen. Indem die Schüler und Schülerinnen in den Unterrichtsgesprächen substantielle Beiträge liefern und sich dessen auch bewusst sind, erwerben sie nicht nur den Stoff, sondern auch eine Vorgehensweise für den Problemlöseprozess.

Mit dieser Betonung von *authorship* und *accountable positioning* besteht ein Bezug zum Produktdesign von Krummheuer und seinen Mitarbeitenden (vgl. u. a. Krummheuer & Brandt 2001; vgl. Abschnitt 3.3.2), bei dem die Verantwortlichkeit der jeweils Sprechenden für ihren Redebeitrag aufgeschlüsselt wird, und zum Ansatz von Resnick und ihren Mitarbeitenden (vgl. u. a. Michaels, S., O’Connor, M.C. & Hall, M.W. with Resnick, L.B., 2002; vgl. Abschnitt 3.3.3), dem sogenannten Accountable Talk, welcher versucht, den Lehrpersonen Redezüge zu vermitteln, damit die Lernenden im Unterrichtsdialog mehr Verantwortlichkeiten sowohl für die Gemeinschaft der Lernenden als auch für die Exaktheit des Stoffes und für folgerichtiges Argumentieren erwerben.

Im folgenden Abschnitt wird auf die linguistischen Erkenntnisse der Positionszuweisungen innerhalb des Dialogablaufes, also auch des Lehr-Lerngespräches, eingegangen. In der französischsprachigen Konversationsanalyse spricht man vom „système des places“ (Kerbrat-Orecchioni, 1992, p. 71). Die Gesprächspartner weisen sich, neben dem, was sie sagen, immer auch gegenseitig eine Position zu. Es geht dabei um Macht innerhalb der Gesprächsführung, um Redemacht, um Befehls- oder Anweisungsrecht, oder auch darum, wer die Gesprächsthemen bestimmen darf. Sowohl in Alltagsgesprächen als besonders auch in institutionellen Dialogen herrscht zwischen den Gesprächspartnern zumeist eine vertikale Hierarchie vor:

„Qu’ou l’appelle „pouvoir“, „rang“, „autorité“, „dominance“ ou „domination“ [...] ou bien encore „système des places [...], cette dimension renvoie à l’idée **qu’au cours du**

déroulement de l'interaction, les différents partenaires peuvent se trouver placés en un lieu différent sur cet axe vertical invisible qui structure leur relation interpersonnelle. On dit alors que l'un d'entre eux se trouve occuper une *position „haute“*, de „dominant“, cependant que l'autre est mise en position „basse“, de „dominé“. [...] la distance verticale est de nature *graduelle*“ (Kerbrat-Orecchioni, 1992, p. 71, kursive Hervorhebungen im Original, fettgedruckte Hervorhebungen von der Autorin).

In Bezug auf die eine oder die andere Ebene (Organisation, Thematik) sind die Gesprächsteilnehmenden nie vollumfänglich gleichberechtigt. Diese Hierarchie ist graduell. Es gibt im Sprachsystem und im Gesprächsvorgang einige Zeichen und Anzeichen, welche die Positionen der Gesprächsteilnehmenden aufzeigen oder andeuten. Mit dem Begriff «Anzeichen» sind versteckte Hinweise gemeint, wie z. B., welcher Interaktionspartner das Recht hat, das Gespräch abzubrechen; mit dem Begriff «Zeichen» sind ganz konkrete Ausdrücke gemeint, wie z. B. höfliche Anredepartikel *mein Herr; Herr Lehrer*, oder Formulierungen, welche um Sprecherlaubnis bitten wie *darf ich etwas fragen?* Diese (An)zeichen werden im Französischen «*placèmes*» oder «*taxèmes*» genannt: „[...] que j'appellerai [...] *taxèmes*, lesquelles sont à considérer la fois comme des *indicateurs de places* [...], et des *donneurs de places*“ (Kerbrat-Orecchioni, 1992, p. 75, kursive Hervorhebungen im Original, fettgedruckte Hervorhebungen von der Autorin).

Besonders zentral an all diesen Überlegungen ist, dass die Positionierungen nicht von vornherein gegeben sind. Sie können sich innerhalb des Gesprächsablaufs ständig ändern bzw. sich erst innerhalb des Gesprächs etablieren.

[...] le système des places ne se réduit pas aux données contextuelles, **mais il dépend aussi de ce qu'en font les interactants, et de ce qui se passe tout au long de l'interaction**. Les comportements langagiers peuvent certes *réfléter* certaines relations de pouvoir existant a priori entre les interactants, mais ils peuvent aussi les *confirmer*, les *contester*, les *constituer* (Kerbrat-Orecchioni, 1992, p. 74, kursive Hervorhebungen im Original, fettgedruckte Hervorhebungen von der Autorin)

Dies gilt auch, wenn eine (institutionell) hierarchische Ordnung der Gesprächspartner gegeben ist wie in einer Unterrichtskommunikation. Die Lehrperson ist aufgrund ihrer institutionellen Rolle (Amtsautorität, vgl. Apel, 2002) und ihrem Wissen (Sachautorität, vgl. Apel, 2002) höher gestellt als ihre Lernenden. Dies kann sich jedoch ändern, beispielsweise wenn die Lernenden im Unterricht einfach nicht mitmachen wollen. Denn dann bekunden die Schüler und Schülerinnen, dass sie die Macht haben. Die Situation kann sich auch ändern, wenn die Lehrperson bewusst versucht, die Lernenden als gleichberechtigte Partner und Partnerinnen teilhaben zu lassen und ihnen die Verantwortung für einen

gewissen Inhaltsbereich oder für die Organisation ihrer Lernprozesse übergibt. Ein typisches Beispiel, welches die Macht anzeigt, ist die Redemenge. Empirische Studien haben die Redemacht der Lehrperson schon oft bestätigt (Pauli & Lipowsky, 2007). Die TIMS-Videostudie (Stigler et al., 1999) zeigte für Deutsche Lehrpersonen im Mathematikunterricht auf, dass der Anteil der Lehrerausserungen bei 69 % liegt. Auch Seidel (2003) zeigte auf, dass im Physikunterricht 60 % aller verbalen Äusserungen von der Lehrperson stammen. Desgleichen bestätigt Ackermann in ihrer kleinen Studie über Klassengespräche im Mathematikunterricht an der Grundschule, dass „die Lehrperson über mehr Redebeiträge im öffentlichen Unterricht verfügt als alle Schüler einer Klasse zusammen“ (Ackermann, 2011, S. 58). Ein weiteres einleuchtendes Beispiel für die Machtverteilung im Lehr-Lerngespräch ist auch das Meldeverfahren. Ob ein Sprechender selbst das Wort ergreift oder fremdbestimmt warten muss, bis ihm das Wort erteilt wird, weist auf eine ganz andere Position hin.

Open Access Dieses Kapitel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Kapitel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.





Fragestellungen

5

Ausgehend von den im Theorieteil beschriebenen Argumentationen, dass Lernen ein durch sozialen Austausch ermöglichter Entwicklungsprozess ist (vgl. Doise & Mugny, 1984; Lave & Wenger, 1991/2001; Rogoff, 2003; Vygotsky, 1978), bei dem vom lernenden Individuum Wissensstrukturen aufgebaut werden, wird anhand der nachfolgenden Fragestellungen empirisch untersucht, ob eine Verbindung vom Fachwissensaufbau und den Interaktionsstrukturen in den Lehr-Lernpolylogen der untersuchten Videodaten besteht und worin diese besteht. Aus dem Konstruktivismus (Reusser, 2006) ist hervorgegangen, dass Lernen ein aktiver Prozess ist, der von Erziehungs- bzw. Bezugspersonen unterstützt, angeleitet oder sogar hervorgerufen (Aebli, 1983/1998) werden kann. Aus der empirischen Analyse von Lehr-Lerngesprächen wissen wir, dass das, was gelernt werden kann, durch die Art und Weise der Interaktion bestimmt ist: «What is possible to learn is constituted in the interaction» (Emanuelsson & Sahlström, 2008, S. 207). Es geht in dieser Studie folglich darum, wie Verstehen von Fachinhalten durch die Interaktionsstruktur der Lehr-Lerngespräche bewirkt – oder im negativen Fall: auch verhindert – werden kann. Die Videodaten enthalten Lehr-Lerngespräche zum Lösen einer standardisierten mathematischen Textaufgabe in lehrergeleiteten Kleingruppen mit den dazugehörigen Notizblättern und den Lösungsblättern der einzelnen Lernenden für die zusätzliche Aufgabe (Transferaufgabe). Der erste Fragenkomplex widmet sich dem Problemlöseprozess, der zweite der Interaktionsstruktur. Die Fragestellungen münden schliesslich in der Analyse der Qualität der fachdidaktischen und partizipatorischen Struktur der Unterrichtsgespräche.

1. Wie gestalten die untersuchten Lehrpersonen den Problemlöseprozess einer Textaufgabe mit einer Gruppe von vier Lernenden? Welche Ähnlichkeiten und Unterschiede gibt es im Vorgehen?
 - (Wie) wird auf die Lösungsvorschläge und auf die fachlichen Schwierigkeiten der einzelnen Lernenden in Bezug auf den Problemlöseprozess eingegangen?
2. Wie gestalten die untersuchten Lehrpersonen die Interaktionsstruktur des Lehr-Lerngesprächs mit einer Gruppe von vier Lernenden?
 - Welche Sozialformen werden eingesetzt? Kommen fachliche Peerinteraktionen vor?
 - Wie sind die partizipatorischen Rollen verteilt?
 - Erhalten die Lernenden – und auch jeder einzelne Lernende – die Gelegenheit, am Problemlöseprozess aktiv, inhaltlich gehaltvoll und verantwortungsvoll partizipieren zu können?
 - Inwieweit und mit welchen Mitteln versuchen die Lehrpersonen, die Partizipationsstrukturen der Lernenden produktiv zu beeinflussen bzw. zu unterstützen?
3. Welche Verbindungen und (Dis-)Balancen zeigen sich zwischen der Qualität der fachlich-fachdidaktischen Seite der Lösung der Textaufgabe und der Partizipations- und Interaktionsqualität des sozialen Geschehens und seiner Unterstützung durch die Lehrperson?
 - Lassen sich Typen oder Muster des partizipatorischen Geschehens und der Anleitung und Begleitung der Lehr-Lerngespräche durch die Lehrpersonen unterscheiden?
 - Inwiefern werden die instruierten oder zusammen erarbeiteten Problemlösevorgänge der Gruppenunterrichtssituationen von den Lernenden in der zusätzlichen Aufgabe produktiv und zielführend übernommen?

Im folgenden Methodenteil wird auf den Kontext der Gesamtstudie und auf die dieser Arbeit zu Grunde liegenden Daten eingegangen. Nach einer Aufgabenanalyse der eingesetzten Kopf-Beine-Aufgabe werden die verschiedenen Vorgehensweisen der Auswertung detailliert beschrieben und begründet.

Open Access Dieses Kapitel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Kapitel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.





6.1 Kontext, Stichprobe, Design und Datenlage der Untersuchung

Für die vorliegende Arbeit stand der Datensatz der schweizerisch-deutschen Videostudie (DECH-Studie) zur Verfügung, welche auch unter dem Namen „Pythagoras-Studie“ bekannt ist und in den Jahren 2000–2006 durchgeführt wurde (vgl. u.a. Klieme, Pauli & Reusser, 2006; Reusser, Pauli 2013). Neben Videoaufnahmen zu drei aufeinanderfolgenden Lektionen zur Einführung des Satzes von Pythagoras umfasst die Studie ebenfalls Videoaufnahmen zu zwei Lektionen zu mathematischen Textaufgaben im Klassensetting und in zweierlei Tutoring-Settings. Im Anschluss an die zwei Klassenlektionen zu den Textaufgaben wurden die Lehrpersonen gebeten, zuerst mit einem Schüler oder einer Schülerin und danach mit vier weiteren ihrer eher schwachen Lernenden eine zusätzliche Textaufgabe zu lösen. *Als Datenbasis dieser vorliegenden Dissertationsstudie zu den Merkmalen der Interaktion und der Partizipation aufgabenbezogener Problemlösegespräche wurden die Videodaten und die verschriftlichten Transkripte der 1:4-Tutoring-Settings ausgewählt.* Zusätzlich standen Fragebogendaten, Tests und Lehrpersoneninterviews von allen teilnehmenden Klassen und Lehrpersonen zur Verfügung. Für einen Überblick über alle vorhandenen Daten der Gesamtstudie und die Auswertungsinstrumente vgl. die Dokumentation von Hugener, Pauli und Reusser (2006). Die Wahl der 1:4-Tutoring-Settings als Datengrundlage für die vorliegende Studie begründet sich damit, dass bei Gruppenunterrichtsgesprächen sowohl auf den Lösungsprozess der einzelnen Lernenden, die jeweiligen Anleitungen und Hilfestellungen der Lehrperson sowie auf die Gruppeninteraktionen fokussiert werden kann. Die Analyse eines Lehr-Lerngespräches mit „nur“

vier Lernenden und ihrer Lehrperson ermöglicht somit, spezifisch auf die Interaktionen der Lehrperson mit den einzelnen Lernenden einzugehen *und* auch die allfälligen Peerinteraktionen zu untersuchen, was in einer Klassenlektion die Grenzen des Möglichen sprengen würde. Die Tutoring-Settings werden in dieser Studie des Öfteren auch «(Klein)Gruppenunterrichtsgespräche» genannt, da es sich um Lehr-Lerngespräche mit mehr als nur einem «Tutee» handelt und ihre eigene ausgebildete Lehrperson dabei ist.

Die vorhandenen Daten in Bezug auf die Tutoring-Settings umfassen neben den Videodaten auch die Notizblätter der Lernenden, welche während des Tutoring-Settings entstanden sind. Im Anschluss an die Tutoring-Settings mussten die Lernenden eine weitere Aufgabe, die als Transferaufgabe konzipiert war, in Einzelarbeit schriftlich lösen. Auch die Notizblätter zur Transferaufgabe sind vorhanden. Zudem wurden die Lehrpersonen direkt nach den Tutoring-Settings zu einem Interview gebeten, welches auf folgenden fünf Leitfragen beruhte: „Beschreiben Sie, was Ihnen an der vorangegangenen tutoriellen Situation besonders aufgefallen ist. Was haben Sie gedacht und gefühlt? Was war Ihr Eindruck vom Verstehen der Schülerinnen und Schüler? Haben Sie Ihr Ziel erreicht? Beschreiben Sie, warum Sie diese Sitzordnung gewählt haben“ (Schaffner, Drollinger-Vetter & Reusser, 2006, S. 255). Als weiteres Reflexionselement wurde den Lehrpersonen etwa zwei Wochen nach der Durchführung eine CD mit der Videoaufnahme des tutoriellen Settings für eine schriftliche Reflexion zugeschickt. Zudem wurden die Lehrpersonen gebeten, ein „Diagnoseinstrument zur Verständnisbeurteilung [der Lernenden; Ergänzung der Autorin] in der tutoriellen Situation“ (Schaffner, Drollinger-Vetter & Reusser, 2006, S. 260) auszufüllen. Eine genaue Beschreibung dieser Reflexionsinstrumente und deren theoretischer Begründung kann in Schaffner, Drollinger-Vetter und Reusser (2006) nachgelesen werden. In Bezug auf die 1:4-Tutoringsituation bestehen zusammenfassend somit folgende Daten (vgl. Abbildung 6.1)

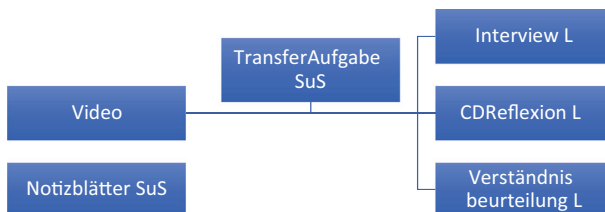


Abbildung 6.1 Datengrundlage zu den 1:4-Tutoring-Settings

Den Lehrpersonen wurden für die tutoriellen Settings zwei unterschiedliche Arten von Textaufgaben vorgegeben: eine Kopf-Beine-Aufgabe und eine Kerzenaufgabe in je drei Schwierigkeitsstufen. Die Aufgabenstellungen der zu lösenden Kopf-Beine-Aufgabe werden in Abschnitt 6.2 besprochen. Die unterschiedlichen Schwierigkeitsstufen werden sodann in Abschnitt 6.2.6 nach ihren Lösungsschritten aufgeschlüsselt. Auf den Lösungsprozess zur Kerzenaufgabe wird in dieser Dissertationsstudie nicht eingegangen. Die Lehrpersonen erhielten in Bezug auf die tutoriellen Settings nachfolgende Informationen im Begleitbrief zur Teilnahme an der Studie:

[...] Es geht jeweils darum, eine (eventuell zwei) von uns vorgegebene mathematische Textaufgabe so zu behandeln, dass sie von den Schülerinnen und Schülern verstanden wird. [...] Im Anschluss an jede tutorielle Situation lösen die anwesenden Schüler und Schülerinnen alleine eine zusätzliche Textaufgabe. [...] Bitte wählen Sie für die tutorielle Situation eher schwache Schülerinnen und Schüler Ihrer Untersuchungsklasse aus (Leistungsstand unter dem Mittel der Klasse). Es sollte aber so sein, dass die Schülerinnen und Schüler die von Ihnen gestellte Aufgabe mit Ihrer Hilfe lösen können. [...] Wählen Sie bitte aus dem beigelegten Blatt „Textaufgaben-Auswahl für die tutoriellen Situationen“ eine dem Leistungsvermögen der beteiligten Schülerinnen und Schüler angemessene Kopf-Beine-Aufgabe aus“ (Auszüge aus dem Brief an die Lehrpersonen, Hugener, Pauli & Reusser, 2006, S. 266).

Das Ziel für die Lehrpersonen war demnach, dass die Schüler und Schülerinnen die Aufgabe verstanden haben sollten. Wichtig zu bemerken ist, dass das tutorielle Setting sowohl für die Lehrkräfte als auch für die Lernenden eher neu war. Die Teilnehmenden waren die Situation einer Kleinklasse oder einer begleiteten Gruppenarbeit nicht gewohnt. Der Zeitrahmen von ca. 15 Minuten wurde vom Forschungsteam vorgeschlagen, jedoch in einigen tutoriellen Settings deutlich überschritten.

Die *Stichprobe* für die zugrundeliegende Videostudie umfasste 20 deutsche Klassen der 9. Jahrgangsstufe und 20 Schweizer Klassen der 8. Jahrgangsstufe. Es wurde Repräsentativität für keines der beiden Länder beansprucht. Beigezogen für die detaillierte Analyse wurden für diese Dissertationsstudie nur Fälle, bei denen die oben geschilderte Datengrundlage zu den Tutoring-Settings vollständig ist. Neben den Videoaufnahmen mit vier Lernenden und dem Transkript mussten auch die Notizblätter der Lernenden und die Aufgabenlösungen der Transferaufgabe vorhanden sein. Nach Wegfall der unvollständig dokumentierten Fälle konnten somit als Stichprobe für die vorliegende Dissertationsstudie 32 tutorielle Settings herangezogen werden.

Bevor das Vorgehen zur Auswertung sowie die dazu verwendeten Instrumente vorgestellt werden, folgt zuerst eine Analyse der behandelten Kopf-Beine-Aufgabe.

6.2 Aufgabenanalyse

Im Theorieteil wurde betont, dass der fachliche Aspekt des Wissensaufbaus bzw. der Problemlösung eine intensive Beschäftigung mit dessen Inhalt benötigt: Es braucht eine kognitive Auseinandersetzung mit dem Unterrichtsgegenstand (vgl. Minnameier, Hermkes & Mach., 2015; Reusser, 2019). Im Mathematikunterricht geschieht diese kognitive Auseinandersetzung meist durch die Bearbeitung von Aufgaben. Die Analysen der TIMS-Studie kommen zum Schluss, dass in allen 7 untersuchten Ländern mindestens 80 % der Mathematikstunden mit der Lösung von Aufgaben zugebracht wurden (Hiebert et al., 2003, S. 4).

Aufgaben sind Träger der Lerninhalte und dienen als Strukturgeber für die Aktivitäten der Schüler und Schülerinnen und für die Interaktionen zwischen der Lehrperson und den Lernenden (Appel, 2016 Reusser, 2014). Aufgaben definieren also «die Grundstruktur potenzieller Lerngelegenheiten» (Jordan et al., 2006, S. 11). Das kognitive Potenzial der Aufgaben ist folglich eine Bedingung für lernförderlichen Unterricht. Die Bearbeitungsform innerhalb des Unterrichts und die Interaktionskultur in den Lehr-Lerngesprächen sind die anderen zentralen Dimensionen für eine gute Unterrichtsqualität (Kunter & Voss, 2011, S. 89). Auf die Analysemethoden zur Interaktionsqualität wird später eingegangen (Abschnitt 6.5.4 und 6.5.5)

Diese Studie untersucht den Problemlösevorgang bei mathematischen Textaufgaben, welche für das Niveau der Sekundarstufe 1 geeignet sind. Das Kapitel Aufgabenanalyse dient dazu, dass der oder die Lesende die den Lernern gestellten mathematischen Textaufgaben kennenlernt und einen bzw. mehrere idealtypische Lösungswege vorgestellt bekommt, so dass er oder sie die Schwierigkeiten, auf welche die Schüler und Schülerinnen treffen können, antizipieren und die Scaffolding-Schritte der Lehrpersonen besser nachvollziehen kann. Wie im Begleitbrief an die Lehrpersonen vermerkt, sind die Textaufgaben vorgegeben worden. Die Lehrpersonen konnten jedoch die für ihre Schüler und Schülerinnen im Schwierigkeitsgrad passende Aufgabenvariante auswählen. Es handelt sich um

eine algebraische Textaufgabe, welche auf Sekundarstufe 1 – grundsätzlich – mit Variablen und mit linearen Gleichungen gelöst werden soll¹.

6.2.1 Die Aufgabenstellungen

Die Textaufgabe für das tutorielle Gruppensetting

Die beteiligten Lehrpersonen erhielten folgende Kopf-Beine-Aufgabe in drei Schwierigkeitsstufen, aus welchen sie eine „dem Leistungsvermögen der beteiligten Schülerinnen und Schüler angemessene Kopf-Beine-Aufgabe“ (Hugener, Pauli & Reusser, 2006, S. 266) auswählen sollten. In dieser Studie werden sie als Aufgabe 1, 2 oder 3 bezeichnet, obwohl es im Grunde genommen in Bezug auf den Lösungsprozess dieselbe Aufgabe für unterschiedliche Leistungsniveaus ist.

- (1) In einem Gehege sind Kaninchen und Hühner eingesperrt. Alle Tiere zusammen haben 35 Köpfe und 94 Beine.
- (2) In einem Gehege sieht Livia Kaninchen, Hühner und zwei Weinbergschnecken. Alle Tiere zusammen haben 37 Köpfe und 94 Beine.
- (3) Eine Tierhandlung ist spezialisiert auf Vogelspinnen (8 Beine) und Schlangen. Sie führt aber als Besonderheit auch seltene, 12-beinige Schmetterlingsraupen. Insgesamt gibt es 66 Tiere in der Tierhandlung. Es sind doppelt so viele Vogelspinnen wie Schlangen. Alle Tiere haben zusammen 432 Beine.

Schriftliche Zusatzaufgabe in drei Schwierigkeitsgraden

Wie das in Abschnitt 6.1 beschriebene Design dieser Studie vorsah, mussten die Lernenden nach der gemeinsamen Problemlösung in der Kleingruppe in Einzelarbeit ohne Unterstützung eine entsprechende zusätzliche Aufgabe auf dem gleichen Leistungsniveau schriftlich lösen. Die Aufgabenstellungen dazu waren folgende:

¹ Im heutigen Lehrplan 21 ist für den 3. Zyklus folgendes vermerkt: Kompetenzbereich 1: Zahlen und Variable, A: Operieren und benennen, 4: «Die Schülerinnen und Schüler können Terme vergleichen und umformen, Gleichungen lösen, Gesetze und Regeln anwenden.». Kompetenzbereich 3: Grössen, Funktionen, Daten und Zufall, C: Mathematisieren und Darstellen, 2: «Die Schülerinnen und Schüler können Sachsituationen mathematisieren, darstellen, berechnen sowie Ergebnisse interpretieren und überprüfen» (Lehrplan 21, Mathematik, <https://v-fe.lehrplan.ch/index.php?code=b%7C5%7C0&la=yes>, abgerufen am 6.11.2021). Die zugrundeliegende Studie wurde vor Inkrafttreten des Lehrplans 21 durchgeführt, aber algebraische Textaufgaben und das Lösen von Gleichungen waren auch vorher schon in den Lehrplänen enthalten.

- (1) In einem Kindergeschäft sind Kinderwagen mit 3 und solche mit 4 Rädern ausgestellt. Total sind es 22 Kinderwagen mit insgesamt 75 Rädern.
- (2) In einem Kindergeschäft sind Kinderwagen mit 3 und solche mit 4 Rädern ausgestellt. Es gibt auch einen Zwilling-Kinderwagen mit 6 Rädern. Total sind es 23 Kinderwagen mit insgesamt 81 Rädern.
- (3) Ein Kinderladen ist spezialisiert auf Kinderwagen. Er verkauft Kinderwagen mit 3 und solche mit 4 Rädern. Auch Zwilling-Kinderwagen mit 6 Rädern kann man kaufen. Es gibt dreimal so viele vierrädrige Kinderwagen wie Zwilling-Kinderwagen. Insgesamt gibt es 25 Kinderwagen mit total 93 Rädern.

6.2.2 Aufgabenanalyse mit allgemeindidaktischen Klassifikationsrastern

Die Aufgaben sind Modellierungsaufgaben, bei deren Problemlösung Modellierungsprozesse durchlaufen werden müssen (vgl. Abschnitt 3.2.1 und 3.2.2). Diese Klassifizierung beruht auf Erkenntnissen der Lehr-Lernpsychologie bzw. der Kognitionspsychologie. Auf den Modellierungsprozess dieser Aufgaben wird weiter unten detailliert eingegangen (vgl. Abschnitt 6.2.3). Es existieren zudem in der Allgemeinen Didaktik (vgl. Blömeke, Risse, Müller, Eichler & Schulz, 2006; Maier, Kleinknecht, Metz & Bohl, 2010) und in der Fachdidaktik (Jordan et al., 2006) Kriterienraster, um das didaktische Potenzial der Aufgaben einschätzen zu können (Leuders, 2015). Die allgemeindidaktischen Modelle beanspruchen für sich, Aufgabenstellungen nicht nur im Schulfach Mathematik einschätzen zu können. Im folgenden Abschnitt werden zwei allgemeine Kriterienraster vorgestellt. Maier, Kleinknecht, Metz und Bohl (2010) unterscheiden die Dimensionen *Wissensart*, *Kognitiver Prozess*, *Wissenseinheiten*, *Offenheit*, *Lebensweltbezug*, *Sprachlogische Komplexität* und *Repräsentationsformen* und unterscheiden pro Dimension drei bis vier Ausprägungen (Maier et al., 2010, S. 90). Das Autorenteam hat sich beim Erstellen des Kriterienrasters einerseits an den fachdidaktischen Klassifikationsrastern (z. B. Jordan et al., 2006) und andererseits an der Lernzieltaxonomie von Anderson und Krathwohl (2001) orientiert. Spezifisch am zweiten in der Erziehungswissenschaft gängigen Kriterienraster von Blömeke et al. (2006) ist, dass es nicht nur auf das objektive Potenzial der Aufgabe ausgerichtet ist, sondern zudem die intendierten Anforderungen seitens der Lehrperson – Lehrpersonen können z. B. bei der mündlichen Auftragsformulierung schon gewisse Aspekte vorwegnehmen und damit die Aufgabe für die

Lernenden vereinfachen – und die Realisierung dieser Anforderungen von Seiten der Lernenden berücksichtigt (Blömeke et al., 2006). Um diese zusätzlichen Aspekte bestimmen zu können, ist nicht nur die schriftlich fixierte Aufgabenstellung zu betrachten, sondern es sind Beobachtungen oder Videoaufnahmen der konkreten Realisierung im Unterrichtsgeschehen notwendig. Das Autorenteam um Blömeke (2006) unterscheidet neun didaktische Merkmale einer Aufgabe: *gesellschaftlich relevanter Bildungsinhalt, Ansprache eines Bedürfnisses, kognitive Anforderungen, Neuigkeitswert, Chance auf Bewältigung, innere Differenzierung, authentische Situationen, Problemlösefähigkeit* und *soziale Interaktion* mit einer bis drei Ausprägungen pro Dimension (Blömeke et al., 2006, S. 351 f.). Auf das Kriterienraster von Blömeke et al. (2006) wird in Bezug auf unsere Aufgabenstellungen nicht eingegangen, weil es sich eher für grössere Lernaufgaben eignet als zur Klassifizierung einer einzelnen Übungsaufgabe in Mathematik.

Die Textaufgabe für das tutorielle Gruppensetting kann gemäss dem Klassifikationsraster von Maier et al. (2010), das inhaltsbezogene und kognitionsbezogene Merkmale einbezieht, wie folgt eingeteilt werden (vgl. Abbildung 6.2):

Dimensionen	Ausprägungen			
Wissensart	Fakten	Prozeduren	Konzepte	Metakognition
		X		
Kognitiver Prozess	Reproduktion	Naher Transfer	Weiter Transfer	Problemlösen
		X		
Wissenseinheit	Eine WE	Bis zu 4 WE	Mehr als 4 WE	
		X		
Offenheit	Definiert/konvergent	Definiert/divergent	Indefiniert/divergent	
	X	(X)		
Lebensweltbezug	Kein	Konstruiert	Authentisch	Real
		X		
Sprachlogische Komplexität	Niedrig	Mittel	Hoch	
		X		
Repräsentationsformen	Eine	Integration	Transformation	
	X	(X)		

Abbildung 6.2 Allgemeindidaktisches Kategoriensystem nach Maier et al., 2010

Mit der Dimension *Wissensart* unterscheidet das Autorenteam um Maier in Anlehnung an Anderson und Krathwohl (2001) Faktenwissen, prozedurales Wissen, konzeptionelles Wissen und metakognitives Wissen (Maier et al., 2010, S. 86). Da bei unseren Textaufgaben Gleichungen aufgestellt und gelöst bzw. allenfalls durch Ausprobieren oder logisches Denken ein Ergebnis berechnet werden muss, handelt es sich hauptsächlich um prozedurales Wissen, das eingesetzt werden muss. In Bezug auf die *kognitiven Prozesse* ist zu beurteilen, wie weit diese Aufgabenstellung von ähnlichen schon gelösten Aufgaben abweicht. Die oben aufgeführte Kopf-Beine-Aufgabe wurde als naher Transfer eingestuft, weil die Lernenden selbst merken müssen, dass sie ihr Wissen von einem linearen Gleichungssystem anwenden müssen. Sie haben aber schon vorher solche Aufgaben gelöst, das lineare Gleichungssystem (oder allenfalls eine andere Variante der Aufgabenlösung) muss folglich nicht neu erarbeitet werden. Dennoch ist es keine Reproduktionsaufgabe, weil der Lösungsweg nicht schon vorgegeben ist. Eine Reproduktionsaufgabe benötigt nur eine Erinnerungsleistung (Maier et al., 2010, S. 87). Bei der Analyse des Lehr-Lerngesprächs kann es jedoch durchaus vorkommen, dass die Lehrperson mit ihren Hilfestellungen aus dieser Aufgabe eine Reproduktionsaufgabe macht. Genau aus diesem Grund betrachten Blömeke et al. (2006) nicht nur die Aufgabenstellung, sondern auch die intendierten Anforderungen der Lehrperson. Die *Anzahl der Wissenseinheiten* ist sicherlich mehr als nur eine, da einerseits der Text verstanden (Textverständnis) und eine Fragestellung daraus kreiert werden muss. Dann braucht es das Wissen über Gleichungen und das prozedurale Wissen, wie diese zu lösen sind. Die *Offenheit der Aufgabenstellung* ist, angelehnt an die Definitionen des Autorenteam (Maier et al., 2010, S. 88), definiert und konvergent. Sie bezeichnen eine Aufgabe mit klar definiertem Anfangszustand und einer Lösung als definiert und konvergent (Maier et al., 2010, S. 88). Diese Aufgabenstellung hat einen klar definierten Anfangszustand. Allerdings sind mehrere Lösungswege möglich, weshalb die Aufgabe allenfalls auch als definiert und divergent eingestuft werden kann. Der *Lebensweltbezug* ist konstruiert. Die Formulierung der Textaufgabe als Text intendiert einen Realitätsbezug. Als authentischen Lebensweltbezug kann die Aufgabe dennoch nicht gesehen werden, weil keine «sinnvolle Anwendung von Fachwissen im Alltag oder im Berufsleben in die Aufgabe eingebunden [ist]» (Maier et al., 2010, S. 89). Es gibt im realen Leben kaum einen Grund, solch eine Aufgabe zu lösen. Die Aufgabe hat eher Rätselcharakter. Die *sprachlogische Komplexität* ist als mittel einzustufen, denn es gibt «Textpassagen mit irrelevanten Informationen» (Maier et al., 2010, S. 89). Auch die implizite Fragestellung spricht für einen mittleren Schwierigkeitsgrad. Die Aufgabenstellung ist als Text geschrieben, ohne Zeichnung oder Grafik, was laut der Definition des Autorenteam (Maier et al.,

2010, S. 89) dafür spricht, sie als Aufgabe innerhalb einer *Repräsentationsform* zu bezeichnen. Da jedoch beim Lösen mathematisiert werden muss, kann die Aufgabe auch als Integration verschiedener Repräsentationsformen eingeteilt werden.

Nachfolgend werden idealtypische Lösungswege beschrieben. Es wird auf unterschiedliche Lösungswege eingegangen, welche sowohl für die Textaufgabe des tutoriellen Gruppensettings als auch für die zusätzliche schriftliche Aufgabe angewendet werden können, denn die zusätzliche schriftliche Aufgabe gehört ebenfalls zum Typus der Kopf-Beine-Aufgaben. Als zweite Aufgabenstellung für das tutorielle Gruppensetting wurden den Lehrpersonen so genannte Kerzenaufgaben angeboten für den Fall, dass die Gruppe schneller mit der Problemlösung der Kopf-Beine-Aufgabe als die geplanten 15 Minuten fertig geworden wären. Da diese Aufgabenstellung in dieser Studie nicht besprochen wird, wird auf eine Wiedergabe und eine Aufgabenanalyse verzichtet.

6.2.3 Idealtypische Lösungswege unserer Modellierungsaufgaben – Variablen, Terme und Gleichungen

Welchen Problemlöseprozess müssen Schüler und Schülerinnen vollziehen, wenn sie die oben geschilderte Kopf-Beine-Aufgabe vorgesetzt bekommen und lösen wollen?

Fragt man Mathematiklehrpersonen, dann gehen viele davon aus, dass die Schüler und Schülerinnen sofort auf die Idee kommen sollten, zwei lineare Gleichungen aufzustellen und diese dann aufzulösen, da dies in der Sekundarstufe I eingeübt wird. Nachstehend ein Auszug aus einem Schul-Theorieblatt:

Viele Textaufgaben kann man mithilfe zweier linearer Gleichungen lösen. Zwei lineare Gleichungen mit zwei Variablen nennt man ein lineares Gleichungssystem in zwei Variablen (kurz: LGS). Ein Zahlenpaar, das beide Gleichungen eines linearen Gleichungssystems erfüllt, heißt Lösung des Gleichungssystems. Ein LGS hat entweder genau eine Lösung, keine Lösung oder unendlich viele Lösungen. Die Lösungen von LGS lassen sich graphisch oft nur näherungsweise bestimmen. Um die Lösung exakt zu bestimmen, muss grundsätzlich aus zwei Gleichungen mit zwei Variablen eine einzelne Gleichung erzeugt werden, in welcher eine der beiden Variablen nicht mehr vorkommt. Diese Gleichung kann dann gelöst werden. (Auszug aus einem Theorieblatt zur Repetition der Lösungsverfahren von Linearen Gleichungssystemen mit zwei Variablen. Zur Verfügung gestellt von Frau Vanessa Loureiro, in Ausbildung zur Mathematiklehrperson, am 2. 12. 2021).

Es wird davon ausgegangen, dass die Schüler und Schülerinnen anhand der Aufgabenstellung zwei Gleichungen erstellen, in denen je dieselben zwei Variablen vorkommen. Aus diesen zwei Gleichungen kann mittels unterschiedlicher Verfahren sodann eine einzige Gleichung mit nur einer Variablen erstellt werden. Diese Gleichung kann man lösen und erhält ein numerisches Ergebnis für diese Variable. Danach kann man das erhaltene Ergebnis in die andere Gleichung einsetzen, um ein numerisches Ergebnis für die zweite Variable zu erhalten. Diese Gleichungen müssen selbstverständlich zu den Aussagen in der Textaufgabe passen.

Zur ausführlichen Beschreibung des idealtypischen Lösungsweges halte ich mich an das in Abschnitt 3.2.2 beschriebene kognitionspsychologische Mehrebenenmodell von Reusser (1989) und seine fünf grundlegenden Schritte, *Textverständnis, Situationsverständnis und Erkennen der Problemfrage, Mathematisierung, Rechnen und Formulieren einer situationsbezogenen Antwort*. Blum (2019) bezeichnet die idealerweise aufeinanderfolgenden Lösungsschritte mit sehr ähnlichen Fachbegriffen. Seine Analysestruktur besteht aus den Schritten *Verstehen der Sachsituation, Strukturierung der Sachsituation und Übertragung in ein mathematisches Problem, Lösung des mathematischen Problems und Lösung der Sachsituation* (vgl. 3.2.1). Es wird im Folgenden der Problemlösevorgang der mittelschweren Textaufgabe aufgezeigt. Sie lautete: *In einem Gehege sieht Livia Kaninchen, Hühner und zwei Weinbergschnecken. Alle Tiere zusammen haben 37 Köpfe und 94 Beine*. Die Textaufgabe (1) ist dieselbe Aufgabe aber ohne die zusätzliche Schwierigkeit der Weinbergschnecken, d. h. sie benötigt grundsätzlich denselben Lösungsweg. Auch die zusätzliche Einzelaufgabe nach der tutoriellen Situation kann auf dieselbe Art und Weise gelöst werden. Sie lautete: *In einem Kindergeschäft sind Kinderwagen mit 3 und solche mit 4 Rädern ausgestellt. Es gibt auch einen Zwilling-Kinderwagen mit 6 Rädern. Total sind es 23 Kinderwagen mit insgesamt 81 Rädern*. Die Zusatzaufgabe (1) ist insofern vereinfacht, da das Kindergeschäft keinen Zwilling-Kinderwagen führt. Ansonsten ist es wiederum dieselbe Aufgabe. Die kognitiven Aktivitäten der Problemlösenden für diesen Aufgabentyp können folgendermassen beschrieben werden.

Textverständnis

Zur Erfassung des Textverständnisses müssen die Lernenden den Problemtext lesen² und aus der Textbasis anhand einer Situationsanalyse ein episodisches Situationsmodell erstellen bzw. eine Situationsvorstellung erzeugen. Blum (2019) und Reusser (1989) bezeichnen diesen Vorgang als Verstehen der Handlungs- oder Sachsituation. Der oder die Lesende (bzw. Problemlösende) sieht im Geiste ein Gehege (z. B. einen Gartenzaun oder einen kleinen Stall), worin Hühner und Kaninchen eingesperrt sind.

Antizipation von Schülerschwierigkeiten

Für Lernende mit fremdsprachigem Hintergrund könnten Verständnisschwierigkeiten des Vokabulars eine erste Schwierigkeit sein. Livia ist ein etwas ungewöhnlicher Name und das Wort „Gehege“ ist weniger geläufig als Gartenzaun oder Hecke oder Käfig.

Erkennen der Problemfrage

Der oder die Lesende weiss aufgrund seines/ihres Weltwissens sowie des Rahmens, innerhalb dessen er oder sie den Text liest – nämlich in der Schule im Mathematikunterricht –, dass es sich beim soeben Gelesenen um die Textsorte «mathematische Textaufgabe» handelt, bei der normalerweise eine explizite Frage angegeben ist. Da eine solche nicht explizit im Problemtext steht, muss er oder sie diese selbst formulieren. Die Formulierung der Fragestellung ist die erste mathematische Schwierigkeit. Aus ihrer Erfahrung mit ähnlichen Aufgaben werden die Schüler und Schülerinnen vermuten, dass die genaue Anzahl der einzelnen Tiere (bzw. der Kinderwagentypen) herausgefunden werden soll.

Antizipation von Schülerschwierigkeiten

Bei der Antizipation der Schwierigkeiten eines Teils der Lernenden sollte die Lehrperson darauf gefasst sein, dass die korrekte bzw. die sinnvolle Fragestellung nicht sofort erkannt wird, und z. B. als Frage vorgeschlagen wird, herauszufinden, wie viele Tiere es im Gehege hat. Die gut vorbereitete Lehrperson wird die Schüler und Schülerinnen auffordern, den zweiten Satz, *Alle Tiere zusammen haben 37 Köpfe und 94 Beine*, nochmals genau zu lesen. Dies sollte dazu führen, dass die Lernenden merken, dass (da jedes Lebewesen nur einen Kopf hat), die Gesamtzahl der Tiere in der Aufgabe ja bereits gegeben ist (37) und das Herausfinden der Anzahl Tiere somit nicht als Fragestellung taugt.

² Auf die kognitionspsychologischen Elemente, wie lesen vor sich geht oder vor sich gehen könnte, wird hier nicht eingegangen. Dies kann nachgelesen werden bei Ballstaedt, Mandl, Schnotz, & Tergan (1981), Kintsch, & van Dijk (1978) oder Aebli (1981/1994, 1983/1998).

In unserer Textaufgabe muss der Schüler oder die Schülerin ebenfalls merken, dass die 37 Tiere aus drei unterschiedlichen Tierarten bestehen (bzw. dass es drei Kinderwagentypen gibt im Kinderwagengeschäft). Dies führt zur Fragestellung: Wie viele Kaninchen, Hühner und Weinbergschnecken hat es im Gehege? (bzw. wie viele dreirädrige, vierrädrige und sechsrädrige Kinderwagentypen gibt es im Kinderwagengeschäft?). Der oder die Lernende sollte sich nun erinnern, dass es *zwei* Weinbergschnecken sind (bzw. dass es genau einen Zwillingskinderwagen gibt). Man muss also nur noch herausfinden, wie viele Hühner und wie viele Kaninchen es im Gehege hat (bzw. wie viele dreirädrige und wie viele vierrädrige Kinderwagen es gibt). Damit hat der oder die Lernende sich ein adäquates episodisches Situationsverständnis erarbeitet und gleichzeitig eine mathematisch plausible Frage generiert.

Nun wird durch die weitere Strukturierung der Sachsituation, wie Blum (2019) es nennt, ein episodisches Problemmodell erarbeitet. Zur Strukturierung der Sachsituation gehören Überlegungen, wie „die zwei Köpfe der zwei Weinbergschnecken sind von den 37 Tieren abzuziehen“, „Hühner und Kaninchen zusammen sind 35“, „die Anzahl der Gesamtbeine ist angegeben, vermutlich kann man damit etwas angefangen“ oder die Überlegung, dass Hühner und Kaninchen eine unterschiedliche Anzahl Beine haben und dass Schnecken keine Beine haben. In schriftlicher Darstellung werden diese Überlegungen des Öfteren tabellenartig dokumentiert, was eine klassische Heuristik zum Lösen von Textaufgaben darstellt (De Corte, 2012, S. 7) (vgl. 3.2.3). Zur Illustration wird hier exemplarisch eine solche Tabelle aus unserem Datensatz angeführt (vgl. Abbildung 6.3).

$k=4$ Beine	jedes $k=1$ Kopf
$H=2$ Beine	" $H=1$ "
$W=0$ Beine	" $W=1$ "
2 Weinbergschnecken	
35 übrig	

Abbildung 6.3 Tabelle auf Notizblatt eines Schülers oder einer Schülerin (Nr. 120805)

Eine solche Tabelle kann als Aufzeichnung eines episodischen Problemmodells gesehen werden. Das Gegebene ist schematisch dargestellt, jedoch noch ohne die mathematisch-formale Sprache. Die Fragestellung ist auch schon benannt worden.

Antizipation von Schülerschwierigkeiten

Auch bei der Strukturierung der Sachsituation oder beim Erstellen der Tabelle kann es zu Fehlern kommen. So kann beispielsweise eine ungeschickte Darstellung des Gegebenen (z. B. nicht als Tabelle), das Weglassen eines zentralen Elementes oder das Setzen von verwirrenden Abkürzungen (H = Hühner und H = Hasen) die Mathematisierung erschweren oder behindern.

Mathematisierung

Die eigentliche Mathematisierung beginnt damit, dass das sprachlich-semantic Gedachte oder mündlich Formulierte und/oder schriftlich (z. B. in Tabellenform) Dokumentierte in mathematisch-formaler Sprache ausgedrückt wird. Der erste Mathematisierungsschritt vollzieht sich, in den Worten von Reusser (1989, S. 110) durch eine Reduktionsstrategie unter der leitenden Perspektive der Fragestellung: Die Situationsvorstellung wird auf das mathematisch relevante operative Gerüst reduziert (Reusser, 1989, S. 110). Dazu kommen (meistens) Variablen und Terme zum Zug.

In Bezug auf unsere Aufgabenstellung wird folglich die Anzahl der unterschiedlichen Tierarten (bzw. der Kinderwagenarten) mit Variablen und/oder mit Termen ausgedrückt. Es gibt mehrere Möglichkeiten dafür. In [Abbildung 6.4](#) werden die zwei am häufigsten gewählten Lösungswege aus unserem Datensatz aufgezeigt.

	Mathematisierung mit einer Variablen	Mathematisierung mit zwei Variablen
Kaninchen	$x = \text{Anzahl Kaninchen}$	$x = \text{Anzahl Kaninchen}$
Hühner	$35-x = \text{Anzahl Hühner}$	$y = \text{Anzahl Hühner}$
Kopfgleichung		$x + y = 35$
Beingleichung	$4x+2(35-x) = 94$	$4x + 2y = 94$

Abbildung 6.4 Die zwei am häufigsten gewählten Lösungswege

Die Anzahl der unterschiedlichen Tierarten (bzw. der Kinderwagenarten) ist gesucht und somit die unbekannt Grössen. Wählt man für die Tierart Kaninchen die Variable x – x entspricht folglich der Anzahl der Kaninchen – dann entspricht der Term für die Anzahl der Hühner der Subtraktion der Anzahl Kaninchen von der Gesamtzahl der Tiere, in mathematisch-formaler Sprache folglich $35-x$. Es besteht auch die Möglichkeit, die andere Tierart mit einer zweiten Variablen zu bezeichnen (Anzahl der Hühner = y).

Antizipation von Schülerschwierigkeiten

Wie im Theoriekapitel 3.2.5 dargestellt, ist die Verwendung der Variablen für Schüler und Schülerinnen sehr oft mit Schwierigkeiten behaftet. Das Schwierige an Variablen ist, dass mit ihnen operiert werden muss (Hussmann & Schacht, 2015, S. 113). Die Lernenden müssen sich im Klaren sein, was die Variable bedeutet bzw. wofür sie die Variable setzen. Viele Lehrpersonen machen die Schüler und Schülerinnen beispielsweise mit solchen Hinweisen darauf aufmerksam: „Es ergibt überhaupt keinen Sinn, eine Gleichung (z. B. mit x) aufzustellen, wenn du nicht weisst, was mit der Unbekannten x gemeint ist!“ Dennoch machen dies leider viele Lernende häufig. Sie haben ein Vorgehen auswendig gelernt, verstehen aber den tieferen Sinn bzw. den mathematischen Zusammenhang dafür nicht.

Am Ende der Mathematisierung steht eine Gleichung mit einer Variablen (vgl. Abbildung 6.4, letzte Zeile, mittleres Feld) oder ein lineares Gleichungssystem mit zwei Variablen (Abkürzung LGS) (vgl. Abbildung 6.4, letzte Zeile, rechtes Feld). Reusser nennt dies Verknüpfungsstruktur (Reusser, 1989, S. 92). Die Anzahl der benötigten Gleichungen entspricht der Anzahl der unbekannt Variablen. Bisher haben wir versucht, die Überlegungen zu den Variablen und Termen nachzuvollziehen. Jedoch sind $x = \text{Anzahl der Kaninchen}$ und $35-x = \text{Anzahl der Hühner}$ bzw. mit LGS $x = \text{Anzahl der Kaninchen}$ und $y = \text{Anzahl der Hühner}$ noch keine Gleichungen, welche gelöst werden können. Es sind nur Variablen und Terme. In der Textaufgabe sind noch weitere Elemente angeben, nämlich die Gesamtzahl der Beine = 94 (bzw. der Räder aller Kinderwagen = 81). Um damit eine richtige lösbare Gleichung aufzustellen, müssen sich die Lernenden überlegen, wie viele Beine jeweils die Kaninchen und die Hühner haben: Die Kaninchen haben je 4 Beine und die Hühner je 2. Alle Kaninchen zusammen haben folglich $4 \times$ Beine. Die Anzahl Beine aller Hühner ergibt sich aus der Anzahl der Hühner multipliziert mit 2, folglich $2(35-x)$ oder, wenn man für die Hühner eine eigene Variable eingesetzt hat, $2y$ (vgl. Abbildung 6.4, letzte Zeile). Nun muss die Gesamtzahl der Beine der Kaninchen und der Beine der Hühner zusammengezählt werden, was 94

ergibt. Die Gleichung lautet folglich $4x + 2(35-x) = 94$ oder $4x + 2y = 94$. Diese Gleichungen können hier in dieser Aufgabe als Beingleichung bezeichnet werden. Da die zweite Gleichung zwei Variablen enthält, benötigt der oder die Problemlösende noch eine zweite Gleichung. Es ist bekannt, dass die Gesamtzahl der Tiere 35 ist, was dann zur Kopfgleichung führt, $x + y = 35$. Hat man diese Gleichung oder diese beiden Gleichungen erreicht, so hat man ein mathematisches Problemmodell.

Antizipation von Schülerschwierigkeiten

Das Aufstellen der Gleichungen ist fehleranfällig. Dies gilt besonders für die Beingleichung mit nur einer Variablen (Unbekannten), weil die Anzahl der Gesamthühnerbeine dann ein Term ist $(35-x)$ und nicht eine einzige Variable $(2y)$ wie bei einem linearen Gleichungssystem mit zwei Variablen (Unbekannten).

Ausrechnen bzw. Gleichungen lösen

Die Gleichungen müssen nun gelöst werden. Das ist der Rechenschritt. Die Gleichung mit einer Variablen muss nach der Variablen aufgelöst werden, was im obigen Beispiel die Anzahl Kaninchen ergibt. Ein Rechenweg ist der folgende (vgl. Abbildung 6.5):

$$\text{Gleichung: } 4x + 2(35-x) = 94$$

$$\text{Schritt 1: Klammer ausrechnen: } 4x + 70 - 2x = 94$$

$$\text{Schritt 2: Vereinfachen: } 2x + 70 = 94$$

$$\text{Schritt 3: Nach } x \text{ auflösen: } 2x = 94 - 70 \rightarrow 2x = 24 \rightarrow x = 12$$

Abbildung 6.5 Auflösung einer Gleichung nach einer Variablen (Rechenweg)

Um die Anzahl der Hühner zu berechnen, müssen diese 12 „Kaninchen“ von der Gesamtzahl der Tiere subtrahiert werden, was dann 23 „Hühner“ ergibt. (Dass es sich um Kaninchen und Hühner handelt, ist eigentlich erst der nächste Schritt im Lösungsweg der Textaufgabe).

Um ein lineares Gleichungssystem nach Variablen aufzulösen, gibt es unterschiedliche Verfahren. Die häufigsten und in der Schule gelernten Verfahren sind das Additionsverfahren, das Einsetzungsverfahren und das Gleichsetzungsverfahren. Das Additionsverfahren und das Einsetzungsverfahren werden an unserer Textaufgabe erklärt und durchgeführt (vgl. Abbildung 6.6, Abbildung 6.7).

Additionsverfahren

Schritt 1: Multipliziere/dividiere die Gleichungen so, dass die Koeffizienten einer Variable gleich sind.

$$x + y = 35$$

$$4x + 2y = 94$$

$$2x + 2y = 70 \text{ (Multiplikation mit 2)}$$

$$4x + 2y = 94$$

Schritt 2: Addiere/ subtrahiere die beiden Gleichungen voneinander.

$$4x + 2y = 94$$

$$- (2x + 2y = 70)$$

$$2x = 24$$

Schritt 3: Du erhältst eine Gleichung mit einer Variablen. Berechne den Wert dieser Variable. $2x = 24 \rightarrow x = 12$

Schritt 4: Setze den erhaltenen Wert wiederum in eine der beiden ursprünglichen Gleichungen ein. Berechne den Wert der zweiten Variablen.

$$x + y = 35$$

$$12 + y = 35 \rightarrow y = 35 - 12 \rightarrow y = 23$$

Abbildung 6.6 Additionsverfahren ausgeführt an der Aufgabe 1

Situationsbezogene Antwort

Nach dem Lösen der Gleichung verfügen die Lernenden über eine numerische Antwort, welche nun interpretiert und auf den ursprünglichen Problemtext bezogen werden muss. Die Lernenden sollten einen Antwortsatz formulieren, um ihre Lösung in einem Fließtext kundzutun. Dazu muss man sich wieder in Erinnerung rufen, welches Element der Textaufgabe man x genannt hat³, also was die Variable bedeutet, und sich an die Fragestellung erinnern. Eine situationsbezogene Antwort könnte für unsere Textaufgabe (2) folgende sein: *Es hat 12 Kaninchen, 23 Hühner und zwei Weinbergschnecken im Gehege.*

Zu unserem Datensatz bzw. unserer Stichprobe muss noch angemerkt werden, dass es einen Jahrgangsunterschied zwischen den deutschen und den schweizerischen Lernenden gibt. Dieser beruht darauf, dass die Einführung in den Satz des

³ Natürlich kann man die Variablen auch anders verteilen (x = Hühner und y = Kaninchen). In einigen wenigen Tutoringsituationen wird dies diskutiert. Möglich wäre auch, ein Tierbein als x zu bezeichnen. Diese Variante wird in unserem Sample wenig angesprochen, und wenn sie angesprochen wird (z. B. in der Gruppe 1225) sofort wieder verworfen.

Einsetzungsverfahren

Schritt 1: Löse eine der beiden Gleichungen nach einer der beiden Variablen auf.

$$x + y = 35$$

$$x = 35 - y$$

Schritt 2: Setze den Term für die Variable, nach der du aufgelöst hast, in die andere der beiden Gleichungen ein.

$$4x + 2y = 94$$

$$4(35-y) + 2y = 94$$

$$140 - 4y + 2y = 94$$

$$140 - 2y = 94$$

Schritt 3: Du erhältst eine Gleichung mit einer Variablen. Berechne den Wert dieser Variable.

$$140 - 2y = 94$$

$$140 - 94 = 2y$$

$$46 = 2y$$

$$23 = y$$

Schritt 4: Setze den erhaltenen Wert wiederum in eine der Gleichungen ein. Berechne den Wert der zweiten Variablen.

$$x + y = 35$$

$$x + 23 = 35$$

$$x = 35 - 23$$

$$x = 12$$

Abbildung 6.7 Einsetzungsverfahren ausgeführt an der Aufgabe 1

Pythagoras im bundesdeutschen Curriculum im 9. Schuljahr erfolgt, im schweizerischen Curriculum jedoch bereits im 8. Schuljahr. Die Schulklassen wurden so ausgewählt, dass eine Einführung in den Satz des Pythagoras möglich war. Für die Algebra Lektionen und die Textaufgaben bzw. für die Tutoringsituationen hat dies zur Folge, dass die Schweizer Schüler und Schülerinnen das lineare Gleichungssystem (zwei Gleichungen mit zwei Variablen) noch nicht kennengelernt haben. Sie können folglich, wenn sie die Textaufgabe mit Variablen lösen wollen, immer nur das Vorgehen mit einer einzigen Variablen einschlagen.

6.2.4 Der logische oder der elegante Ansatz: „Wenn alles Hühner wären“

Es kann auch ein inhaltlicher Ansatz (Blum, 2019) gewählt werden, welchen wir in unserer Studie „logische Lösung“ nennen, da eine Lehrperson ihn so genannt hat. Dieser Lösungsweg kann auch als «eleganter Ansatz» bezeichnet werden, wie dies auf einer Erklär-Webseite gemacht wird (<https://www.macfunktion.ch/textaufgaben/beispiele/1bbsp.shtml>, abgerufen am 23.11.21). Dieser Lösungsansatz geht von der Annahme aus, dass, *wenn alles Hühner wären*, diese 70 Beine hätten. Also *wenn alle Tiere Hühner wären*, diese zusammen 70 Beine hätten, denn es wären dann ja 35 Hühner mit je zwei Beinen. In der Textaufgabe steht jedoch, dass es 94 Beine sind, somit bleiben 24 Beine übrig, welche noch zu keinem Tier gehören und folglich zu den Kaninchen gehören müssen. Nun unterscheiden sich die Hühner und die Kaninchen durch 2 Beine, d. h. die Kaninchen haben je zwei Beine mehr als die Hühner. Wir können demzufolge einigen Hühnern diese 24 übrigen Beine ankleben und diese Tiere dann Kaninchen nennen⁴. Das können wir 12-mal machen, weil die Hühner ja schon 2 Beine haben, d. h. sie brauchen nur noch 2 zusätzliche Beine, um zum Kaninchen zu werden. Die Lösung lautet folglich: Es hat 12 Kaninchen⁵.

Antizipation von Schülerschwierigkeiten

Das Verständnis dieses Ansatzes dürfte für einige Lernende schwierig sein. Da er auch nicht einfach zu erklären ist, dürfte er auch manche Lehrpersonen in ihrem Erklärverhalten bzw. in ihrer Impulsgebung bei der Lösungsunterstützung herausfordern

6.2.5 Der Lösungsweg «Probieren und systematisches Probieren»

Ein weiterer Lösungsweg, der auch von Schülern und Schülerinnen der Sekundarstufe I noch öfters spontan gewählt wird, ist derjenige des Probierens. Wenn die

⁴ Der aufmerksame Leser, die aufmerksame Leserin hat sicherlich den Titel dieser Studie erkannt. Der Titel ist ein Originalzitat der Lehrkraft 1117 in der Minute 15:04 und die Reaktion von zwei Lernenden darauf. Diese Frage der Lehrperson ist ein Hinweis darauf, wie man mit diesem Ansatz auf die Lösung der Textaufgabe kommt.

⁵ Falls der eine Leser oder die andere Leserin diesen Ansatz noch nicht ganz verstanden hat, so verweise ich sie oder ihn auf die Erklärung der Schülerin S1 in der Gruppe 1117 (Fallbeispiel) oder auf die Erklärung von S4 in der Gruppe 1118 (Portrait).

Ausgangszahlen der Aufgabenstellung klein sind, ist dies sehr oft der schnellste Weg. Lehrpersonen der Sekundarstufe I reagieren in der Regel unterschiedlich auf diesen Lösungsweg. Aus einer curricularen (Lernziel)Perspektive ist er auf der Sekundarstufe I nicht erwünscht, weil ja nicht einfach probiert, sondern der Umgang mit Gleichungen erlernt werden soll. Für die Grundschule wird dieser Weg dagegen durchaus empfohlen, da er es jüngeren Lernenden erlaubt, elementare Strategien des systematischen Probierens aufzubauen. Die Webseite „Schulimpulse für die Grundschule“ (www.schulimpulse.de) macht auf die Vorteile des (systematischen) Probierens aufmerksam:

Dabei werden Denkprozesse angeregt, die u.a. das Verständnis für funktionale Zusammenhänge schärfen oder den Mathematikunterricht der weiterführenden Schule vorbereiten. Die Kompetenzentwicklung vom Probieren hin zum systematischen Probieren erleichtert auch Betrachtungsweisen mathematischer Probleme, die z.B. eine zentrale Rolle im algorithmischen/informatischen Denken spielen, welches später eine der Voraussetzungen für das Grundverständnis des Programmierens ist. Im Mathematikunterricht der Grundschule werden diese Kompetenzen als Beitrag zur Entwicklung des Denkens sowie für die Orientierung auch in der digitalen Welt „analog“ angebahnt. (Webseite Schulimpulse für die Grundschule, <https://www.schulimpulse.de/sachaufgaben-durch-skizzen-tabellen-und-systematisches-probieren-loesen/> abgerufen am 25.11.21)

Das systematische Probieren schärft und trainiert zudem Denkwege, welche etwa auch im Programmierunterricht nützlich sind und dort angewendet werden können (oder müssen). Als Hilfestellung wird auch hier das Aufstellen einer Tabelle empfohlen (vgl. De Corte, 2012). Die Sachaufgabe, die auf der zitierten Webseite als Beispielaufgabe dient, ist eine Kopf-Beine-Aufgabe mit Hühnern und Kaninchen (Auf einem Kinderbauernhof entdecken die Schülerinnen und Schüler auf einer Wiese Kaninchen und Hühner. Zu sehen sind 5 Köpfe und 14 Beine. Wie viele Kaninchen und wie viele Hühner sind auf der Wiese?). Der Vorteil des Lösungsweges ‘Ausprobieren’ wird folgendermassen geschildert:

„Aufgaben wie diese lassen sich übersichtlich skizzieren und auf Grundlage des (systematischen) Probierens lösen. Immer wieder ist es hilfreich, sich an der Skizze der Ausgangssituation (Köpfe und Beine) zu orientieren und die Schritte des Probierens zu verbalisieren: „1 Huhn hat 2 Beine. 4 Kaninchen haben 16 Beine. Zusammen sind es zwar 5 Köpfe, aber 18 Beine. Das ist nicht die Lösung.“ (Webseite Schulimpulse für die Grundschule, <https://www.schulimpulse.de/sachaufgaben-durch-skizzen-tabellen-und-systematisches-probieren-loesen/> abgerufen am 25.11.21)

Auf unsere Aufgabe übertragen würde eine solche Tabelle folgendermassen aussehen (vgl. Abbildung 6.8)

Anzahl der Köpfe 35	Anzahl der Beine (94)
1 Kaninchen + 34 Hühner = 35	$4 + 68 = 72$
2 Kaninchen + 33 Hühner = 35	$8 + 66 = 74$
3 Kaninchen + 32 Hühner = 35	$12 + 64 = 76$
4 Kaninchen + 31 Hühner = 35	$16 + 62 = 78$
....	
12 Kaninchen + 23 Hühner = 35	$48 + 46 = 94$

Abbildung 6.8 Tabelle für das Ausrechnen durch den Lösungsweg «probieren»

Die meisten Lernenden werden nicht jede Zeile einzeln ausfüllen, sondern einige Zeilen «überspringen». Wenn sie dann auf zu viele Beine kommen, können sie auch wieder «zurückspringen». Springt man z. B. von den 4 Kaninchen plus 31 Hühner, was nur 78 Beine ergibt, auf 15 Kaninchen und 20 Hühner, erhält man 100 Beine, was zu viele Beine für diese Aufgabe sind. Den cleveren Lernenden wird auffallen, dass es *pro Kaninchen mehr zwei Beine mehr* ergibt, also + 1 Kaninchen und – 1 Huhn ergibt + 2 Beine. Bei der Ausgangslage mit einem Kaninchen fehlen noch 22 Beine. Es müssen also noch 11 Kaninchen beigefügt werden, um 94 Beine zu erhalten. Bei der Ausgangslage mit 100 Beinen, sind es 6 Beine, also 3 Kaninchen, zu viel. Womit wir wieder bei der oben geschilderten logischen bzw. eleganten Lösung angelangt sind.

Antizipation von Schülerschwierigkeiten

Übliche Schwierigkeiten von Schülern und Schülerinnen könnten sein, dass sie falsch ausrechnen oder dass sie nicht ausreichend Geduld haben, so lange iterativ durchzuprobieren, bis sie zur richtigen Lösung kommen.

6.2.6 Die Schwierigkeitsstufen der Aufgabenstellungen

Die Aufgabenauswahl in unserer Stichprobe war so gestaltet, dass die erste Aufgabe die einfachste ist, während die dritte Aufgabe am schwierigsten zu lösen ist (vgl. für die Aufgabenvorstellung Abschnitt 6.2.1). Die zweite Aufgabe enthält als zusätzliche Schwierigkeit im Vergleich zu Aufgabe (1), dass in der sprachlichen

Aufgabenformulierung drei Tierarten vorkommen statt nur zwei. Für die Fragegenerierung und die Übertragung in ein mathematisches Problem müssen dennoch nur zwei Tierarten (Hühner und Kaninchen) berücksichtigt werden. Die Lernenden müssen den Text so aufmerksam durchlesen, dass sie merken, dass die Anzahl der Schnecken schon angegeben ist («und zwei Weinbergschnecken»). Zudem muss aus ihrem Weltwissen die Information aktiviert werden, dass Schnecken keine Beine aber dennoch einen Kopf haben. Dies bedeutet für die Fragestellung, dass die Anzahl der Weinbergschnecken nicht mehr herausgefunden werden muss und für den Rechnungsvorgang, dass zwei Köpfe von den 37 Köpfen (Gesamtzahl der Tiere) abgezogen werden müssen. Die Lernenden müssen folglich nur noch mit 35 Köpfen rechnen und können somit vorgehen wie bei Aufgabe eins. Sie müssen also nicht mit drei Variablen rechnen. Bei der zusätzlichen schriftlichen Textaufgabe (2) wird die Schwierigkeit auf die gleiche Art und Weise erhöht: Es sind drei Arten von Kinderwagen beschrieben, aber beim Zwillingsskinderwagen kann man dem Text entnehmen, dass es nur einer ist. Für die Fragegenerierung und um ein mathematisches Problemmodell zu erstellen, spielen nur zwei Kinderwagenarten eine Rolle, nämlich die 3- und die 4-rädrigen Kinderwagen. Im nächsten Abschnitt wird die schwierigste Aufgabenstellung dieser Modellierungsaufgaben etwas länger vorgestellt. Sie wird Vogelspinnenaufgabe oder Aufgabe (3) genannt.

Die Vogelspinnenaufgabe als schwierigste Aufgabenvariante

Die dritte Aufgabenstellung enthält drei Tiergattungen, deren Anzahlen errechnet werden müssen. Zudem sind die Ausgangszahlen (Anzahl Beine und Gesamtmenge der Beine) eher gross, so dass das Lösen durch Probieren sehr ineffizient wäre. Zur Erinnerung wird die Aufgabenstellung nochmals angeführt:

Eine Tierhandlung ist spezialisiert auf Vogelspinnen (8 Beine) und Schlangen. Sie führt aber als Besonderheit auch seltene, 12-beinige Schmetterlingsraupen. Insgesamt gibt es 66 Tiere in der Tierhandlung. Es sind doppelt so viele Vogelspinnen wie Schlangen. Alle Tiere haben zusammen 432 Beine.

Diese Aufgabenstellung kann genauso wie die Aufgabe (2) mit einer Variablen und einer Gleichung oder mit einem linearen Gleichungssystem (also mit zwei oder drei Variablen) gelöst werden. Die verschiedenen Lösungswege werden nachfolgend kurz aufgezeigt.

Zur Erarbeitung des Textverständnisses, der Situationsanalyse und der Fragestellung braucht es mindestens folgende Überlegungen: Es hat drei unterschiedliche Tierarten in der Tierhandlung. Diese Tiere haben (unter anderem) eine unterschiedliche Anzahl Beine pro Tierart. Diese Textaufgabe ist eine Mathematikaufgabe, also muss es eine Fragestellung geben. Diese Fragestellung ist in dieser Aufgabe nur implizit vorhanden. Vermutlich soll man herausfinden, wie viele Tiere es von jeder Art hat.

Der Mathematisierungsvorgang könnte folgendermassen ablaufen: Die Fragestellung kann mit einer Gleichung oder einem linearen Gleichungssystem beantwortet werden. Um Gleichungen in diesem Aufgabentyp erstellen zu können, braucht man Variablen. Man kann nur eine Variable nehmen oder mehrere, je nachdem welchen Weg man wählt. Das Aufstellen der Gleichung(en) ist in Abbildung 6.9 schematisch dargestellt, und zwar gemäss den drei möglichen Varianten mit einer, zwei oder drei Variablen und mit einer, zwei oder drei Gleichungen.

Grundschrirte	Grundschrirte auf die Aufgabenstellung bezogen	Lösungsweg 1 Variable	Lösungsweg 2 Variablen	Lösungsweg 3 Variablen
Idee Variable	X			
Anzahl Var.	X /XY/XYZ	X	X Y	X Y Z
Variable(n) verteilen	Festlegen, was x ist (und evtl. y, z)	x=Anzahl Schlangen	x=Schlangen y=Raupen	x=Schlangen y=Raupen z=Vogelspinnen
	Doppelt so viele Vogelspinnen wie Schlangen	2x = Anzahl Vogelspinnen	2x= Anzahl Vogelspinnen	x=2z
	Alle Tiergattungen mit Variablen ausdrücken	x=Schlangen 2x=Vogelspinnen 66-3x=Raupen	x=Schlangen y=Raupen 2x=Vogelspinnen	x=Schlangen y=Raupen z=Vogelspinnen
	Gesamtzahl Beine pro Tierart mit Variablen ausdrücken	0x 8(2x) 12(66-3x)	0x 8(2x) 12y	0x 12y 8z
Idee Gleichungen	Gleichung(en) erstellen (womit?)			
«Pro Variable eine Gleichung»	Kopfgleichung		x+2x+y=66 3x+y=66	x+y+z=66
	Beingleichung (Schlangen haben keine Beine)	8(2x)+12(66-3x)=432	8(2x)+12y=432	12y+8z=432
	Falls 3 Variablen, braucht es drei Gleichungen: Doppelt so viele Vogelspinnen wie Schlangen			2x=z
Mathematisches Problemmodell		8(2x)+12(66-3x)=432	3x+y=66 8(2x)+12y=432	2x=z x+y+z=66 12y+8z=432

Abbildung 6.9 Mathematisierungsvorgang: Erstellen der Gleichungen der Aufgabe 3

Die mathematischen Überlegungen sind nahezu analog wie für die mittlere Aufgabenstellung (Aufgabe 2). Die Lösungswege für diese Aufgabe mit den Kaninchen, Hühnern und zwei Weinbergschnecken sind in den vorhergehenden Kapiteln ausführlich dargestellt worden. Aus diesem Grund werden die in Abbildung 6.9 tabellarisch dargestellten Lösungswege nicht als Fliesstext nochmals wiedergegeben. Es wird nur auf die zusätzlichen Schwierigkeiten eingegangen.

Eine zusätzliche Schwierigkeit in der Vogelspinnenaufgabe – neben den größeren Zahlen – besteht darin, dass für die Kopfgleichung wirklich drei Variablen oder drei Terme für die drei Tierarten aufgeführt werden müssen, weil bei *keiner* Tierart die Anzahl schon in der Aufgabenformulierung angegeben ist, wie es bei der Aufgabe mit den *zwei* Weinbergschnecken der Fall war. Die Kopfzahl bzw. die Summe aller Tiere, 66, ergibt sich aus der Summe der Anzahl Schlangen, der Anzahl Vogelspinnen und der Anzahl Raupen. Mit Buchstabenvariablen ausgedrückt ergibt dies die Gleichung $x + y + z = 66$ als erste Gleichung eines linearen Gleichungssystems (vgl. Abbildung 6.9, Spalte 5). Da angegeben ist, dass es *doppelt so viele Vogelspinnen wie Schlangen hat*, kann die Anzahl Buchstabenvariablen jedoch auf zwei verringert werden: $x + 2x + y = 66$, wenn x für die Anzahl der Schlangen, $2x$ für die Anzahl der Vogelspinnen und y für die Anzahl der Raupen steht (vgl. Abbildung 6.9, Spalte 4). Die Beingleichung lautet somit $0x + 8(2x) + 12y = 432$, denn die Schlangen haben keine Beine, die Vogelspinnen je 8 und Schmetterlingsraupen je 12. Somit hat man ein lineares Gleichungssystem mit zwei Gleichungen. Auch wenn man sich für die Lösungsvariante mit nur einer Buchstabenvariablen entscheidet – also im Grunde genommen keine Kopfgleichung explizit erstellen muss – ist die Vogelspinnenaufgabe dennoch insofern schwieriger als Aufgabe (2), weil auch bei diesem Weg alle drei Tierarten mit Variablen oder Termen ausgedrückt werden müssen und nicht nur zwei wie bei den einfacheren Aufgaben. Eine Lösung dafür wäre folgende: $x =$ Anzahl Schlangen, $2x =$ Anzahl Vogelspinnen und $66 - 3x =$ Anzahl Schmetterlingsraupen.

Eine weitere Schwierigkeit ergibt sich bei der geschickten Setzung der Variable x . Wählt man nämlich nicht die Schlangen, sondern die Vogelspinnen – welche *nota bene* als erste Tierart in der Aufgabenstellung erwähnt wird und deshalb oft für x ausgesucht wird – dann müssten die Anzahl Schlangen mit $x/2$ und die Anzahl Raupen mit $66 - 1.5x$ bezeichnet werden, was die Rechnungen komplizierter macht⁶. Es kommt mathematisch nicht darauf an, von welchem Tier man zuerst ausgeht, der Rechnungsweg ist immer derselbe.

Das Lösen der Gleichung(en) kann wiederum mit verschiedenen Verfahren erfolgen, welche im Abschnitt 6.2.3 ausführlich erklärt worden sind. Wählt man den Lösungsweg mit nur einer Variablen, dann muss die zahlenmässig schwierigste Beingleichung gelöst werden:

⁶ Man könnte auch die Schmetterlingsraupen mit x als einzige Buchstabenvariable bezeichnen. Dies ergäbe die Gleichung $12x + 8 \cdot \frac{2}{3} \cdot (66 - x) = 432$. Die Schmetterlingsraupen haben je 12 Beine. Der Term $66 - x$ sind die Vogelspinnen und die Schlangen zusammen (mit je $\frac{1}{3}$ Schlangen und $\frac{2}{3}$ Vogelspinnen). Da nur die Vogelspinnen Beine haben, dürfen bei der Beingleichung quasi nur die Vogelspinnen vorkommen, was zweidrittel von $66 - x$ ist.

$$0x + 8(2x) + 12(66-3x) = 432$$

$$16x + 792 - 36x = 432$$

$$-20x = -360$$

$$360 = 20x$$

$$18 = x$$

Situationsbezogene Antwort

Um vom numerischen Ergebnis auf den ganzen Antwortsatz zu kommen, braucht es Überlegungen wie diese: Wir haben die Schlangen als x bezeichnet. Es hat folglich 18 Schlangen in der Tierhandlung. Es hat doppelt so viele Vogelspinnen wie Schlangen. Dies ergibt 36 Vogelspinnen. Gesamthaft sind es 66 Tiere, die Rechnung $66 - 18 - 36 = 12$, ergibt also zwölf Schmetterlingsraupen. Der vollständige Antwortsatz lautet dementsprechend, dass *es 18 Schlangen, 36 Vogelspinnen und 12 Schmetterlingsraupen in der Tierhandlung hat.*

Die schwierigste Variante der schriftlichen Zusatzaufgaben kann auf dieselbe Art und Weise wie die Vogelspinnenaufgabe gelöst werden. Die schriftlichen Zusatzaufgaben sind als Testinstanz in Einzelarbeit gedacht und haben somit dasselbe Anspruchsniveau (vgl. für die Aufgabenstellung Abschnitt 6.2.1).

Nach der Aufgabenvorstellung und der detaillierten psychologisch-didaktischen Analyse des Aufgabenraums (vgl. Newell & Simon, 1972) wird im folgenden Kapitel ein Überblick über die Auswertungsverfahren gegeben.

6.3 Die Auswertungsmethoden im Überblick

Bei den für unsere Studie beigezogenen Daten (vgl. dazu 6.1) handelt es sich in erster Linie um die Videoaufnahmen mit den Transkripten der tutoriellen Settings mit je vier Lernenden. Hinzugezogen wurden ebenso die während der Aufgabebearbeitung entstandenen Notizblätter der Lernenden und auch diejenigen der Lehrperson, falls diese ein Protokoll gemacht oder Blätter für ihre Erklärungen verwendet hat. Zudem wurden die Aufgabenlösungen der einzelnen Schüler und Schülerinnen der zusätzlichen Aufgabe eingesehen.

Für das Auswertungsverfahren wurde ein dreischrittiges Vorgehen gewählt. Dieses erlaubt einerseits eine gezielte und begründete Auswahl der im Detail analysierten Fälle. Andererseits kann dadurch in den Fallanalysen eine Verknüpfung (bzw. eine Triangulation) der vorherigen Auswertungen erfolgen. *Im ersten Schritt* wurde eine *dokumentierte Sichtung* über das Gesamtsample von den 39 Gruppenunterrichtssituationen in Form von Übersichtstabellen erstellt (vgl. Tabelle 7.1, Tabelle 7.4, Tabelle 7.5). Diese Tabellen enthalten die Informationen der deskriptiven Beobachtungen (vgl. Tabelle 7.1), die Resultate der

quantitativen Häufigkeitsauszählungen zur Interaktionsstruktur (vgl. Tabelle 7.4) und eine Übersicht der eingeschlagenen Lösungswege in den Gruppenunterrichtssituationen, *pro Lernende*, und der zusätzlichen Aufgabe (vgl. Tabelle 7.5). Diese dokumentierte Sichtung hat einerseits den Zweck, einen Gesamtüberblick über die unterschiedlichen Vorgehensweisen in Bezug auf den „Kontext“ der Lehr-Lerngespräche (z. B. Welche Aufgabe wurde gelöst? Wie ist die Sitzordnung?), in Bezug auf die Interaktionen (z. B. Wie hoch ist der Redeanteil der Lernenden? Gibt es Peer-Interaktionen?) und in Bezug auf die Problemlösestrategien (z. B. Welche Lösungsarten werden erwähnt und welche durchgezogen?) zu erhalten. Das Vorgehen zur Erstellung dieser Tabellen der dokumentierten Sichtung wird in Abschnitt 6.4 vorgestellt.

Im *zweiten Analyseschritt* ging es darum, genauere Informationen über den *Prozessverlauf der Problemlösung* (vgl. Fragestellung 1) und den *Ablauf der Interaktionsformen* (vgl. Fragestellung 2) zu erhalten; dies im Einklang mit dem Ziel, anhand von Fallanalysen eine Komparation unterschiedlicher Behandlungsformen sichtbar zu machen. Um das zu erreichen, wurden in einem zweiten Analyseschritt etliche ausgewählte tutorielle Settings sequenziellen Mikroanalysen bzw. Mikrokodierungen (pro Äußerung oder pro Ereignis je nach Themenbereich) unterzogen. Für diese Mikroanalysen und Mikrokodierungen wurden verschiedene Kodiersysteme beigezogen, weiterentwickelt oder neu entworfen. Diese Kodiersysteme beziehen sich einerseits auf den Prozess der Aufgabenlösung und andererseits auf die Merkmale der Interaktion und Partizipation (vgl. Abschnitt 6.5).

Der *dritte Analyseschritt* vollzieht sich in der Realisierung von drei umfangreichen *Fallinterpretationen*, in denen die vollständigen Lehr-Lerngespräche der ausgewählten tutoriellen Settings beschrieben, analysiert und interpretiert werden. Sie werden ergänzt durch fünf weitere Kurzformen der Fallbeschreibungen, die *Portraits*. Bei diesen Portraits wird nur eine Auswahl signifikanter Videoausschnitte detailliert beschrieben und nicht die ganze Gruppenunterrichtssituation. Durch das Beifügen kürzerer Portraits wird eine Sättigung erreicht. Dies geschieht in Anlehnung an das Vorgehen des „theoretischen Samplings“ von Glaser und Strauss (zitiert nach Flick, 2007, S. 159 f.), die „dann aufhören weitere Fälle zu suchen, wenn kein „zu erwartender Gehalt an Neuem für die zu entwickelnde Theorie“ (Flick, 2007, S. 159) zu erwarten mehr ist. Die Fallinterpretationen und die Portraits decken die Spannweite unterschiedlicher Realisierungsformen der tutoriellen Settings ab und zeigen die unterschiedlichen Verflechtungen der Aufgabenlösungen mit den Interaktionsqualitäten auf. Die Auswahl der beschriebenen Fälle und Portraits stellt keine Zufallsauswahl dar, sondern begründet sich durch die empirischen Erkenntnisse der dokumentierten Sichtung und der Mikroanalysen. Die Dimensionen und Kategorien, nach denen die unterschiedlichen

Arten der Ausgestaltung der Problemlösegespräche analysiert wurden, stützten sich auf die im Theoriekapitel geschilderten Konzepte. Sie werden im Abschnitt (6.6) anhand eines Kriterienrasters zusammenfassend dargestellt. Da sowohl das Betrachten der Videoaufnahmen als auch die dokumentierte Sichtung und die Erkenntnisse aus den Mikrokodierungen sehr viele Informationen erbracht haben, werden am Ende des Ergebnisteils einige Steckbriefe (vgl. Abschnitt 7.6) weiterer tutorieller Situationen angefügt.

6.4 Dokumentierte Sichtung des Gesamtsamples

6.4.1 Deskriptive Kategorisierungen

Die deskriptiven Informationen zeigen die Beschaffenheit des Datensatzes auf, und zwar in Bezug auf nominale und leicht feststellbare Merkmale, welche für die Auswahl der Fallbeispiele und der Portraits zentral sind und Aufschluss geben könnten für die Fragestellungen 1 und 2 (vgl. Kapitel 5). So wurden für die drei Fallbeispiele nur Gruppenkonstellationen in Betracht gezogen, welche die gleiche Schwierigkeitsstufe der Aufgabenstellung lösten, da sonst die eingeschlagenen Lösungswege nicht im Detail verglichen werden können (vgl. Fragestellung 1). Zudem weisen die deskriptiven Merkmale häufig auch auf Differenzen hin, welche bei der Interpretation der Fälle von Bedeutung sein könnten. Als Beispiel dafür sei hier das Meldeverfahren genannt (vgl. Fragestellung 2). Es macht einen Unterschied in Bezug auf die Interaktionsstruktur, ob die Lernenden, bevor sie das Wort ergreifen, sich melden müssen oder nicht. Wenn die Schüler und Schülerinnen sich melden müssen, bevor sie etwas sagen können, dann ist es die Lehrperson, welche entscheidet, wer das Rederecht erhält. Wenn sich jedoch die Lernenden frei äussern können, dann kann denjenigen Schülern und Schülerinnen, welche viel Rederaum beanspruchen, zugeschrieben werden, dass sie sich gerne mündlich beteiligen und sich auch gegenüber ihren Kameraden partizipatorisch durchsetzen können. Es folgt nun eine Übersicht über die einbezogenen deskriptiven Merkmale. Folgende deskriptiven Merkmale wurden für nahezu⁷ alle 38 Gruppenunterrichtssituationen erhoben (vgl. Abbildung 6.10):

⁷ Da es Merkmale gibt, welche eine Nachverfolgung der Gruppenunterrichtssituationen in Bezug auf die Fragestellungen von vornherein als überflüssig kennzeichnen, hat es Leerfelder in den Übersichtstabellen. Dies ist z. B. dann der Fall, wenn nur drei Lernende statt vier anwesend waren (Nr. 1126) oder wenn keine Kopf-Beine-Aufgabe gelöst worden ist (Nr. 1113).

Deskriptive Merkmale zum Problemlöseprozess	Kategorien
Welche Aufgabe(n) werden gelöst?	Kopf-Beine-Aufgabe 1, 2 und/oder 3 und/oder Kerzenaufgabe 1, 2 und/oder 3
Wie viele Aufgaben werden angeschaut?	eine, zwei oder drei
Wurden Notizen erstellt?	Ja/Nein <i>Anmerkung:</i> Analyse aufgrund der Videoaufnahme und nicht aufgrund der Datenlage: Teilweise wurden die Notizblätter nicht abgegeben.
Welche Lösungswege sind auf den Notizblättern der Lernenden in den Gruppenunterrichtssituationen vermerkt?	Ausprobieren
	„Wenn alles Hühner wären“ (WaHw)
	Lösung mit einer Variablen (X)
	Lösung mit zwei Variablen (XY)
Welche Lösungswege schlagen die Lernenden in der Zusatzaufgabe ein?	Lösung mit drei Variablen (XYZ)
	Dito
	<i>Anmerkung:</i> Gleiche Kategorien, weil schlussendlich geschaut wird, welche besprochenen Lösungswege von den SuS in die Einzelarbeit übernommen werden.
	Dito
Wie viele unterschiedliche – und welche – Lösungswege werden in der Kleinklassen-ektion angesprochen?	<i>Anmerkung:</i> Manchmal werden mehr Lösungswege mündlich erwähnt als notiert.
Kommen mathematische Fachbegriffe vor?	Ja/Nein
Welche Fachbegriffe kommen vor?	Variable
	Gleichung
	Lineares Gleichungssystem (LGS)
	Verfahren wie Additionsverfahren etc.
Von wem werden die Fachbegriffe genannt?	Lehrperson (inkl. Anzahl Nennungen)
	S1, S2, S3, S4 (inkl. Anzahl Nennungen)
Werden innerhalb des Lehr-Lerngespräches metakognitive Aspekte erwähnt?	Ja/Nein
Wird am Ende ein Rückblick gemacht? (<i>extended discourse</i> , vgl. Schleppebach et al., 2007)	Ja/Nein
Wird am Ende eine Probe gemacht, um die numerischen Resultate zu überprüfen?	Ja/Nein

Abbildung 6.10 Fragestellungen und Kategorien für die deskriptive Analyse (dokumentierte Sichtung)

Deskriptive Merkmale zur Interaktionsstruktur	Kategorien
Wie ist die Raumanordnung/Sitzordnung?	SuS stehen frontal zur Wandtafel.
	SuS sitzen frontal zur Wandtafel und die LP steht vor der Wandtafel.
	SuS und LP sitzen am Gruppentisch.
Wie viele Turnwechsel gibt es im ganzen tutoriellen Setting?	Anzahl Turns (an der Zeilenzahl des Transkripts auf Excel abgelesen)
Wie viele Minuten dauert die Gruppenunterrichtssituation?	Anzahl Minuten <i>Anmerkung:</i> Anhand der Minuten und der Turnzahl kann die Rededichte erhoben werden. Dies kann Hinweise auf „Zeit zum Nachdenken“ (waittime) ergeben.
Wie viele Minuten bespricht die Gruppe die Kopf-Beine-Aufgabe?	Anzahl Minuten <i>Anmerkung:</i> Es gibt Gruppen, welche nach der Kopf-Beine-Aufgabe noch die Kerzenaufgabe besprechen. Diese Sequenzen werden nicht weiter im Detail analysiert.
Wie ist das Meldeverhalten?	SuS heben die Hand, bevor sie etwas sagen.
	SuS melden sich ohne Handerheben.
	Das Handerheben wird von der Lehrperson thematisiert („aufstrecken ist hier nicht nötig“).
Weitere Besonderheiten dieser Gruppenunterrichtssituation	Werden deskriptiv beschrieben. Beispiele: Die Gruppe löst eine Zusatzaufgabe, welche nicht zur Schwierigkeitsstufe der Aufgabenstellung der Gruppenunterrichtssituation passt. -> Zusätzliche Aufgabe nicht vergleichbar. Die Lehrperson wechselt zur nächsten Aufgabe, bevor die Schüler und Schülerinnen die numerischen Resultate berechnet haben.
Geschlecht der Lehrperson	Männlich/Weiblich <i>Anmerkung:</i> Geschlecht der LP könnte Einfluss auf das LP-Verhalten haben (Horstkemper, 2008).
Geschlecht der Schüler und Schülerinnen	Männlich/Weiblich <i>Anmerkung:</i> Gruppenkonstellation könnte Einfluss auf das Redeverhalten haben.
Bewegungsverhalten der Lehrperson	Die Lehrperson steht auf und geht zu den einzelnen Lernenden. Kategorien: Ja/Nein.

Abbildung 6.10 (Fortsetzung)

Das Zusammentragen von sehr unterschiedlichen Kriterien in Abbildung 6.10 dient der Erstellung einer Übersichtstabelle von deskriptiven Unterschieden und Gemeinsamkeiten. Sinn und Zweck dieser Übersicht ist eine gezielte Auswahl der Fälle für die weiterführenden Analysen. Auswahl und Begründung der Kategorien werden nicht im Einzelnen erklärt. Einzelne Begründungen sind innerhalb der Abbildung 6.10 in der Rubrik Anmerkung kurz erklärt. Einzig auf die Gewichtung der Notizblätter wird nochmals eingegangen. Die Funktionen der Notizen sind vielfältig (Staub, 2006). Das Herstellen von Notizen kann als metakognitive Lernstrategie betrachtet werden, um den Lösungsprozess nachzuvollziehen und nach und nach zu verinnerlichen. Das schriftliche Fixieren der Gedankengänge kann auch als Beitrag bzw. als Reaktion oder Antwort auf eine Äußerung oder Frage gesehen werden (vgl. Abschnitt 3.3.2 über die Konzepte der Beteiligungsrahmen). In der schulbezogenen Interaktionsforschung werden vermehrt auch Schreibanlässe untersucht (vgl. Fetzer, 2007), da diese auch eine Art von interaktiven Antworten von Lernenden auf Problemstellungen sind.

6.4.2 Quantitative Häufigkeitsauszählungen

Neben den deskriptiven Beobachtungen sind für die dokumentierte Sichtung auch quantitative Häufigkeitsauszählungen gemacht worden. Diese geben zentrale Hinweise v. a. zur Interaktionsstruktur. In Abschnitt 4.3 wurde für einen gelingenden und nachhaltigen Lernprozess betont, dass die Schüler und Schülerinnen im Lehr-Lerngespräch mit weitreichender Aktivität (engl. agency) ausgestattet sein sollten (Greeno, 2006). Da sich die Aktivität im Lehr-Lerngespräch auch und besonders durch die ihnen erteilte Redezeit ausgestaltet findet, wurde mittels Häufigkeitsauszählungen untersucht, wie sich die Gewichtung der Redemacht von Lehrperson und Lernenden darstellt. Die Menge der Redezeit allein garantiert allerdings noch keinen erfolgreichen Lernprozess, es kommt auf die Substanz des Gesagten an. Aber die Redezeit gibt immerhin einen Hinweis auf die Handlungsfähigkeit innerhalb des Lehr-Lerngesprächs. Zudem ist die Redezeit methodisch gesehen verhältnismässig leicht zu erfassen. Abbildung 6.11 stellt dar, welche Elemente zur Erfassung der Redezeit und deren „Gehalt“ ausgezählt wurden. Das methodische Vorgehen mit weiteren Begründungen für die Aufnahme dieser Elemente in die quantitativen Auswertungen sowie Kodierregeln und Ankerbeispiele finden sich sodann in den weiteren Unterkapiteln.

Quantitative Merkmale zur Interaktionsstruktur	Hinweise
Turns gesamtes Setting Wie viele Turns/Äusserungen spricht die Lehrperson und wie viele Turns/Äusserungen sprechen die Lernenden gemeinsam <i>in der ganzen Gruppenunterrichtssituation</i> ? Wie ist die Verteilung?	Angaben in Prozentzahlen pro Setting; Gesamtanzahl Äusserungen = 100%
Turns Kopf-Beine-Aufgabe Wie viele Turns/Äusserungen spricht die Lehrperson und wie viele Turns/Äusserungen sprechen die Lernenden gesamthaft für die Besprechung der Kopf-Beine-Aufgabe? Wie ist die Verteilung?	Angaben in Prozentzahlen pro Besprechung Kopf-Beine-Aufgabe; Gesamtanzahl Äusserungen = 100%
Wörter Kopf-Beine-Aufgabe Wie viele Wörter spricht die Lehrperson und wie viele Wörter sprechen die Lernenden gesamthaft für die Besprechung der Kopf-Beine-Aufgabe? Wie ist die Verteilung?	Angaben in Prozentzahlen pro Besprechung Kopf-Beine-Aufgabe; Gesamtanzahl Wörter = 100%
Peersequenzen Wie viele Peersequenzen kommen bei der Besprechung der Kopf-Beine-Aufgabe vor?	Als Peersequenzen werden diejenigen Turnwechsel bezeichnet, bei denen die Lernenden inhaltlich auf eine Äusserung von anderen Lernenden eingehen oder reagieren.
Sätze oder Stichworte Wie viele „ganze Sätze“ sagen die Lernenden gesamthaft in der Besprechung der Kopf-Beine-Aufgabe?	Diese Auszählung dient als erste Einschätzung, ob die Lernenden nur Stichwortgebende waren oder ob sie substantielle Beiträge eingebracht haben.

Abbildung 6.11 Übersicht über die quantitativen Häufigkeitsauszählungen der dokumentierten Sichtung

Das Verhältnis der Redezeit von Lehrperson und Lernenden wurde sowohl auf Grund der Anzahl Turns als auch auf Grund der Anzahl Wörter erhoben. Beide Auszählungen ergeben aufschlussreiche Hinweise: Das Verhältnis der Turns in Polylogen zeigt an, ob das Lehr-Lerngespräch eher als Gruppengespräch mit 5 nahezu gleichwertigen Redepartnern aufgebaut ist oder ob sich die Lehrperson als zentrale Schlüssel- und Führungsperson empfindet und etwa die Hälfte der Redezeit für sich in Anspruch nimmt. In letzterem Fall sieht die Lehrperson folglich die Lernenden als eine Einheit. In ersterem Fall sieht die Lehrperson sich als eine unter fünf Personen. Beachtet man mögliche didaktische Settings, so kann eine Redezeit der Lehrperson von weit unter 50 % darauf hindeuten, dass sich die Lehrperson als Unterstützende sieht, welche nur dann in den

Lösungsprozess eingreift, wenn es fachlich nötig ist. Eine Redezeit der Lehrperson weit unter 50 % kann auch auf viele interaktive Peersequenzen hindeuten. Da jedoch die Auszählung der Häufigkeit einzig der Turns keine sicheren Schlüsse zulässt, wurde zusätzlich das Verhältnis der Wortmenge der Lehrperson und der Lernenden ausgezählt. Ein weiterer Hinweis darauf, dass die Lernenden auch substantielle Inhalte sagen, könnte sich aus der Auszählung der „ganzen Sätze“ der Lernenden ergeben. Sind die Lernenden nämlich nur Stichwortgeber, dann sagen sie nur einzelne Wörter wie „ja“ (oder bei unseren Aufgaben, „Huhn“ „Kaninchen“, „Beine“). In den nachfolgenden Abschnitten ist das genaue methodische Vorgehen dieser Häufigkeitsaufzählungen geschildert.

Vorgehensweise zur Häufigkeitsauszählung zur Frage: Wer spricht wie viele Turns?

An den Häufigkeitsauszählungen der Turns lässt sich einiges zur Interaktionsstruktur herauslesen, also zu Fragestellung 2 (vgl. Kapitel 5). Diese lässt nämlich erkennen, wie ausgeglichen die Turnvergabe ist: Ist das Lehr-Lerngespräch so aufgebaut, dass alle Teilnehmenden von der Turnvergabe her gleichberechtigt sind oder spricht die Lehrperson mindestens ebenso viele Gesprächseinheiten wie die Schüler und Schülerinnen zusammen? Ist folglich die institutionell hervorgehobene Lehrperson auch innerhalb der Turnvergabe bevorzugt oder benimmt sich die Lehrperson als *primus inter pares*? Es kann sodann eruiert werden, ob in diesen Gruppenunterrichtssituationen die Redeanteile von Lehrpersonen und Lernenden abweichen von der empirisch schon länger festgestellten Dominanz der Lehrperson in Klassenlektionen (Stigler et al., 1999). Eine Häufigkeitsauszählung der Turns ergibt zudem ein erstes Indiz, wer wie viel «zu sagen hat» im Gespräch, denn Reden ist Macht. Der Sprechende kann Einfluss nehmen auf die Themenauswahl, er kann eine Frage stellen und somit den Gesprächsablauf beeinflussen oder er kann von der Thematik ablenken, wenn er lieber nicht weiter über einen Sachverhalt sprechen will.

Kodierhinweise

Das Total der Turns insgesamt wird in absoluten Zahlen anhand der Nummerierung der Excel-Tabellen der Transkripte angegeben. Dies ermöglicht in Verbindung mit den Minutenangaben eine Berechnung der Rededichte, was auf die Wait-Time schliessen lässt.

Die Verteilung der Äusserungen der Lehrperson im Vergleich zu den Beiträgen aller Schülerinnen und Schüler zusammen wird sodann in Prozentzahlen gemessen. Das Total der Äusserungen pro tutoriellem Setting gilt als 100 %.

Aufgrund des Transkriptes, welches mit der in der Videostudie verwendeten Software vPrism erstellt wurde, ergibt sich als Kodieranweisung eine Abweichung von der im Theorieteil zitierten Definition des Turns von Kerbrat-Orecchioni (1990, S. 159), welche besagt, dass ein Turn (*tours de parole*) sehr unterschiedlich lang sein kann, nämlich von einem einzigen Morphem bis zu einer ganzen Tirade. Da pro Sprechereinheit in vPrism aufgrund der Timecodes nur maximal drei Zeilen eingegeben werden konnten, wurden diejenigen Gesprächsbeiträge, welche drei Zeilen überschritten, auf zwei oder mehr Einheiten zu maximal drei Zeilen aufgeteilt (vgl. Hugener, Pauli & Reusser, 2006, S. 40). Das bedeutet folglich, dass die Vergabe des Timecodes als „Turn“ gewertet wurde und nicht der Turn an sich, und zwar aus technischen Gründen. Nachstehend folgt ein Beispiel für die Nicht-Übereinstimmung von Turn und Zählung der Turns aufgrund des Timecodes aus dem Transkript von T-1117-L-3.2.

- 00:04:47:20 T Gut, eh-, wie könnten wir jetzt da weiter...vorgehen, [S2] hat hier schon irgendwas mit Gleichungen angefangen, *könntest du*, könntest du das mal so legen,
- 00:05:02:17 T dass die Jungs das auch sehen können? (Transkript T-1117-L-3.2)

Diese hier als zwei Turns kodierten Einheiten sind eigentlich nur ein einziger Turn. Diese Nicht-Übereinstimmung der Gleichsetzung von Turn und Timecode wurde in den darauffolgenden Mikroanalysen und in den Fallbeispielen der Transkripte, falls nötig, korrigiert. Es ist zu sagen, dass eine solche Nicht-Übereinstimmung selten auftritt, denn achtet man auf den Inhalt der Gesprächsbeiträge, so lässt sich erkennen, dass es sich an einigen Stellen, an denen ein Sprechender zwei „Turns“ hintereinander spricht, wirklich um zwei linguistisch korrekt definierte Turns handelt (im Sinne von zwei Interventionen, also Gesprächsakten mit unterschiedlichem Inhalt).

Auch hierzu sei ein Beispiel aus dem Transkript T-1117-L-3.2 angeführt:

- 00:12:38:23 T Wenn jemand auf einer Fährte ist, dann kann er die ja schon verfolgen, *ist* ja okay.
- 00:12:57:09 T Wollen wir *etwas* anderes probieren? (Transkript T-1117-L-3.2)

Diese Stelle kann so interpretiert werden, dass die Schüler und Schülerinnen die Möglichkeit, die Sprecherrolle zu übernehmen, nicht wahrgenommen haben, und die Lehrperson aus diesem Grund den nächsten Turn wieder selbst übernimmt. Es sind an dieser Stelle folglich wirklich zwei Turns der Lehrperson.

Hörer-Äusserungen, wie ‘mhm’, ‘ja’ und ähnliches, wurden als Turn gezählt, da ein Hörer-Signal bedeutsam für die Interaktion ist. Es leitet den Sprechenden an, weiterzusprechen, da er nun weiss, dass jemand aktiv zuhört. Ein Ankerbeispiel dazu ist folgende Stelle aus dem Transkript T-1117-L-3.2:

00:07:48:02 S2 Also kann man da Y // reinnehmen für-
 00:07:49:07 T // Ehm-
 00:07:51:04 S2 Das heisst viermal- (Transkript T-1117-L-3.2)

Dieser Ausschnitt hat folglich drei Turns, einen der Lehrperson und zwei von S2.

Auch Sprechbeiträge, welche die Transkribierenden aufgrund der Qualität des Tonmaterials nicht verstanden haben, wurden als Turn gewertet, weil diese grundsätzlich Äusserungen des Sprechenden sind, auch wenn wir nicht wissen, was er gesagt hat. Ein Ankerbeispiel dazu ist folgende Stelle aus dem Transkript T-1117-L-3.2:

00:08:44:04 T Ist ein interessanter Ansatz jetzt hier.
 00:08:48:04 S2 ()
 00:09:05:01 T Das ist wieder das gleiche, was hier oben steht hast du nochmal hier hingeschrieben. (Transkript T-1117-L-3.2)

In diesem Ausschnitt hat es folglich drei Turns, zwei von der Lehrperson (T) und einen von S2.

Begründung zur Häufigkeitsauszählung zur Frage: Wer spricht wie viele Wörter?

Der Sinn der dokumentierten Sichtung ist es, wie bereits erwähnt wurde, neben dem Vergleich mit dem Forschungsstand zur Redevertelung, rasch einen Überblick zu gewinnen über die Gegensätze zwischen den Gruppen hinsichtlich der Redezeit von Lehrperson und Lernenden, um schlussendlich unterschiedliche Arten von Lehr-Lerngesprächen in den Fallanalysen beschreiben und interpretieren zu können. Da eine Auszählung der Turns noch keinerlei Schlüsse zulässt über die Menge der Wörter der einzelnen Interaktanden, wurde die Anzahl Wörter der Lehrperson im Vergleich zur Gesamtzahl der Wörter der Lernenden ausgezählt. Diese Auszählung ergibt ein etwas nuancierteres Bild der tatsächlichen Redemenge, woraus sich Folgefragen eröffnen, nämlich zur Verteilung der Wortmenge innerhalb der Gruppe der Lernenden: Bei den schlussendlich für die Fallanalysen und Portraits ausgewählten Gruppen wurden auch die Wortbeiträge der einzelnen Lernenden ausgezählt. Man erkennt an diesen Auszählungen, ob ein oder zwei Schüler oder Schülerinnen von den vier Lernenden fast nichts

sagen, d. h. sich nicht aktiv an der sprachlichen Wissenskonstruktion bzw. an der Problemlösung beteiligen. Diese Erkenntnis zieht sodann die Frage nach sich, was für Inhalte die sprachlich aktiven Lernenden sagen: Fragen sie nach? Bringen sie substantielle Äusserungen in Bezug auf den Wissensaufbau bzw. auf die Lösungsschritte? Oder werden sie von der Lehrperson aufgerufen und wiederholen nur das bereits Gesagte? Diese Folgefragen lassen sich mittels der Theorie vom Produktdesign, welches die Grade der Autonomie eines Sprechbeitrages betrachtet (vgl. Abschnitt 3.3.2) und der Analyse davon (vgl. Abschnitt 6.5.5) beantworten.

Vorgehensweise zur Häufigkeitsauszählung zur Frage: Wie viele Peer-Interaktionen kommen vor?

Als Peersequenzen wurden diejenigen Turnwechsel bezeichnet, bei denen die Lernenden inhaltlich auf eine Äusserung von anderen Lernenden eingehen. Dies sind folglich Turnwechsel von Schülern und Schülerinnen (S-S-Turns), ohne dass die Lehrperson (T) sich jeweils dazwischen äussert. Um die Gesamtzahl der Peer-Interaktionen der unterschiedlichen Tutoringgruppen vergleichen zu können, wurden Prozentzahlen berechnet in Bezug auf die Gesamtsumme der Turns. Beim Auszählen ist besonders auf den Inhalt des Gesagten zu achten. Wenn sich zwei Schüler und Schülerinnen nacheinander äussern, heisst dies noch nicht, dass sie aufeinander Bezug nehmen. Sie können auch beide auf eine Frage der Lehrperson antworten. Folgender Auszug aus dem Transkript T-2201-L-3.2 enthält gleich zwei Sequenzen, welche nicht als Peer-Interaktion gewertet wurden.

00:07:13:28	T	Was müsst ihr mal Acht rechnen?... Ja, ich hörs!
00:07:18:10	SN	Em, zwei X.//
00:07:19:14	SN	//Zwei X.
00:07:20:01	T	Mal acht. Und das gibt?
00:07:21:22	S?	Acht X.
00:07:23:22	Ss	Sechzehn X. (Transkript T-2201-L-3.2)

In den Minuten 07:18 und 07:19 antworten beide Lernenden auf die Frage der Lehrperson, was folglich nicht als Peer-Interaktion gilt. Auch die nachfolgenden Äusserungen der Lernenden wurden nicht als Peer-Interaktionen gezählt, weil auch diesmal die Schüler und Schülerinnen auf die Lehrpersonenfrage Bezug nehmen. Hätten die Lernenden in Min. 7:23 „Nein, sechzehn X“ gesagt, dann wäre dies als Peer-Interaktion gezählt worden, weil mit dem Wort „nein“ ein klarer Bezug zur vorhergehenden Lernendenäusserung gemacht worden wäre. Auch

ohne das Wort ‘nein’ könnte die Äusserung in Min. 07:23 als Korrektur der vorhergehenden Äusserung angesehen werden, aber eine solche Interpretation ist nicht sicher.

Nachdem nun das Vorgehen zur dokumentierten Sichtung beschrieben worden ist, werden im nächsten Kapitel die Instrumente zu den Mikroanalysen vorgestellt.

6.5 Sequenzielle Mikroanalysen der aufgabenbezogenen Interaktion

Das Vorgehen, die ausgewählten Fälle (und einige ausgewählte zentrale Episoden in den Portraits) sequenzanalytisch zu untersuchen, begründet sich aus der Gesprächsanalyse (vgl. Kapitel 4). Ziel der Gesprächsanalyse ist zusammenfassend gesagt eine Rekonstruktion des Zusammenhangs zwischen Form und Funktion der Gesprächsbeiträge (Kreis, 2012). Für den Zusammenhang zwischen Form und Funktion interessiert sich nicht nur die Linguistik, sondern das tun auch sozialwissenschaftliche Studien: Die Gesprächsanalyse wird auch in den neueren Studien zur Unterrichtskommunikation oft angewendet. Die methodischen Grundlagen der Gesprächsanalyse für erziehungswissenschaftliche Studien ist in Deppermann (2008) dargelegt. Das zentrale Element der Gesprächsanalyse ist das Beobachten der Abfolge der Äusserungen (vgl. Abschnitt 4.1.2). Denn eine Äusserung bezieht sich immer auf den oder die vorhergehenden Äusserungen. Für die konkrete Deutung muss folglich immer auch der Kontext einbezogen werden. Für unsere Studie kann das Vorgehen der sequenziellen Analyse nicht nur dadurch begründet werden, dass (Unterrichts-)Gespräche analysiert wurden, sondern zusätzlich auch dadurch, dass der fachliche Problemlöseprozess untersucht werden sollte: Prozesse laufen immer in mehreren Schritten ab, also in Sequenzen. In unseren Daten ist der Diskussionsgegenstand, die mathematische Textaufgabe, in allen ausgewählten Kleingruppenlektionen derselbe. So kann der Aufbauprozess untersucht und verglichen werden. Das Analyseinstrument wird in Abschnitt 6.5.2 vorgestellt. Zuerst wird jedoch auf die linguistische Grundlage für Episoden- oder Sequenzeinteilungen eingegangen, nämlich die Gliederungssignale, die das Gespräch in Abschnitte einteilen.

6.5.1 Gliederungssignale als Hinweise für Sequenzübergänge

Die Beachtung der Gliederungssignale gibt wegen deren struktureller Bedeutung einen zentralen Hinweis zur Art der Gesprächsführung, denn sie weisen auf Themenwechsel hin und markieren Anfang und Ende eines Abschnittes. Berücksichtigt man in der Analyse die unterschiedlichen Gesprächsteilnehmenden, so ergibt sich ein Hinweis, wer ein hohes Positioning in der Organisation des Gespräches innehat. Denn wer Themen und Unterthemen einbringen kann, ist hoch positioniert⁸. Gliederungssignale, welche in Lehr-Lerngesprächen häufig vorkommen, sind die Partikel *so*, *gut*, *okay*⁹. Eine Häufigkeitsauszählung in Bezug auf die Sprechenden kann Hinweise darauf ergeben, wer den Gesprächslead für einen Abschnitt oder das ganze Lehr-Lerngespräch innehat. Drei unterschiedliche Beispiele für die Betrachtung der Gliederungssignale werden hier im Methodenteil aufgeführt, um die Bedeutung der Beachtung der Gliederungssignale zu demonstrieren.

⁸ Um dies an einem andersartigen Beispiel zu verdeutlichen, können die heutigen Regeln mit den Konversationsregeln in vergangenen Zeiten verglichen werden. So war es z. B. im 18. Jahrhundert einem Diener im Gespräch mit seinem Herrn nicht erlaubt, das Thema des Gespräches vorzuschlagen, denn die gesellschaftlichen Konventionen beruhten auf einer hierarchischen Gesellschaftsstruktur, welche sich auch in den Gesprächsregeln äusserte. Der Roman *Jacques le fataliste et son maître* von Denis Diderot, geschrieben zwischen 1765 und 1784, illustriert dies eindrücklich. Eine Analyse der Gesprächsregeln (Tanner, 1994) konnte aufzeigen, wie es dem gesellschaftlich niedrig gestellten Diener Jacques gelingen konnte, trotz seiner niedrigen Position die Redemacht zu erhalten gegenüber seinem Vorgesetzten, dem „Maître“, seinem Herrn. Dies gelang ihm besonders dadurch, dass er auf geschickte Weise immer wieder seinen eigenen Themen in das Gespräch einfließen liess. Da die institutionelle Position in Unterrichtsgesprächen grundsätzlich ähnlich aufgebaut ist zwischen einer aufgrund ihres Wissens und ihrer Amtsmacht (vgl. Apel, 2002) höhergestellten Lehrperson und den „niedriggestellten“ Schülern und Schülerinnen können ähnliche Vorgehensweisen der Gesprächsführung untersucht werden.

⁹ *Ach so* und weitere ähnliche häufig vorkommende Partikel wie *also* gelten nicht als Gliederungssignale. Sie sind Bestätigungspartikel und bedeuten „ich habe verstanden“. Ein Beispiel dazu: T-1107: 02:00:01 S2() *und jetzt müssen wir zuordnen, wieviel Hühner und- öh- Kaninchen.* 02:04:01 T Ja. 02:04:11 S4 *Genau.* 02:04:17 S3 *Ach so*). Auch das Partikel *gut* wird nur in der Verwendung als Gliederungssignal gezählt: als Adverb, welches ein Lob oder ein Eingeständnis ausdrückt, gilt *gut* nicht als Gliederungssignal. Die pragmatische Bedeutung muss bei der Auszählung berücksichtigt werden.

Beispiel Nr. 1 zur Bedeutung der Gliederungssignale, T-1107–3.2

- 01:08:29 T Und, ehm, ihr habt neue Textaufgaben... aus zwei Kategorien, eine, da geht's um Köpfe und Beine und bei einer, da geht's um Kerzen.
- 01:19:05 T Und von jeder Sorte da wird eine gemacht und zwar von jeder Sorte die Nummer eins.
- 01:22:28 S4 Mhm. **Okay**. Erklären sie jetzt oder soll man einfach machen?
- 01:26:22 T Ehm ... tja, am schönsten wär's, wenn ihr ohne jede Erklärung das einfach rauskriegt...//
- 01:32:05 S4 // Können wir's zusammen machen oder...
- 01:33:14 T Natürlich// ihr könnt euch absprechen.
S3 Okay.
- 01:33:25 S4 // **Okay**, Leute (machen wir's zusammen).
- 01:36:21 Und wenn ich merke, dass ihr nicht klarkommt, ihr habt sieben Minuten für die erste Aufgabe, dann helf ich euch ein bisschen.
- 01:41:20 S4 **Okay**, ey. Ich- ich les mal vor. In einem Gehege sind Kaninchen und Hühner eingesperrt. Alle Tiere zusammen haben fünfundsechzig Köpfe und vierundneunzig Beine.
- 01:47:19 S4 **So**, was ist jetzt die Aufgabe?
- 01:48:29 S3 Ja, // Rauszufinden wie viele Tiere das sind.

Der Lehrer stellt die beiden Aufgaben kurz vor, welche die Schüler und Schülerinnen schon auf einem Blatt vor sich liegen haben. Er erklärt, dass sie je eine machen werden, und zwar immer die Nummer eins. Darauf reagiert die Schülerin S4: 01:22:28 S4 *Mhm. Okay. Erklären sie jetzt oder soll man einfach machen?* Sie übernimmt mit diesem Gesprächsakt die organisatorische Leitung in pragmatisch vielfältiger Weise. Erstens, indem sie mit „okay“ die Aussage der Lehrperson annimmt, was schon einmal auf eine hohe Position hindeutet. Denn wenn die Schüler und Schülerinnen nicht grundsätzlich damit einverstanden wären, würde die Gruppenunterrichtssituation nicht funktionieren. Zweitens, indem sie selbst ein Unterthema einführt, welches der Lehrer noch nicht erwähnt hat: Sie stellt die Frage, in welcher Sozialform sie die Aufgaben lösen sollen, und fragt damit (implizit) nach, wer die mathematische Leitung übernimmt. Es zeigt sich beim Weiterlesen, dass S4 die organisatorische Leitung (zumindest für den Einstieg) übernimmt: 01:33:25 S4 // *Okay, Leute (machen wir's zusammen)*. 01:41:20 S4 *Okay, ey. Ich- ich les mal vor*. 01:47:19 S4 *So, was ist jetzt die Aufgabe?* Der inhaltliche Themenwechsel bzw. das Einführen eines Unterthemas wird hier mehrmals von S4 gemacht, sprachlich immer eingeleitet durch ein Gliederungssignal (z. B.

okay, so), welches das Ende des vorherigen Unterthemas markiert¹⁰ (Henne & Rehbock, 2001; Kerbrat-Orecchioni, 1990, 1992, 1994; Linke, Nussbaumer & Portmann, 2004.).

Angeschaut wurden hier Gliederungssignale, welche einen inhaltlichen Themenwechsel vorwegnehmen bzw. das gerade behandelte Thema als vollendet markieren. Der oder die Sprechende weist folglich daraufhin, dass er/sie weiterfahren kann. Damit übernimmt er oder sie den organisatorischen Lead. Hier folgt nochmals ein Beispiel mit dem Partikel *so* in dieser Funktion.

Beispiel Nr. 2 zur Bedeutung der Gliederungssignale, T-1120-3.2

- 04:42:20 S2 X steht für die unbekannte Anzahl der Vogelspinnen, // die in der Tierhandlung sind.
- 04:45:26 SN // Ja.
- 04:46:22 S3 Weil sie- (Beine sind), also kannst du X mal acht plus Z // mal zwölf
- 04:49:26 S1 // Ja, mal acht, also doch acht X.
- 04:51:22 S3 Acht () hast du die // Beine, (weisst du, jede Spinne hat acht Beine.
- 04:52:14 S1 // Ja... Acht X plus zwölf X- Z, gleich vierhundertzweiunddreissig. **So.**
- 05:01:25 S2 ().Jetzt müssen wir für Z halt- vielleicht X plus vier einsetzen. (T-1120-L-3.2)

In diesem Beispiel besprechen die Lernenden untereinander die Aufgabe (3) (Vogelspinnenaufgaben, vgl. Abschnitt 6.2.6). Sie sind daran, die Beingleichung gemeinsam aufzustellen, welche sie laut der Schülerin S1 mit der Äusserung in Min. 4:52:14 nun haben ($8x + 12z = 432$). S1 beschliesst diesen Abschnitt mit dem Gliederungssignal *so*. Dies funktioniert in diesem Gespräch, denn der Schüler S2, der nächste Sprecher, eröffnet mit dem Wort *jetzt* den nächsten Schritt im Problemlöseprozess und beginnt diese Gleichung aufzulösen.

Als letztes Beispiel folgt ein Transkriptauszug, der die Bedeutung des Gliederungssignals *so* explizit kundtut:

¹⁰ Die hier angesprochenen Unterthemen sind: „Wir machen es gemeinsam“ – ich lese mal vor und übernehme somit den Organisationslead, und „was ist die „Fragestellung“. Letzteres beinhaltet gewissermassen auch die Feststellung „oh, ich kann den mathematischen Lead gar nicht übernehmen, ich weiss nicht, was gefragt ist und weiss deshalb auch nicht, wie wir vorgehen sollten“).

Beispiel Nr. 3 zur Bedeutung der Gliederungssignale, T-1120–3.2

07:08:18 S1 **So, (haben wir das).** Und jetzt // einsetzen.

Die Schülerin S1 schliesst mit ihrer Äusserung den vorhergehenden Problemlöseschritt ab. Im Theoriekapitel 4.2 haben wir gesehen, dass die Gesprächswörter, was die Gliederungssignale ja sind, unmittelbar vor oder nach einem Satzzeichen stehen (Gülich, 1970) und folglich eine textgliedernde Funktion für die mündliche Sprache übernehmen. Im dritten Beispiel steht das Gliederungssignal «nach dem Satzzeichen» bzw. wird von der nächsten Sprecherin geäussert. Sie erläutert zugleich den Abschluss des Problemlöseschrittes explizit (*haben wir das*). Dies geschieht in unseren Lehr-Lerngesprächen öfters, da Textaufgaben behandelt bzw. repetiert werden, deren Lösungen grundsätzlich immer in gleichen oder sehr ähnlichen Schritten vor sich gehen, so dass etliche Schüler und Schülerinnen den Ablauf dieser Schritte schon kennen.

Gliederungssignale geben nur linguistische Hinweise zu den Möglichkeiten der Einteilung der Gesprächsabschnitte. Da in dieser Studie gemäss Fragestellung 1 der Problemlöseprozess einer standardisierten Textaufgabe untersucht wird (vgl. Kapitel 5), macht es methodisch Sinn, die Sequenzeinteilungen aufgabenbezogen vorzunehmen. Das Vorgehen dazu wird im nächsten Unterkapitel vorgestellt. Die Gliederungswörter können als zusätzliche oder bestätigende Signale gelten, dass es sich tatsächlich um einen thematischen Abschnittwechsel handelt.

6.5.2 Sequenzielle Mikroanalyse zu den Problemlöseschritten

Der grundlegende Prozess des Lösens einer mathematischen Textaufgabe ist im Theorieteil beschrieben worden (vgl. Abschnitt 3.2). Das theoretische Modell von Reusser (1989, vgl. Abschnitt 3.2.2) wurde zur Entwicklung eines Analyseinstrumentes für die Kopf-Beine-Aufgaben unserer Gruppenunterrichtssituationen übernommen und für unsere Aufgabenstellung konkretisiert. Grundsätzlich geht es darum, dass zum Lösen einer mathematischen Textaufgabe systematisch vorgegangen werden muss. Nach dem Aufbau einer für das Problem adäquaten Situationsvorstellung muss diese schrittweise in eine numerische Struktur umgewandelt werden (Mathematisierung), welche dann gerechnet bzw. gelöst werden kann. Zum Schluss sollte das numerische Ergebnis wieder semantisch formuliert werden (Antwortsatz) (vgl. Reusser, 1989, S. 95).

Die Transkripte der Lehr-Lerngespräche der Kopf-Beine-Aufgaben (1), (2) und (3) – für die Analyse auf Excel-Tabellen dargestellt – wurden nach diesem in der Theorie begründeten Vorgehensraster kodiert (vgl. Kodierraster in Abbildung 6.12). Beim Kodiervorgang dienten Farben, Zahlen und Buchstaben als Kodename. Die Farben bezeichnen die aus der Theorie hergeleiteten fünf Lösungsschritte *Textverständnis* (grau), *Situationsvorstellung* (gelb), *Mathematisierung* (orange und rot), *Rechnen* (dunkelrot) und *situationsbezogene Formulierung eines Antwortsatzes* (grau) (Reusser, 1989, vgl. Abbildung 3.3). Da es sich um die Kodierung realer (Kleinklassen-)Lektionen handelt, bei denen ein schrittweiser Problemlösevorgang eingeübt werden soll, wurde ein sechster Schritt, der *Rückblick über das Vorgehen* (blau), beigefügt. Bei dieser Farbkodierung handelt es sich um eine Makrokodierung

(Spalte 1 in Abbildung 6.12) bezüglich der standardisierten Aufgabenstellung. Diese farbliche Kodierung wird bei der Darstellung der Ergebnisse beibehalten. Sie erlaubt zugleich, am kodierten Transkript zu erkennen, ob der eine oder der andere Lösungsschritt mehrfach wiederholt wird. Sie stellt gewissermassen auch Kreisläufe dar, wenn sich Farben mehrfach abwechseln. Auch die Dauer dieser unterschiedlichen Lösungsschritte ist mit der Farbbezeichnung gut erkennbar, und zwar sowohl in Bezug auf die Dauer in Minuten als auch in Bezug auf die Dauer in Anzahl Äusserungen, denn für jede auf die Aufgabenstellung bezogene Äusserung wurde bestimmt, bei welchem Lösungsschritt der/die Sprechende sich gerade befindet bzw. auf welchen Lösungsschritt sich der/die Lernende oder die Lehrperson bezieht. Der Lösungsprozess vollzieht sich jedoch bei all diesen fünf oder sechs Lösungsschritten jeweils über mehrere Gedankengänge und Überlegungen, welche mit Buchstaben feinkodiert wurden (Mikrokodierung, Spalte 5 in Abbildung 6.12).

Da es unterschiedliche Lösungswege gibt, die sich auf den Mathematisierungsprozess auswirken, ist der Schritt der Mathematisierung noch zusätzlich mit Zahlen feinkodiert worden. So bezeichnen die Kodierungen 3.1 und 3.2 den Lösungsweg mit Gleichung(en) (vgl. Kapitel Aufgabenanalyse 6.2). Dies ist der Weg, der eigentlich vom Lehrplan her gesehen in der Sekundarstufe gewählt werden müsste (vgl. Kapitel Aufgabenanalyse 6.2, Fussnote 16). Er benötigt viele aufeinanderfolgende Überlegungen und ist induktiv in zwei Etappen unterteilt worden, nämlich in die „Idee der Variablen“-Benutzung (3.1) und ins „Aufstellen der Gleichungen“ (3.2). Die Aufgabe kann mit einer oder mit zwei Gleichungen gelöst werden. Die Kodierung 3.3 ist für den logischen und eleganten Lösungsweg gewählt worden, der zuerst einmal davon ausgeht, dass alles Hühner wären. Zur Erklärung dieses Lösungsweges vgl. im Kapitel Aufgabenanalyse das Unterkapitel 6.2.4. Man kann auch durch geschicktes Ausprobieren auf die Lösung

kommen (vgl. im Kapitel Aufgabenanalyse 6.2.5) oder etwas ausrechnen, was nicht zur Lösung führt (Sackgasse). Dies wurde mit dem Code 3.4 kodiert. Falls das Ausprobieren als systematische Tabelle dargestellt worden ist, kommt auch der Code 2d zum Zug, da dieser Vorgang mit dem Situationsverständnis zu tun hat. Der Einbezug von Zahlen in der Kodierung erlaubt es, die einzelnen Lösungsschritte auch ohne Farbdruck und im schwarz-weißen Transkript sichtbar zu machen. In einem realen Unterrichtsgespräch entspricht die Reihenfolge meist nicht der theoretisch vorgegebenen Reihenfolge¹¹. Die Aufgabenstellungen sind den Lehrpersonen in drei Schwierigkeitsstufen vorgeschlagen worden. Es besteht für die mittlere und die schwierigste Aufgabenstellung je ein eigenes Kodierraster. Die Mathematisierung der einfachsten Aufgabenstellung entspricht derjenigen der mittleren Aufgabe, so dass man die einfachste Aufgabenstellung anhand desselben Kodierrasters wie für die Aufgabe (2) kodieren kann. Kodierraster Textaufgabe und Lösungsschritte der **Aufgabe 2** in steigender Konkretisierung, inkl. logische Lösung (Code 3.3) und Sackgassen (Code 3.4)

Das Kodierraster der Textaufgaben und der Lösungsschritte, hier in Abbildung 6.12 für Aufgabe (2), enthält acht Spalten. Die Spalten 1 (Farbe und Nummer der Lösungsschritte) und 5 (Buchstaben für die Feinkodierung) sind innerhalb der jeweiligen Transkripte (Excel-Tabelle) kodiert worden. Die Spalten 2 und 3 zeigen die theoretische Herleitung vom SPS-Modell von Reusser (1989) an, die Spalte 4 konkretisiert die Lösungsschritte auf unsere Textaufgabe. Spalte 4 kann somit zugleich als Kodierregel fungieren, und Spalte 5 gibt dabei den Code an. Spalte 6 erklärt explizit bezogen auf die Aufgabenstellung, welche Überlegungen gemacht werden müssen bei diesen Lösungsschritten. Spalte 7 und 8 notieren diese Überlegungen in mathematischer Sprache: Diese Variablen, Terme und Gleichungen stehen oft auf den Notizblättern der Lernenden. Deshalb ist in den Spalten 7 und 8 auch die Punkteverteilung vermerkt für die vergleichende Wertung der Notizen und der zusätzlichen Aufgaben als Einzelarbeit: Wenn das, was im Kodierraster fett gedruckt ist, auf den Notizblättern steht, ergibt dies je einen Punkt. Die Punkteverteilung wird in Abschnitt 6.5.3 ausführlich vorgestellt. In den nächsten Abschnitten folgen Beispiele, wie bei der Kodierung der Lösungsschritte vorgegangen wurde.

¹¹ Es konnten nicht alle Äusserungen eingeteilt werden, u. a. weil ein Gespräch ja auch unvollständige Sätze enthält und deshalb der Sinn nicht immer eindeutig festzulegen ist. Es handelt sich bei dieser Kodierung demzufolge um ein Eventsampling, welches angibt, wann z.B der Lösungsschritt „Gleichungen erstellen“ thematisiert wird.

1	Spalte 2	Spalte 3	Spalte 4	5	Spalte 6	Spalte 7	Spalte 8
Code	Reusser 1989	Reusser 1989	DECH-Studie	Code	Aufgabe 2	Schr. Notizen	Schr. Notizen
1	Textverständnis	Problemtext	Textaufgaben		In einem Gehege sieht Livia Kaninchen, Hühner und zwei Weinbergschnecken. Alle Tiere zusammen haben 37 Köpfe und 94 Beine.		
2	Situations-Verständnis	Episodisches Situationsmodell		A	Bild von drei Tierarten im Gehege.		
			Fragestellung	B	Wie viele Tiere von jeder Art hat es?		
		Episodisches Problemmodell		C	<ul style="list-style-type: none"> Anzahl Schnecken = 2 2 weitere Arten Tiere Anzahl Köpfe 37/35 (Kaninchen, Hühner, 2 Schnecken) Anzahl Beine 94 Schnecken haben keine Beine. Unterschiedliche Anzahl Beine je nach Tierart (4, 2) 		
				D	Mit Tabelle Situation darstellen		
3.1	Mathematisierung		Idee Variable	A	X		
			Anzahl Var.	B	X/XY	X	XY
			Variablen(n) Verteilen	C	Festlegen, was x ist	$x = \text{Kaninchen}$ (1P)	$x = \text{Kaninchen}$ $y = \text{Hühner}$ (1P)
				D	(Für Schnecken keine Variable, Anzahl bekannt)		
				E	Kaninchen + Hühner mit Variable(n) bezeichnen	$x = \text{Kaninchen}$ $35 - x = \text{Hühner}$ (1P)	$x = \text{Kaninchen}$ $y = \text{Hühner}$
			Beine mit Variablen	F		$4x$ $2(35-x)$ <i>wenn keine Gl. hier 2 P</i>	$4x$ $2y$
3.2			Idee Gl.	A	Gleichung(en)		
			Gleichung(en) aufstellen	B	Kopfgleichung		$x + y = 35$ (1P)
				C	Beingleichung (Schnecken haben keine Beine)	$4x + 2(35 - x) = 94$ (2P)	$4x + 2y = 94$ (1P)
		Mathematisches Problemmodell		D			$x + y = 35$ $4x + 2y = 94$
3.3	Mathematisierung	Abstraktionsgrad der Tiere erfassen	„logische Lösung“ / Hypothese	A	„Wenn alles Hühner wären...“	35 Hühner	35 Kaninchen
				B	Beine von dieser Tierart berechnen	70 Beine	140 Beine
				C	Differenz zur Anzahl vorhandener Beine (94)	24 Beine übrig, zu viel „ohne Tier“	46 Beine zu wenig
				D	Hühner und Kaninchen unterscheiden sich durch 2 Beine	Je 2 Beine dazugeben	Je 2 Beine wegnehmen
		Mathematisches Problemmodell		E	Anzahl dieser Beine durch 2 teilen -> gibt Anzahl anderer Tierart	gibt Kaninchen	gibt Hühner
3.4			Sackgassen		z.B. 94:6		
					z.B. 94:35		
					Sonstige Irrwege und Sackgassen		

Abbildung 6.12 Kodieraster für die Lösungsschritte der Aufgabe 2 in steigender Konkretisierung, inkl. logische Lösung (Code 3.3) und Sackgassen (Code 3.4)

4	Rechnen		Lösungs- verfahren	A	Lösen der Gleichung(en)	$4x+70-2x=94$ $2x+70=94$ $2x=24$	$x=35-y$ 4(35- y)+2y=94 (1P) 140- $4y+2y=94$ $140-2y=94$ $140-94=2y$ $46=2y$
		Numerische Antwort	Ergebnis mathematisch	B		$x=12$ (1P)	$y=23$ (1P)
4.3	Rechnen		Ausrechnen	A	Ausrechnen	$24:2=12$	$46:2=23$
		Numerische Antwort	Ergebnis mathematisch	B	(Andere Tierart)	12 (Kaninchen)	23 (Hühner)
			Probe machen	C			
5	Situationsbezogene Antwort	Antwortsatz	Antwortsatz		Es hat 12 Kaninchen, 23 Hühner und zwei Weinbergschnecken im Gehege.	12 Kaninchen 23 Hühner (2 Schnecken) (1P)	12 Kaninchen 23 Hühner (2 Schnecken) (1P)
6	Rückblick				„Wir haben es so gemacht....“		

Abbildung 6.12 (Fortsetzung)

Beispiele für die Kodierung der Lösungsschritte

Bei der Kodierung der Äusserungen geht es um die fachliche Bezugnahme auf die Lösungsschritte. Man kann sich an den Spalten 4 und 6 orientieren, um die Kode zu vergeben.

Beispiel Nr. 1 zur Kodierung der Lösungsschritte (T-2113 -L- 3.2)

Code	Timecode	Sprecher/ in	Äusserung
3.2c	00:09:21:17	S4	*Ich kann keine Gleichung aufstellen.*
3.2a	00:09:25:05	S3	*(Warum) müssen wir diese Gleichung haben?*
3.2a	00:09:28:03	S4	*Weil du es nicht herausfinden kannst, mit Rätseln.*

Die Aussage der Schülerin S4, *Ich kann keine Gleichung aufstellen* (Min. 9:21, S2, T-2113-L-32) wurde als 3.2 kodiert. Die Schülerin spricht indirekt an, dass man eine Gleichung aufstellen muss. Sie verneint zwar, dass sie dies jetzt kann, aber diese Äusserung bezieht sich auf den Mathematisierungsschritt «Gleichungen aufstellen» (Kode 3.2). Die nachfolgenden Äusserungen bestätigen diese Kodierung: Es geht um die generelle Vorgehensart beim Lösen einer mathematischen Textaufgabe (Code 3.2a). In Bezug auf die Lösungsschritte sprechen sie

über die Gleichungen (Code 3.2). Es ist eine Gruppe, welche den Lösungsweg mit nur einer Buchstabenvariable eingeschlagen hat, was man aus dem vorhergehenden Kontext entnehmen kann. Deshalb versucht die Schülerin S4, die im Kodierraster als Beingleichung bezeichnete Gleichung aufzustellen (Code 3.2c).

Es folgen nun zwei weitere Beispiele für die Kodierung der Mathematisierung. Sie zeigen auf, dass diese Lösungsschritte in der realen Situation eines Lehr-Lerngespräches ganz unterschiedlich schnell vorwärts gehen können.

Beispiel Nr. 2 zur Kodierung der Lösungsschritte (T-1205-L-3.2)

Code	Timecode	Sprecher/ in	Äusserung
meta	05:37:24	T	sondern mal auch zu überlegen, wie löst man eine Textaufgabe. Wenn man was nicht weiss, was macht man dann? ... Bei einer Textaufgabe. Ich habe eine unbekannte Grösse.
meta	05:51:09	T	[S4]
3.1a	05:52:11	S4	X.
3.1c	05:52:27	T	Ja. Wen setzen wir X?
3.1c	05:55:12	S4	Hühner.
3.1c	05:56:03	SN	(vierundneunzig Beine). Nein.
3.1c	05:57:18	SN	() Hühner und Kaninchen.
3.1c	06:00:10	T	Bitte?
3.1c	06:00:29	S3 oder S4	Hühner und Kaninchen.
3.1c	06:02:19	T	Beide zusammen?
3.1e	06:03:20	S3	// () X Y. ... X Kaninchen, Y Hühner.
3.1e	06:03:20	SN	//(einzeln)
3.1e	06:08:19	T	Ja. Gut. Also die- dann macht doch bei den Kaninchen X davor und bei den Hühner- genau.

Die Lehrperson fragt nach einer längeren Diskussion in Minute 05:37des Lehr-Lerngespräches, wie man denn generell vorgehen könnte beim Lösen einer Textaufgabe. Diese Äusserung wurde als „meta“ kodiert, im Sinne von „Metakommentar über die Vorgehensweise“. Dann schlägt ein Lernender „X“ vor, was als „er kommt auf die Idee, dass man Variablen setzen könnte“ interpretiert bzw.

kodiert wurde (Code 3.1a). Die Lehrperson nimmt diese Idee der Variablen auf und fragt, *wen man als X setzen könnte* (Code 3.1c). Sie fragt also, was denn genau in dieser Aufgabe X ist (Spalte 6 im Kodieraster: Festlegen, was X ist). Da es ein echtes Lehr-Lerngespräch in einer Gruppe von Lernenden ist, äussern sich auch andere Lernende dazu und schlagen etwas anderes für X vor. In Minute 06:02 sind sie in der Gruppe dann soweit, dass beide Tierarten mit je einer Variablen bezeichnet werden (Code 3.1e). Über die Schnecken wird nicht geredet, Code 3.1d wurde folglich nicht vergeben. Auch über die Anzahl der Variablen wird nicht geredet (Code 3.1b). Dieser Überlegungsschritt könnte notwendig sein (bzw. muss im Kopf auf jeden Fall gemacht werden) und kommt in anderen Tutoringsituationen als Äusserung vor.

In der Gruppe 1205 dauert es etwa dreissig Sekunden (und zwölf Turns) von der Idee, Variablen zu setzen bis zum Vergeben der beiden Variablen an die beiden Tierarten. Die Lehrperson Nr. 1208 erwähnt in einer einzigen Äusserung, also in einem Turn, drei aufeinanderfolgende Lösungsschritte. Sie sagt: *Aber wir wissen nicht, wie viel es sind. Aber wenn wir mal für die Kaninchen X und für die Hühner Y nehmen? Könnten wir dann eine Gleichung aufstellen?* (Min. 03:55, T, Nr. 1208).

Beispiel Nr. 3 zur Kodierung der Lösungsschritte (T-L-1208)

2b	03:55:24	T	Aber wir wissen nicht, wie viel es sind.
3.1e	03:55:24	T	Aber wenn wir mal für die Kaninchen X und für die Hühner Y nehmen?
3.2a	03:55:24	T	Könnten wir dann eine Gleichung aufstellen?

Bei der Kodierung der sequenziellen Mikroanalyse zu den Problemlösungsschritten ist nicht primär eine Analyseeinheit vorgegeben, denn es geht um den fachlichen Inhalt der Äusserung(en) bezogen auf die Lösungsschritte unserer Aufgaben. In Beispiel Nr. 3 zur Kodierung der Lösungsschritte ist nicht der gesamte Turn, sondern sind die verschiedenen „interventions“ (Krebrat-Orecchinoni, 1990) bzw. die einzelnen „moves“ (nach Sinclair & Coulthard, 1975) die Analyseeinheiten. Die Lehrperson spricht zuerst die Fragestellung an (Code 2b), dann schlägt sie zwei unterschiedliche Variablen für die beiden Tierarten vor (Code 3.1e) und spricht zugleich auch noch an, dass man dann damit eine Gleichung aufstellen könnte (Code 3.2a – Idee der Gleichung).

Das Kodierraster (vgl. Abbildung 6.12) orientiert sich nicht nur am theoretischen Modell des SPS (Reusser, 1989), sondern es muss auch dem Anspruch genügen, reale Lehr-Lerngespräche zu analysieren. Aus diesem Grund ist ein Code für Lösungsvorschläge eingebaut worden, welche nicht zu einer richtigen Lösung führen (Code 3.4). Sie werden als Sackgassen (Wischgoll, 2011) bezeichnet.

Beispiel Nr. 4 zur Kodierung der Lösungsschritte: Sackgasse T-2103-L.3.2

3.4 00:36:28 S4 *Also die Beine einmal geteilt durch sechs, also weil die Hasen vier Beine und die Hühner zwei Beine. Einmal aufteilen.*

Grundsätzlich erlaubt die Kodierung nach Lösungsschritten eine fachliche Sequenzeinteilung des Lehr-Lerngesprächs, was dann im Ergebnisteil hilft, die Fragestellung 1 (vgl. Kapitel 5) zu beantworten. Es geht darum, Ähnlichkeiten und Unterschiede im Vorgehen beim Problemlöseprozess zu entdecken. So können z. B. Unterschiede in der Reihenfolge der angesprochen Lösungsschritte aufgezeigt werden. Die Feinkodierung der einzelnen Äusserungen erlaubt jedoch zusätzliche Interpretationen, welche in den Fallanalysen von Bedeutung sein können. Als letztes Beispiel zu Kodierung der Lösungsschritte wird ein solches Beispiel angeführt.

Beispiel Nr. 5: Feinkodierung der einzelnen Äusserungen (T-2103-L-3.2)

Code	Timecode	Sprecher/ in	Äusserung
meta	00:00:26:20	T	*Wie würdet ihr jetzt hier einmal starten? Sie zu lösen?*
meta	00:00:34:12	T	*Ja ihr könnt einfach anfangen zu reden.*
3.4	00:01:33:11	S1	*Ich würde vielleicht vierundneunzig durch ... fünfunddreissig.* ... oder?
3.4	00:01:42:01	T	*Also Beine durch die Köpfe?*
2c	00:01:43:21	S1	*Also man weiss ja, dass es fünfunddreissig Tiere sind im Ganzen.*
2c	00:01:47:07	T	Hm (ja).
3.4	00:01:48:15	S1	*Und dann kann man zuerst einmal schauen wie viel Hasen -also ... Hasen es geben könnte maximal und dann der Rest einfach noch die Hühner.* (T-2103)

Die Szene ist ganz am Anfang des Lehr-Lerngesprächs. S1 schlägt auf die Frage der Lehrperson, wie man vorgehen könnte, einen Rechenweg vor, der nicht

zum Ziel führt. Aber an der Äusserung von S1 in Min. 01:43 merkt man, dass S1 zumindest schon einen Teil des Situationsverständnisses adäquat aufgenommen hat. S1 erklärt ihren falschen Lösungsweg mit der richtigen Äusserung *Also man weiss ja, dass es fünfunddreissig Tiere sind im Ganzen*. Auch mit einer ursprünglich mathematisch falschen Äusserung kann schrittweise vorgegangen werden.

Das Kodierraster zur schwierigsten Aufgabenvariante

Da die schwierigste Aufgabenvariante mit grösseren Zahlen operiert und es auch nicht um zweibeinige Hühner und vierbeinige Kaninchen geht, sondern um Tiere mit mehr Beinen, besteht für Aufgabe (3) ein eigenes Kodierraster. Die Aufgabenstellung lautete folgendermassen:

Eine Tierhandlung ist spezialisiert auf Vogelspinnen (8 Beine) und Schlangen. Sie führt aber als Besonderheit auch selten, 12-beinige Schmetterlingsraupen. Insgesamt gibt es 66 Tiere in der Tierhandlung. Es sind doppelt so viele Vogelspinnen wie Schlangen. Alle Tiere haben zusammen 432 Beine.

Das Kodierraster ist in Abbildung 6.13 dargestellt.

Die Darstellung und die innere Logik dieses Kodierrasters entsprechen denjenigen der Aufgabenstellung (2), welche im oberen Abschnitt ausführlich erklärt wurden. Es handelt sich nicht um eine eigenständige Aufgabe, sondern um eine für Schüler und Schülerinnen der Sekundarstufe 1 schwieriger zu lösende Variante derselben Aufgabe. Auch die zusätzlichen Aufgaben, welche als Transferaufgaben für die Einzelarbeit konzipiert wurden, entsprechen diesen Aufgaben.

	Reisser 1989 Textverständnis	Reisser 1989 Textbasis	DECI-Studie Textaufgaben	Aufgabe 3	Rechnungsweg & Punkte
1	Situationsverständnis	Episodisches Situationsmodell	Fragestellung	a Bild von drei Tierarten in der Zoohandlung	
2	Situationsverständnis	Episodisches Problemmodell	Fragestellung	b Wie viele von jeder Art hat es? c 3 Arten Tiere • Anzahl Köpfe 66 (Vogelspinnen Schlangen Schmetterlingsraupen) • Anzahl Beine 432 • Unterschiedliche Anzahl Beine je nach Tierart (8, 0, 12) d Mit Tabelle Situation darstellen	
3.1	Mathematisierung		Idee Variable Anzahl Var. Variablen Verteilen	a X b X/XY/XYZ c Festlegen, was x ist	X, Y, Z x=Schlangen y=Raupen z=Vogelsp (IP) x=2z y=R z=V / z=x=V 0x 8(2x) 12y 8z
3.2	Mathematisierung		Idee Gl Gleichung(en) aufstellen?	d Doppelt so viele Vogelspinnen wie Schlangen e Alle Tiere mit Variablen(r) bezeichnen f Beine mit Variablen	x=Schlangen (IP) 2x (IP) x=Schl 2x=y 66-3x=R (IP) 0x 8(2x) 12(66-3x)
4	Rechnen	Mathematisches Problemmodell	Lösungs- verfahren Ergebnis mathematisch Probe	a Gleichung(en) b Kopfgleichung c Beingleichung (Schlangen haben keine Beine) d Doppelt so viele V wie Schl. ¹ e Lösen der Gleichung(en)	x+y+z=66 (IP) 3x+y=66 8(2x)+12y=432 (IP) 2x+z (IP) 3x+y=66 8(2x)+12y=432 16x+70z-3(6x-432) 3(6x-20z)
5	Situationsbezogene Antwort	Numerische Antwort	Numerische Antwort	a 18 Schlangen, 36 Vogelspinnen 12 Raupen	x=18 (IP) y=18 (IP) x=18 (IP)
6	Rückblick				18 Schlangen, 36 Vogelsp. 12 Raupen (IP)

Abbildung 6.13 Kodieraster der schwierigsten Aufgabe, Aufgabe (3)

6.5.3 Auswertungsverfahren für die Problemlösungen bei der zusätzlichen Einzelaufgabe

Der Datensatz, der dieser Studie zugrunde liegt, umfasst neben den Videodaten auch die Aufgabenlösungen der einzelnen Lernenden zur zusätzlichen Aufgabe (vgl. Kapitel Kontext, Datenlage und Design, 6.1). Um den Lernerfolg der Kleingruppenlektionen zumindest ansatzweise zu erfassen, wurden die Lösungen der Lernenden bei den Zusatzaufgaben mit Punkten bewertet. Dies erlaubt sowohl den Vergleich zwischen den jeweiligen Schülern und Schülerinnen und den von ihnen gezeigten problemlösenden und partizipatorischen Verhaltensweisen innerhalb der Kleingruppenarbeit als auch einen Überblick über Gruppenunterschiede zu erhalten. Diese Vergleiche können selbstverständlich nur Tendenzen aufzeigen, inwiefern das didaktische Setting für die einzelnen Lernenden produktiv gewesen ist. Das unten vorgestellte Auswertungsverfahren für die zusätzliche Einzelaufgabe soll Informationen für Fragestellung 3 (vgl. Kapitel 5) erbringen, welche die Verbindungen und (Dis)balancen zwischen der Qualität der fachlich-fachdidaktischen Seite der Lösung der Textaufgabe und der Partizipations- und Interaktionsqualität des sozialen Geschehens untersuchen will. Eine Unterfrage lautet, ob die instruierten oder gemeinsam erarbeiteten Problemlösevorgänge der Gruppenunterrichtssituationen von den Lernenden in der zusätzlichen Aufgabe produktiv und zielführend übernommen werden. Dazu muss einerseits geklärt werden, welche Lösungswege jeweils eingeschlagen werden (Klassifizierung der Lösungswege) und von wem sie in der Gruppenunterrichtssituation eingebracht wurden: Werden Lösungswege, welche von den Peers vorgeschlagen werden, auch übernommen oder werden nur Lehrpersonenäußerungen in die eigene Wissensstruktur aufgenommen? Kommen in der Zusatzaufgabe gar andere unbesprochene Lösungswege vor? Werden alle thematisierten Lösungsschritte übernommen? Wird zum Beispiel eine Tabelle für die Situationsbeschreibung gemacht oder eine Probe, falls diese Schritte in dieser Gruppenunterrichtssituation vorgekommen sind?¹² Die Lösungen oder die Lösungsansätze der einzelnen Lernenden wurden mit einer Punkteskala von 0 Punkten für „keinen richtigen Lösungsschritt“ bis zu maximal 6 Punkten bewertet. Die Vergabe von Punkten entspricht dem Kodierraster der jeweiligen standardisierten Aufgabenstellung (vgl. Abschnitt 6.5.2), da die zusätzliche Aufgabe auf die gleiche Weise gelöst werden kann und mit denselben aufeinanderfolgenden Schritten vollzogen werden muss.

¹² Letztgenannte Fragestellung wird in den Fallanalysen untersucht.

Kodierung Punktevergabe zusätzliche Textaufgabe (1)

Die zusätzliche Aufgabe mit dem einfachsten Schwierigkeitsgrad lautete folgendermassen:

In einem Kindergeschäft sind Kinderwagen mit drei und solche mit vier Rädern ausgestellt. Total sind es 22 Kinderwagen mit insgesamt 75 Rädern.

Diese Modellierungsaufgabe kann man mit denselben Lösungswegen angehen, wie die standardisierte Aufgabe in den Gruppenunterrichtssituationen, nämlich unter Zuhilfenahme einer einzigen Buchstabenvariablen oder mit einem linearen Gleichungssystem (vgl. Abschnitt 6.2.3). Man kann die Aufgabe selbstverständlich auch durch Ausprobieren lösen (vgl. Abschnitt 6.2.5). Auch die Übertragung des Ansatzes ‚wenn alles Hühner wären‘, also der logischen oder eleganten Lösung (vgl. Abschnitt 6.2.4), wäre möglich. Die Kodieranweisungen zur Vergabe von Punkten mit den Lösungswegen Buchstabenvariable (Abbildung 6.14) und Gleichungen (Abbildung 6.15) sind mit den Kodierschritten in den Abbildungen ausführlich dargestellt. Falls andere Lösungsansätze oder Lösungswege gewählt worden sind, erhalten die Lernenden dafür 2 Punkte. Wenn folglich nur die Lösungszahlen auf dem Aufgabenblatt stehen¹³, bekommt der Schüler oder die Schülerin 2 Punkte, da dann angenommen wird, dass der Lösungsweg Ausprobieren gewählt worden ist. Falls der Versuch der Übertragung des logischen Lösungsansatzes (wenn alles Hühner wären) vorkommt, erhalten die Lernenden dafür 2 Punkte, auch bei falschem Endresultat, weil davon ausgegangen wird, dass dieser Ansatz schwieriger nachzuvollziehen und zu übertragen ist (vgl. Abschnitt 6.2.4) als das schlichte Ausprobieren. Es gibt somit die Punkte auch nur für den Versuch des Transfers dieses Ansatzes.

¹³ Der Schüler oder die Schülerin ist vermutlich mit Kopfrechnen oder mit dem Taschenrechner auf die Lösung gekommen. Natürlich auch abgeschrieben worden sein, aber auch da gilt die Regel „in dubio pro reo“. Die Möglichkeit, dass er oder sie auf einem anderen Blatt eine Gleichung erstellt hat, ist nicht möglich, weil eine Aufsichtsperson dabei war und demzufolge auch dieses Blatt dem Forscherteam zur Verfügung stehen würde.

Lösungsweg mit einer Buchstabenvariablen				
Kodierschritte	Punkte	Kodieranweisung	Ankerbeispiele	Punkte Ankerbeispiel
I: Variablen vergeben $x = 4$ -rädige Kinderwagen $22-x = 3$ -rädige Kinderwagen	1 Punkt 1 Punkt	Die Idee der Variable für den einen Typ Kinderwagen ergibt 1 Punkt. Der Term des anderen Typs Kinderwagen ergibt den zweiten Punkt.	22 Kinderwagen, davon $x =$ Kinderwagen mit 4 Rädern $22 - 75-x =$ Kinderwagen mit 3 Rädern (Quelle: 211006)	2 Punkte
		Der erste Punkt wird auch vergeben, wenn der zweite Punkt nicht oder falsch auf dem Blatt steht.	Kinderwagen mit 4 Rädern x Kinderwagen mit 3 Rädern $75-x$ (Quelle: 210119)	1 Punkt
II: Terme und Gleichung $x \cdot 4 =$ Anzahl der Räder von allen 4- rädigen Kinderwagen $(22-x) \cdot 3 =$ Anzahl der Räder von allen 3-rädigen Kinderwagen $4x + (22-x)3 = 75$	2 Punkte	Erstellung der Beingleichung mit zwei korrekten Termen und der richtigen Summe ergibt zwei Punkte.		
		Wenn die beiden Terme einzeln richtig aufgeführt sind, aber <i>keine</i> Gleichung erstellt worden ist, ergibt es dennoch 2 Punkte. Begründung: In dubio pro reo. Der/die Lernende könnte richtig weitergedacht haben.	$x \cdot 4 =$ Anzahl der Räder von allen 4- rädigen Kinderwagen $(22-x) \cdot 3 =$ Anzahl der Räder von allen 3-rädigen Kinderwagen	2 Punkte
		Wenn die beiden Terme einzeln richtig aufgeführt sind, aber eine <i>falsche Gleichung</i> erstellt worden ist, ergibt es 1.5 Punkte. Begründung: Der/die Lernende hat zwar die beiden Terme für die Beingleichung richtig, aber die Summe falsch. Der/die Lernende hat folglich nicht alles richtig gedacht und wird zu keiner richtigen Lösung kommen.	$4x + (x-22)3 = 22$ (Quelle: 122213)	1.5 Punkte

Abbildung 6.14 Kodieranweisung für die Punktevergabe der einfachsten zusätzlichen Aufgabe mit dem Lösungsweg «eine Buchstabenvariable»

		Wenn ein einziger richtiger Term in richtiger Gleichung aufgeführt ist, der zweite Term jedoch falsch ist, ergibt das einen Punkt. Begründung: Die Idee der Gleichung ist richtig gedacht. Es ergibt quasi 0.5 Punkte für den richtigen Term und 0.5 Punkte für die Idee der Gleichung.	$(22-x)3 + (22-x_1)4 = 75$ (Quelle: 211414) $3x + (x-22)4 = 75$ (Quelle: 220414)	1 Punkt
		Wenn ein einziger richtiger Term in richtiger Gleichung aufgeführt ist, der zweite Term jedoch falsch ist, ergibt das einen Punkt. Begründung: Die Idee der Gleichung ist richtig gedacht. Es ergibt quasi 0.5 Punkte für den richtigen Term und 0.5 Punkte für die Idee der Gleichung. Das zweite Ankerbeispiel gibt an, dass der Kodierschritt II, also die Idee der Gleichung, als eigener Kodierschritt gehandhabt wird. Das bedeutet, dass eine richtig gedachte Gleichung bei Folgefehlern mit falschen Termen dennoch Punkte ergibt.	$(22-x)3 + (22-x_1)4 = 75$ (Quelle: 211414) $3x + (x-22)4 = 75$ (Quelle: 220414)	1 Punkt
		Wenn ein einziger richtiger Term in falscher Gleichung aufgeführt ist, ergibt das einen halben Punkt.	$(22-x)3 + (22-x_1)4 = 22$	0.5 Punkte
III: Antwort $4x-66-3x=75$ $x+66=75$ $x=9$ $22-9=13$ Es hat 9 Kinderwagen mit vier Rädern und 13 Kinderwagen mit drei Rädern.	2 Punkte	Es werden zwei Punkte vergeben für die richtigen Lösungen. Es werden jeweils beide Punkte vergeben, wenn nachvollziehbar ist, dass dies die Lösung ist, auch wenn kein ausformulierter Lösungssatz dasteht.		
		Wird nur eine Lösung aufgeschrieben, ergibt das nur einen Punkt.	$x=9$	1 Punkt
		Wenn eine korrekte und eine falsche Lösung aufgeschrieben wurden, ergibt das einen Punkt für die korrekte Lösung. Es werden keine Minuspunkte für falsches Rechnen vergeben.	Es hat 9 Kinderwagen mit vier Rädern und 12 Kinderwagen mit drei Rädern.	1 Punkt
Gesamtpunkte Zusatzaufgabe (1)	6 Punkte	Die Gesamtpunktzahl ist trotz unterschiedlichem Schwierigkeitsgrad der Textaufgaben gleich gewählt, damit die Summe der Schülerlösungen untereinander vergleichbar ist für die Gesamtzahl der Lernenden aller Gruppenunterrichtssituationen.		

Abbildung 6.14 (Fortsetzung)

Lösungsweg mit linearen Gleichungen				
Kodierschritte	Punkte	Kodieranweisung	Ankerbeispiele	Punkte Ankerbeispiel
I: Variablen vergeben x = 4-rädrige Kindwagen y = 3-rädrige Kinderwagen	1 Punkt	Bei der Aufgabennummer 1 wird ein Punkt vergeben für die Vergabe von zwei Variablen.		
		Wenn nur eine Variable vergeben wurde, ist es ein anderer Lösungstyp und wird nicht nach diesem Kodierschema bewertet.		
II: Gleichungen erstellen x + y = 22 4x + 3y = 75	2 Punkte	Für die Erstellung der Gleichungen werden 2 Punkte vergeben. (d.h. je 1 Punkt für jede Gleichung).		
III: Umformen einer Gleichung mit zwei Variablen zu einer Gleichung mit nur einer Variablen x + y = 22 -> y = 22-x 4x + (22-x)3 = 75	1 Punkte	Eine der beiden Gleichungen muss so umgeformt werden, dass eine Variable ausgerechnet werden kann. Für den Teilschritt y = 22-x wird kein Punkt vergeben.		
		Für die weitere Berechnung werden keine Punkte vergeben. Es wurde nämlich oben schon ein Punkt vergeben.	4x + (22-x)3 = 75 4x + 66 + 3x = 75	0 Punkte
		Falls auf einem Notizblatt einiges vom Lernenden durchgestrichen ist und die Punkte von Kodierenden zusammengesucht werden müssen, so kann auch ein anderer klar lesbarer richtiger Schritt statt des ersten Verrechnungsschrittes bewertet werden. Es wird aber gesamthaft für die Verrechnung nur ein einziger Punkt vergeben.	4x + (22-x)3 = 75 4x + 66 - 3x = 75	1 Punkt
IV: Richtige Lösungen 4x + (22-x)3 = 75 4x + 66 - 3x = 75 4x - 3x = 75 - 66 x = 9 y = 22 - x 22 - 9 = 13	2 Punkte	Für die beiden richtigen Lösungen werden zwei Punkte vergeben. Es werden jeweils beide Punkte vergeben, wenn nachvollziehbar ist, dass dies die Lösung ist, auch wenn kein ausformulierter Lösungssatz dasteht. Fazit: Sobald die Lösung vorhanden ist, ergibt das 2 Punkte. Die Lösung kann auch oben in der Aufgabenstellung oder bei der Vergabe der Variablen hingeschrieben sein. Die Darstellung auf dem	x = 9 y = 13	

Abbildung 6.15 Kodieranweisung für die Punktevergabe der einfachsten zusätzlichen Aufgabe mit einem linearen Gleichungssystem

		Für die Ausformulierung des Lösungssatzes wird kein eigener Punkt vergeben. Die Punkte für die Lösung wurden oben schon vergeben.	$x = 9$ $y = 13$ Es gibt 9 vierrädrige Kinderwagen und 13 dreirädrige Kinderwagen im Geschäft.	2 Punkte / 0 Punkte
		Wenn nur ein ausformulierter Lösungssatz da steht, ohne dass x und y klar erkennbar aufgeführt sind, ergibt der richtige Lösungssatz zwei Punkte.	Es gibt 9 vierrädrige Kinderwagen und 13 dreirädrige Kinderwagen im Geschäft.	2 Punkte
		Wenn eine korrekte und eine falsche Lösung aufgeschrieben wurden, ergibt das einen Punkt für eine korrekte Lösung. Es werden keine Minuspunkte für falsches Rechnen vergeben.	Es hat 9 Kinderwagen mit vier Rädern und 12 Kinderwagen mit drei Rädern.	1 Punkt
Gesamtpunkte Transferaufgabe 1	6 Punkte	Die Gesamtpunktzahl ist trotz unterschiedlichem Schwierigkeitsgrad der Textaufgaben gleich gewählt, damit die Summe der Schülerlösungen untereinander vergleichbar ist für die Gesamtzahl der Lernenden aller Kleingruppenlektionen.		

Abbildung 6.15 (Fortsetzung)

Ziel dieses Analyseverfahrens oder dieser Bewertungen ist, *dass beide Lösungswege bei korrekter Durchführung 6 Punkte ergeben*. Es wurde versucht, die unterschiedlichen Schwierigkeitsgrade der einzelnen Schritte zu berücksichtigen, indem beim Lösungsweg mit einer Buchstabenvariable der Schritt, die zweite Anzahl Tiere mit einem Term zu bestimmen, einen zusätzlichen Punkt ergab (z. B. $22-x$). Bei der Variante mit zwei Buchstabenvariablen wurde die Umformung der Gleichung mit einem zusätzlichen Punkt bewertet, weil dieser Lösungsschritt ein Knackpunkt ist. Die beiden Lösungsverfahren haben je unterschiedliche Knackpunkte und wurden dementsprechend anders bewertet. Damit die Punktevergabe nachvollzogen werden kann, folgen nachstehend weitere Kodierregeln.

Weitere Kodierregeln zur Punktevergabe bei der zusätzlichen Aufgabe

- Es wird nichts doppelt bepunktet. Da die Darstellungsweisen der Schüler und Schülerinnen ihren individuellen Neigungen oder Gewohnheiten entsprechen, können auf den Arbeitsblättern sowohl bei richtigen wie auch bei falschen Lösungen viel oder wenig Schritte notiert worden sein und eben auch manche Schritte gleichsam doppelt.

- Die obige Kodieranweisung ist bei der Buchstabenvergabe als Beispiel gedacht. Man muss bei «umgekehrter» oder anderer Vergabe von Buchstabenvariablen als Kodierende/r umdenken. Dies gilt bei unserem Datensatz besonders bei Aufgabe (3), bei welcher einige Schüler und Schülerinnen öfters die Buchstabenvariablen a, b und c nehmen.
- Es wird generell grosszügig bepunktet (in dubio pro reo). Ein Beispiel dazu: Zur Bezeichnung der Variablen muss die mathematisch korrekte Form „Anzahl“ nicht aufgeschrieben sein. $x = 4 \text{ KW}$ wird so interpretiert, dass es heisst, *x ist die Anzahl der Kinderwagen, welche vier Räder haben*. Sollte der oder die Lernende es falsch gedacht haben, dann geht die Aufgabe danach nicht auf und es werden somit danach weniger Punkte vergeben.
- Es werden auch für vom Lernenden durchgestrichene richtige Lösungsansätze Punkte vergeben. Einige Lernende haben am Schluss ihr gesamtes Arbeitsblatt – wohl aus Frustration – durchgestrichen, andere Lernende haben einen Teil des Blattes durchgestrichen, mit dem sie dann aber dennoch weiterrechnen. Wenn einige durchgestrichene Elemente einen richtigen Lösungsschritt beinhalten, können Punkte vergeben werden anhand der obigen Kodieranweisung. Abbildung 6.16 zeigt ein solches Beispiel.

Abbildung 6.16 Beispiel eines von Lernenden durchgestrichen Lösungsansatzes (Quelle: 111416)

Zusätzliche Textaufgabe

Kinderwagenaufgabe 1

In einem Kindergeschäft sind Kinderwagen mit drei und solche mit vier Rädern ausgestellt. Total sind es 22 Kinderwagen mit insgesamt 75 Rädern.

$$\begin{array}{l}
 x = 3 \\
 y = 4 \\
 \hline
 3x + 4y = 75 \\
 \hline
 \cdot x = 3 \\
 y = 4 \\
 \hline
 \left| \begin{array}{l} x + y = 22 \\ x + 4y = 75 \end{array} \right| \\
 \hline
 x = -y + 22 \\
 x = -4y + 75 \\
 \hline
 -y + 22 = -4y + 75
 \end{array}$$

Diese/r Lernende hat den Lösungsweg mit einem linearen Gleichungssystem eingeschlagen. Es befinden sich auf dem Lösungsblatt folgende Elemente, mit denen man zu einer richtigen Lösung kommen würde, wenn dieser Lösungsweg ganz durchgezogen worden wäre: $x = 3 / y = 4 / 3x + 4y = 75 / x + y = 22$. Das schriftlich Festgehaltene muss interpretiert werden. Ich deute $x = 3$ als « x ist die Variable für die Anzahl der Kinderwagen mit drei Rädern» und dementsprechend auch $y = 4$ als « y ist die Variable für die Anzahl der Kinderwagen mit vier Rädern». Diese Deutung ist berechtigt, da als nächste Zeile eine mathematisch richtige «Beingleichung» für diese Modellierungsaufgabe steht. Laut den Kodieranweisungen in Abbildung 6.15 ergibt dies 3 Punkte, nämlich 1 Punkt für die Vergabe von zwei Buchstabenvariablen für die unterschiedlichen Kinderwagenarten und je 1 Punkt die Gleichungen (Beingleichung und Kopfgleichung. Für diese Aufgabe wären eher die Bezeichnungen Rädergleichung und Wagengleichung passend).

Die Aufgabenstellungen für die zusätzliche Textaufgabe für die Einzelarbeit enthielt Varianten in drei Schwierigkeitsstufen. Die Auswahl, welche Lernende welche Variante lösen mussten, ist entsprechend der für die Kleingruppenlektion gewählten Aufgabe entschieden worden: Die Lernenden mussten dieselbe Schwierigkeitsstufe nach der Tutoringsituation allein lösen. Der grundsätzliche Lösungsweg durchläuft dieselben Denkprozesse, weshalb nun als Ergänzung die Abbildungen der Kodieranweisungen für die mittlere und die höchste Schwierigkeitsstufe aufgeführt werden. Die Kodierregeln sind dieselben.

Kodierung Punktevergabe für die zusätzliche Textaufgabe (2)

Die zusätzliche Aufgabe mit mittlerem Schwierigkeitsgrad lautete folgendermaßen:

In einem Kindergeschäft sind Kinderwagen mit drei und solche mit vier Rädern ausgestellt. Es gibt auch einen Zwillingsskinderwagen mit 6 Rädern. Total sind es 23 Kinderwagen mit insgesamt 81 Rädern.

Aufgabenstellung (2) ist sehr ähnlich wie Aufgabenstellung (1). Es wurde als Erschwernis ein Zwillingsskinderwagen beigefügt. Von den Lernenden soll erkannt werden, dass schon angegeben ist, dass es nur einen Zwillingsskinderwagen hat. Gefragt ist folglich, wie viele dreirädrige und wie viele vierrädrige Kinderwagen es im Geschäft hat. Um dies zu berechnen muss von der Gesamtsumme der Wagen und der Räder die Zahl des Zwillingsskinderwagens abgezogen werden. Danach können die Lösungsvarianten wie bei Aufgabe (1) angewendet werden.

Das Kodiersystem dieser Aufgabenstellung (vgl. Abbildung 6.17 und Abbildung 6.18) vergibt einen Punkt für das Erkennen der schon angegebenen Anzahl von Zwillingsskinderwagen mit der entsprechenden Anzahl Rädern, nämlich ein Wagen (mit 6 Rädern). Damit jedoch die erreichten Punktzahlen der Aufgaben (1) und (2) vergleichbar sind, dürfen bei der Punktevergabe bei korrekter Lösung beide Aufgaben maximal 6 Punkte erhalten. Aus diesem Grund wird für das Vergeben der Variable(n) ein Punkt weniger vergeben als bei der Kodieranweisung für Aufgabenstellung (1). Die restliche Punktevergabe bleibt gleich.

Kodierung Punktevergabe Zusätzliche Textaufgabe (3)

Die zusätzliche Aufgabe des höchsten Schwierigkeitsgrades lautete folgendermassen:

Ein Kinderladen ist spezialisiert auf Kinderwagen. Er verkauft Kinderwagen mit drei und solche mit vier Rädern. Auch Zwillingsskinderwagen mit 6 Rädern kann man kaufen. Es gibt dreimal so viele vierrädrige Kinderwagen wie Zwillingsskinderwagen. Insgesamt gibt es 25 Kinderwagen mit total 93 Rädern.

Bei der Aufgabenstellung des höchsten Schwierigkeitsgrades müssen drei Anzahlen von Arten von Kinderwagen berechnet werden. In den Abbildungen sind die Kodieranweisungen für die Lösungsvarianten mit nur einer Buchstabenvariable (Abbildung 6.19) und mit einem linearen Gleichungssystem (Abbildung 6.20) aufgeführt zwecks Punktevergabe. Die Gesamtpunktzahl für einen zielführenden Lösungsweg liegt wiederum bei 6 Punkten wegen des Vergleichs mit den anderen Schwierigkeitsstufen.

Lösungsweg mit einer Buchstabenvariablen				
Kodierschritte	Punkte	Kodieranweisung	Ankerbeispiele	Punkte Ankerbeispiel
0: Wegnehmen des Zwillingskinderwagens $23 - 1 = 22$ Kinderwagen $81 - 6 = 75$ Räder	0.5 Punkte 0.5 Punkte	Es wird ein halber Punkt vergeben, wenn erkannt wird, dass man schon weiss, wie gross die Anzahl der Zwillingskinderwagen ist. Für das Abziehen der sechs Räder bei der Gesamtzahl der Räder wird ein weiterer halber Punkt vergeben.	$81 - 6 = 75$ R 22 K (Quelle 111717) $81 - 6 = 75$ (Quelle 111715)	0.5 Punkte 0.5 Punkte 0.5 Punkte
I: Anzahl der Wagen mit Variable $x = 4$ -rädige Kindwagen $22 - x = 3$ -rädige Wagen	0 Punkt 1 Punkt	Für die Idee der Variable wird <i>kein</i> Punkt vergeben. Es wird jedoch ein Punkt vergeben für das Ausdrücken der Anzahl der zweiten Sorte Kinderwagen. Begründung: Da den Lernenden, welchen die zweite Aufgabenstellung zugemutet wird, schon eine Schwierigkeit mehr zugetraut wird als denjenigen Lernenden, welche die Aufgabenstellung (1) bearbeiten, wird für das Vergeben der Variablen kein Punkt vergeben. Dieser Schritt sollte für die Lernenden einfach sein. Hingegen ist der zweite Schritt, auch die Anzahl der anderen Sorte Kinderwagen mit dieser Variablen auszudrücken, für einige Lernende ein Knackpunkt. Das Erkennen dieses Lösungsschrittes ergibt folglich einen Punkt.	Kinderwagen mit 4 Rädern x Kinderwagen mit 3 Rädern $x-22$ (Quelle: 122213)	0 Punkte 1 Punkt
II: Gleichung aufstellen $x \cdot 4 =$ Anzahl der Räder von allen 4-rädri-gen Kinderwagen $(22-x) \cdot 3 =$ Anzahl der Räder von allen 3-rädri-gen Kinderwagen $\rightarrow 4x + (22-x)3 = 75$	2 Punkte	Das Erstellen der Beingleichung mit zwei korrekten Termen und der richtigen Summe ergibt zwei Punkte.		2 Punkte

Abbildung 6.17 Kodieranweisung für die Punktevergabe der zusätzlichen Aufgabe mittleren Schwierigkeitsgrades mit der Vergabe von einer Buchstabenvariablen

		Wenn die beiden Terme einzeln richtig aufgeführt sind, aber <i>keine</i> Gleichung erstellt worden ist, ergibt es dennoch 2 Punkte. Begründung: In dubio pro reo. Der/die Lernende könnte richtig weitergedacht haben.	$x \cdot 4 =$ Anzahl der Räder von allen 4-rädrigen Kinderwagen $(22-x) \cdot 3 =$ Anzahl der Räder von allen 3-rädrigen Kinderwagen	2 Punkte
		Wenn die beiden Terme einzeln richtig aufgeführt sind, aber eine <i>falsche Gleichung</i> erstellt worden ist, ergibt es 1.5 Punkte.	$4x + (x-22)3 = 22$ (Quelle: 122213)	1.5 Punkte
		Begründung: Der/die Lernende hat zwar die beiden Terme für die Beingleichung richtig, aber die Summe falsch. Der/die Lernende hat folglich nicht alles richtig gedacht und wird zu keiner richtigen Lösung kommen.		
		Wenn ein einziger richtiger Term in richtiger Gleichung aufgeführt ist, der zweite Term jedoch falsch ist, ergibt das einen Punkt. Begründung: Die Idee der Gleichung ist richtig gedacht. Es ergibt quasi 0.5 Punkte für den richtigen Term und 0.5 Punkte für die Idee der Gleichung. Das zweite Ankerbeispiel gibt an, dass der Kodierschritt II, also die Idee der Gleichung, als eigener Kodierschritt gehandhabt wird. Das bedeutet, dass eine richtig gedachte Gleichung bei Folgefehlern mit falschen Termen dennoch Punkte ergibt.	$(22-x)3 + (22-x_1)4 = 75$ (Quelle: 211414) $3x + (x-22)4 = 75$ (Quelle: 220414)	1 Punkt
		Wenn ein einziger richtiger Term in falscher Gleichung aufgeführt ist, ergibt das einen halben Punkt.	$(22-x)3 + (22-x_1)4 = 22$	0.5 Punkte

Abbildung 6.17 (Fortsetzung)

<p>III: Ergebnisberechnung $4x-66-3x=75$ $x+66=75$ $x=9$</p> <p>22-9=13 Es hat 9 Kinderwagen mit vier Rädern und 13 Kinderwagen mit drei Rädern.</p>	2 Punkte	<p>Es werden zwei Punkte vergeben für die richtigen Lösungen. Es werden jeweils beide Punkte vergeben, wenn nachvollziehbar ist, dass dies die Lösung ist, auch wenn kein ausformulierter Lösungssatz dasteht. Der Zwillingswagen muss in der Lösung oder im Antwortsatz <i>nicht</i> erwähnt sein, da er zumindest gedanklich abgezogen worden sein muss, sonst hätte es keine korrekte Lösung ergeben. Falls der Zwillingswagen erwähnt ist, wird <i>kein</i> zusätzlicher Punkt vergeben, damit die Gesamtsumme der Punkte mit max. 6 Punkten gleich bleibt.</p>		
		<p>Wird nur eine Lösung aufgeschrieben, ergibt das nur einen Punkt.</p>	$x=9$	1 Punkt
		<p>Wenn eine korrekte und eine falsche Lösung aufgeschrieben wurden, ergibt das einen Punkt für die korrekte Lösung. Es werden keine Minuspunkte für falsches Rechnen vergeben.</p>	<p>Es hat 9 Kinderwagen mit vier Rädern und 12 Kinderwagen mit drei Rädern.</p>	1 Punkt
<p>Gesamtpunkte Transferaufgabe 2</p>	6 Punkte	<p>Die Gesamtpunktzahl ist trotz unterschiedlichem Schwierigkeitsgrad der Textaufgaben gleich gewählt, damit die Summe der Schülerlösungen untereinander vergleichbar ist für die Gesamtzahl der Lernenden aller Tutoringsituationen.</p>		

Abbildung 6.17 (Fortsetzung)

Lösungsweg mit einem linearen Gleichungssystem				
Kodierschritte	Punkte	Kodieranweisung	Ankerbeispiele	Punkte Ankerbeispiel
0: Wegnehmen des Zwillingskinderwagens 23 – 1 = 22 Kinderwagen 81 – 6 = 75 Räder	0.5 Punkte 0.5 Punkte	Es wird ein halber Punkt vergeben, wenn erkannt wird, dass man schon weiss, wie gross die Anzahl der Zwillingskinderwagen ist. Für das Abziehen der sechs Räder bei der Gesamtzahl der Räder wird ein weiterer halber Punkt vergeben.	81 – 6 = 75 R 22 K (Quelle 111717) 81 – 6 = 75 R (Quelle 111715)	0.5 Punkte 0.5 Punkte
I: Variablen vergeben x = 4-rädrige Wagen y = 3-rädrige Wagen	1 Punkt	Bei Aufgabennummer (2) wird ein Punkt vergeben für die Vergabe von zwei Variablen. Wenn nur eine Variable vergeben wurde, ist es ein anderer Lösungstyp und wird nicht nach diesem Kodierschema bewertet.		
II: Gleichungen erstellen x + y = 22 4x + 3y = 75	2 Punkte	Für die Erstellung der Gleichungen werden 2 Punkte vergeben, also je 1 Punkt für jede Gleichung.		
III: Verrechnungsvariante / Umformen einer Gleichung mit zwei Variablen zu einer Gleichung mit nur einer Variablen x + y = 22 -> y = 22-x 4x + (22-x)3 = 75	0 Punkte	Bei der Aufgabenstellung (2) werden keine Punkte vergeben für die Umformung der Gleichung. Begründung: Die Umformung der zwei Gleichungen zu einer Gleichung mit einer Variablen kann zwar für einige Lernende ein Knackpunkt sein, da aber bei dieser Kodierung der Vergleich der Punktzahlen aller Lernenden für alle drei Schwierigkeitsstufen der Aufgabenstellungen angestrebt ist, kann hier kein weiterer Punkt vergeben werden. Diejenigen Lernenden, welche bisher alle Punkte erreicht haben, haben nämlich schon 4 Punkte. Für die richtigen Ergebnisse werden zwei weitere Punkte dazu kommen.		

Abbildung 6.18 Kodieranweisung für die Punktevergabe der zusätzlichen Aufgabe mittleren Schwierigkeitsgrades mit dem Lösungsweg lineares Gleichungssystem

<p>IV: Richtige Lösungen $4x + (22-x)3 = 75$ $4x + 66 - 3x = 75$ $4x - 3x = 75 - 66$ $x = 9$</p> <p>$y = 22 - x$ $22 - 9 = 13$</p>	2 Punkte	<p>Für die beiden richtigen Lösungen werden zwei Punkte vergeben. Es werden jeweils beide Punkte vergeben, wenn nachvollziehbar ist, dass dies die Lösung ist, auch wenn kein ausformulierter Lösungssatz dasteht.</p> <p>Fazit: Sobald die Lösung vorhanden ist, ergibt das 2 Punkte. Die Lösung kann sowohl oben in der Aufgabenstellung oder bei der Vergabe der Variablen hingeschrieben sein. Die Darstellung auf dem Lösungsblatt des/der Lernenden spielt keine Rolle.</p>	$x = 9$ $y = 13$	
		<p>Für die Ausformulierung des Lösungssatzes wird kein eigener Punkt vergeben. Die Punkte für die Lösung wurden oben schon vergeben.</p>	$x = 9$ $y = 13$ Es gibt 9 vierrädrige Kinderwagen und 13 dreirädrige Kinderwagen im Geschäft.	2 Punkte / 0 Punkte
		<p>Wenn nur ein ausformulierter Lösungssatz dasteht, ohne dass x und y klar erkennbar aufgeführt sind, ergibt der richtige Lösungssatz zwei Punkte.</p>	Es gibt 9 vierrädrige Kinderwagen und 13 dreirädrige Kinderwagen im Geschäft.	2 Punkte
		<p>Wenn eine korrekte und eine falsche Lösung aufgeschrieben wurden, ergibt das einen Punkt für eine korrekte Lösung. Es werden keine Minuspunkte für falsches Rechnen vergeben.</p>	Es hat 9 Kinderwagen mit vier Rädern und 12 Kinderwagen mit drei Rädern.	1 Punkt
<p>Gesamtpunkte Transferaufgabe 1</p>	<p>6 Punkte</p>	<p>Die Gesamtpunktzahl ist trotz unterschiedlichem Schwierigkeitsgrad der Textaufgaben gleich gewählt, damit die Summe der Schülerlösungen untereinander vergleichbar ist für die Gesamtzahl der Lernenden aller Tutoringsituationen.</p>		

Abbildung 6.18 (Fortsetzung)

Lösungsweg mit einer Buchstabenvariablen				
Kodierschritte	Punkte	Kodieranweisung	Ankerbeispiele	Punkte Ankerbeispiel
I: Variablen vergeben $x =$ Zwillingskinderwagen $3x =$ Vierrädrige Wagen $25 - x - 3x = 3$ -rädri- Wagen $25 - 4x = 3$ -rädri- Wagen	1 Punkt 1 Punkt 1 Punkt	Bei der Aufgabennummer (3) werden 3 Punkte vergeben für die Bezeichnung der verschiedenen Sorten von Kinderwagen.	$3x =$ vr. Kw $x =$ Zw. Kw $25 - 4x =$ dr. Kw (Quelle: 210612) $6r = x$ $4r = 3x$ $25 - 4x$ $3r = 93 - 3x$ (Quelle: 210609)	3 Punkte 3 Punkte
II: Gleichung erstellen $6x + 4(3x) + 3(25 - 4x) = 93$ $6x + 12x + 75 - 12x = 93$ $6x + 75 = 93$ $6x = 18$	2 Punkte	Für die Erstellung der Gleichung werden 2 Punkte vergeben. Es kommt nicht darauf an, welche der Umformungen einer richtigen Gleichung aufgeschrieben worden ist. Es wird nichts doppelt gezählt.		
III: Richtige Lösungen $x = 3$ $3x = 9$ $25 - 3 - 9 = 13$ Es hat 3 Zwillingskinderwagen, 9 vierrädrige Kinderwagen und 13 dreirädrige Kinderwagen im Geschäft.	2 Punkte	Für die richtigen Lösungen werden zwei Punkte vergeben. Es werden jeweils die Punkte vergeben, wenn nachvollziehbar ist, dass dies die Lösung ist, auch wenn kein ausformulierter Lösungssatz dasteht. Fazit: Sobald die Lösung vorhanden ist, ergibt das 2 Punkte. Die Lösung kann sowohl oben in der Aufgabenstellung oder bei der Vergabe der Variablen hingeschrieben worden sein. Die Darstellung auf dem Lösungsblatt des/der Lernenden spielt keine Rolle.		
		Für die zusätzliche Ausrechnung und die Ausformulierung der Anzahl Räder werden keine Punkte vergeben. Die Variante, dass nur die Räder ausgerechnet wurden, kam im Datensatz nicht vor.	18 Räder von Zwilling-Kw 36 Räder von vierrädriger Kw 39 Räder von dreirädriger Kw	0 Punkte
Gesamtpunkte Transferaufgabe 1	6 Punkte	Die Gesamtpunktzahl ist trotz unterschiedlichem Schwierigkeitsgrad der Textaufgaben gleich gewählt, damit die Summe der Schülerlösungen untereinander vergleichbar ist für die Gesamtzahl der Lernenden aller Tutoringsituationen.		

Abbildung 6.19 Kodieranweisung für die Punktevergabe der zusätzlichen Aufgabe des höchsten Schwierigkeitsgrades mit der Vergabe von einer Buchstabenvariablen

Lösungsweg mit einem linearen Gleichungssystem				
Kodierschritte	Punkte	Kodieranweisung	Ankerbeispiele	Punkte Ankerbeispiel
I: Variablen vergeben $x =$ Zw-Kinderwagen $3x =$ 4-rädrige Kinderwagen $y =$ 3-rädrige Kinderwagen	1 Punkt	Bei der Aufgabennummer (3) wird ein Punkt vergeben für die Idee der Bezeichnung der Kinderwagen mit mehreren Variablen .	1. $x =$ Zwillingskinderwagen $3x =$ Vierrädrige Kinderwagen $y =$ Dreirädrige Kinderwagen	2 Punkte
	1 Punkt	Ein weiterer Punkt wird vergeben für das Erkennen, dass es dreimal so viele 4-rädrige Kinderwagen hat wie Zwillingskinderwagen. Dieses Erkenntnis kann auf verschiedene Arten ausgedrückt sein (siehe Ankerbeispiele)	2. 3-rädrige Wagen = x 4-rädrige Kindwagen = y oder $3z$ Zwillingswagen = z (Quelle: 112005)	2 Punkte
		Begründung: Die Variablenzuschreibung kann bei dieser Aufgabe nicht willkürlich erfolgen und ist somit schwieriger als bei Aufgaben (1) und (2). Die Variablenzuschreibung enthält zwei Schwierigkeiten:	3. andere Notierungen, die richtig sind, werden als richtige bewertet: KW 4-rädrig = x KW 3-rädrig = x_2 KW 6-rädgrig = $x/3$ (Quelle: 122329)	2 Punkte
		1. Welchen Wagen kann man als x bezeichnen? Je nach gewählter Variante wird die Rechnung schwieriger oder leichter. Die Variablenzustellung sollte folglich nicht so willkürlich geschehen wie bei den anderen beiden Aufgabenstellungen.	$x =$ 4-rädrige KW $y =$ 3-rädrige KW $z =$ 6-rädrige KW $3x = z$ (Quelle: 112011)	2 Punkte
		2. Was bedeutet „dreimal so viel“? Etliche Lernende machen dort einen Fehler, wie die Zusatzaufgabenblätter zeigen. Deshalb gibt die richtige Lösung einen Punkt. Mathematisch gesehen wäre es die „dritte Gleichung“ (vgl. Aufgabenraster Tutoringaufgabe Nr. 3)		
		Wenn nur eine Variable vergeben wurde, ist es ein anderer Lösungstyp und wird nicht nach diesem Kodierschema bewertet.		

Abbildung 6.20 Kodieranweisung für die Punktevergabe der zusätzlichen Aufgabe des höchsten Schwierigkeitsgrades mit dem Lösungsweg lineares Gleichungssystem

II: Gleichungen erstellen $x + 3x + y = 25$ $4x + y = 25$ $6x + 4(3x) + 3y = 93$ $6x + 12x + 3y = 93$ $18x + 3y = 93$	1 Punkt 1 Punkt	Für die Erstellung der Gleichungen werden 2 Punkte vergeben, also je 1 Punkt für jede Gleichung. Es kommt nicht darauf an, welche der Umformungen einer richtigen Gleichung aufgeschrieben worden ist. Es wird nichts doppelt gezählt.		
III: Umformen einer Gleichung mit zwei Variablen zu einer Gleichung mit nur einer Variablen $18x + 3(25-4x) = 93$ $18x + 75 - 12x = 93$ $6x + 75 = 93$ $6x = 93 - 75$ $6x = 18$ $x = 3$	0 Punkte	Bei der Aufgabenstellung (3) werden keine Punkte für die Verrechnung vergeben. Was zählt, ist das richtige Ergebnis.		
IV: Richtige Lösungen $x = 3$ $3x = 9$ $25 - 3 - 9 = 13$ Es hat 3 Zwillingskinderwagen, 9 vierrädrige Kinderwagen und 13 dreirädrige Kinderwagen im Geschäft.	2 Punkte	Für die richtigen Lösungen werden zwei Punkte vergeben. Es werden jeweils die Punkte vergeben, wenn nachvollziehbar ist, dass dies die Lösung ist, auch wenn kein ausformulierter Lösungssatz dasteht. Fazit: Sobald die Lösung vorhanden ist, ergibt das 2 Punkte. Die Lösung kann sowohl oben in der Aufgabenstellung oder bei der Vergabe der Variablen hingeschrieben worden sein. Die Darstellung auf dem Lösungsblatt des/der Lernenden spielt keine Rolle.	Es gibt 3 Wagen mit 6 Rädern, 9 Wagen mit vier Rädern und 13 Wagen mit 3 Rädern. (Quelle: 112005)	2 Punkte
Gesamtpunkte Transferaufgabe 1	6 Punkte	Die Gesamtpunktzahl ist trotz unterschiedlichem Schwierigkeitsgrad der Textaufgaben gleich gewählt, damit die Summe der Schülerlösungen untereinander vergleichbar ist für die Gesamtzahl der Lernenden aller Tutoringsituationen.		

Abbildung 6.20 (Fortsetzung)

6.5.4 Sequenzielle Analyse der Interaktionsarten: Polylogmuster

Einleitend zu diesem methodischen Unterkapitel soll nochmals erinnert werden, dass bei unseren Lehr-Lerngesprächen in den Kleingruppenlektionen immer jeweils fünf Personen anwesend waren, nämlich eine Lehrperson und vier Lernende. Aus diesem Grund werden die Lehr-Lerngespräche in dieser Studie oft mit dem linguistisch genaueren Begriff Polylog bezeichnet (vgl. dazu Abschnitt 3.3.2). Aufgrund der Fragestellungen interessiert hier erstens, ob sich die Gespräche in Bezug auf die Interaktionskonstellation zwischen den Gruppen unterscheiden (vgl. Fragestellung 2, Kapitel 5). Eine Unterfragestellung dazu ist, ob alle Interaktionsarten als Gruppengespräche, also als Polyloge, bezeichnet werden können oder ob einige Lehrpersonen diese Kleingruppensituation so nutzen, dass sie sich als Unterstützer für jeden einzelnen Lernenden sehen und folglich Dialoge (Zweiergespräche) aneinanderreihen. Diese Lehrpersonen würden somit im Grunde genommen vier Einzelscaffoldings durchführen. Da alle Kleingruppenlektionen dieselbe mathematische Textaufgabe lösen, interessiert uns zweitens, ob sich die Interaktionsarten zwischen der Erarbeitung der einzelnen Lösungsschritte unterscheiden. Diese Frage kann beantwortet werden, wenn die nachfolgend beschriebenen Begriffsdefinitionen zu den Polylogen mit der sequenziellen Mikroanalyse zu den Problemlöseschritten (vgl. Abschnitt 6.5.2) kombiniert werden. Die Begriffe für die unterschiedlichen Realisierungsformen der Polyloge werden in den Fallanalysen verwendet, sind aber nicht durchgängig in den Excel-Aufzeichnungen der Transkripte kodiert worden. Zu bemerken ist, dass es sich bei allen Lehr-Lerngesprächen aus unserem Datensatz, betrachtet man die Oberflächenstruktur der Gesprächsformen, um Polyloge handelt, da immer fünf Menschen zusammen in einem Raum sind und (mehr oder weniger) gemeinsam eine Textaufgabe lösen. Betrachtet man aber die inneren Beziehungen der jeweiligen Äußerungen, so unterscheiden sich die Gesprächskonstellationen zwischen den Gruppen. Aus diesem Grund wurde der Begriff Polylog von der Autorin dieser Arbeit weiter differenziert und es werden zusätzliche Begriffe zur Bezeichnung von Gesprächsabschnitten verwendet. Streng genommen müsste zudem statt Polylog «Mikropolylog» oder «Polylogsequenz» gesagt werden, da damit nur Abschnitte eines Lehr-Lerngesprächs und nicht das Gespräch insgesamt bezeichnet wird.

Dies gilt auch für alle nachfolgenden Begriffsdefinitionen (z. B. Mikromonolog oder Monologsequenz). Da dies jedoch den Fachtext verkomplizieren würde, wird darauf verzichtet. Die nachfolgenden Begriffsdefinitionen dienen dazu, die

Aneinanderreihung von unterschiedlichen Gesprächsformen zu bezeichnen und allenfalls daraus Muster zu erkennen.

Begriffsdefinitionen Polylogmusteranalyse

Die theoretische Ausgangslage ist in Abschnitt 3.3.2 vorgestellt worden. Dort wurde dargestellt, dass es einerseits dem Sprechenden obliegt, den Hörerstatus seiner Zuhörenden zu bestimmen, dass aber andererseits die Zuhörenden diesen Status auch annehmen müssen (Goffman, 1981; Levinson, 1988), indem sie auf die Äusserungen reagieren, z. B. Hörsignale geben und auch bereit sind, die Sprecherrolle zu übernehmen. Der Sprechende, auch wenn er vor einer Gruppe steht, muss nicht zwingend zur ganzen Gruppe reden. Er kann auch nur eine einzelne Person aus der Gruppe ansprechen oder sich an eine Teilgruppe wenden. Dies ist in Unterrichtsgesprächen häufig der Fall. Es sollen demnach mit untenstehenden Begriffen unterschiedlich dialogisch strukturierte Lehr-Lerngesprächssequenzen kodiert bzw. bezeichnet werden, unter Berücksichtigung der Haupt- und Nebenadressaten. Die Einteilung in Sequenzen hat sich in dieser Studie ergeben, da eine Hörerrollenkodierung für jeden der vier Hörenden in einem Fünfergespräch nach ihrem je (vermuteten) Ratifizierungsstand (*addressed recipients – unaddressed recipients – overhearers – eavesdroppers* (Goffman, 1981)) pro Äusserung weder effizient noch reliabel noch für unsere Zwecke informativ ist. Für die Kodierung der Sequenzen kommt es nicht nur auf die Adressierungsformen des Sprechenden an, sondern auch darauf, wie sich die Hörenden verhalten, denn der potenzielle Hörer, die potenzielle Hörerin kann entscheiden, ob er oder sie effektiv zuhört und auch einmal die Sprecherrolle übernehmen will.

Der Begriff **Polylog** bezeichnet in dieser Studie ein Gespräch oder einen Gesprächsabschnitt *mit mehr als zwei Sprechenden*. Da uns die Rollenverteilung der einzelnen Lernenden beim Problemlöseprozess interessiert, wurde an manchen Stellen noch weiter differenziert und zwischen aktivem und passivem Polylog unterschieden: **Aktive Polyloge** sind Gesprächsabschnitte, *bei denen alle fünf Interaktanden angesprochen sind und mehr als zwei Interaktanden die Sprecherrolle auch tatsächlich übernehmen*. **Passive Polyloge** sind Gesprächsabschnitte, in denen in unserer Fünferkonstellation der Gruppenunterrichtssituationen *nicht alle die aktive Sprecherrolle übernehmen, aber alle die Sprecherrolle hätten übernehmen können*. Dies trifft dann zu, wenn nur eine oder zwei Personen sprechen, aber die Äusserungen an alle gerichtet sind. Eine genaue Beobachtung der Videos ermöglicht es, Anzeichen zu erkennen, dass theoretisch alle Teilnehmenden angesprochen sind. Dies ist z. B. der Fall, wenn der Sprechende seinen Blick verschiedenen Adressaten zuwendet. Auch die Zuhörenden

zeigen ihre Zuhörerrolle oft, beispielsweise indem sie Backchannelsignale geben („Mhm“), den Sprechenden anschauen oder aufschreiben, was er oder sie gerade sagt. Ebenso kann die Lautstärke des Sprechenden ein Signal sein, da Lehrpersonen generell lauter sprechen, wenn sie etwas zu allen Schülern und Schülerinnen sagen als wenn sie nur einen einzelnen Lernenden ansprechen.

Als **Dialog** wird eine Gesprächssequenz bezeichnet, *in der zwei oder allenfalls drei Teilnehmende untereinander ihre Gedanken austauschen und somit in unserer Fünferkonstellation zwei oder drei Teilnehmende deutlich nicht involviert sind oder werden*. Der Begriff Dialog bezeichnet in dieser Studie Gesprächsabschnitte, welche kein Polylog im oben definierten Sinne sind. Da grundsätzlich in den analysierten Interaktionen immer alle fünf Teilnehmenden das Gesagte hören (oder hören könnten), wird bei dieser Definition von Dialog davon ausgegangen, dass es sich von der Partizipationsstruktur her gesehen um ein *Nebengespräch* oder um eine *exklusive Binnen-Interaktion*¹⁴ handelt. Thematisch gesehen muss dies jedoch kein Nebengespräch mit zweckfremdem Inhalt sein, das parallel zum offiziellen Gespräch stattfindet, es kann sich auch um ein fach- bzw. lösungsbezogenes Gespräch handeln, an welchem sich nicht alle fünf Teilnehmenden mündlich beteiligen. Einige Teilnehmende verfolgen z. B. ein Klärungsgespräch zwischen einer Lehrperson und einer Schülerin oder eine Erklärung unter den Peers nicht, sie nehmen nicht an dieser Ko-Konstruktion teil.

Ein Beispiel von zwei Dialogen aus unseren Gruppenunterrichtssituationen soll dies illustrieren (T-2105, ab Min. 12:11). Diese Sequenzen spielen sich im Lösungsschritt „Ausrechnen/Gleichungen lösen“ ab: Die Schüler und Schülerinnen sind gerade dabei, auf ihrem je eigenen Notizblatt die Gleichungen aufzustellen und zu lösen. Die Lehrperson merkt, dass bei S2 irgendetwas nicht ganz stimmt. Deshalb spricht sie ihn an, ohne sich gleichzeitig an die anderen Lernenden zu wenden:

- | | | |
|-------------|----|--|
| 00:12:11:21 | T | *Irgendwo ist ein- ein Wurm drin.* |
| 00:12:19:10 | T | *Also- halt, das stimmt nicht. Du musst das zusammenzählen und nachher gibt es wie viele- wie viele Beine, da ist der Haken. Das ist nicht gleich viel wie das.* |
| 00:12:25:05 | S2 | Mhm. [Aha]. |

¹⁴ Der Terminus „Binnen-Interaktion“ kommt in Bezug auf die unterschiedlichen Interaktionen, die in einem Vorlesungssaal vorkommen können, in einer linguistischen Analyse einer Lehr-Lernsituation vor: „Aufgrund der Lautstärke ist das Sprechen auf den Nahbereich der beiden Sprecher bezogen, und es findet kein Blickkontakt mit dem Auditorium statt“ (Hausendorf, 2012, S. 57).

00:12:26:09	T	*Du musst ja das zusammenzählen und dann- oder, das sind die Beine der Hühner.*
00:12:30:13	S2	*Ja.*
00:12:30:24	T	*Das sind die Beine der Kaninchen. Und wenn du die zusammenzählst, plus, dann muss es wie viel geben?*
00:12:36:25	S2	*Fünfunddreissig.*
00:12:37:17	T	*Nein.*
00:12:39:09	S3	*Vierundneunzig.*
00:12:40:01	S2	*-Eh- vierundneunzig.*
00:12:40:22	T	*Das gibt vierundneunzig. Das ist deine Gleichung und das ist da- du hast zwar die Gleichung richtig (ausgelöst), darum hast du mich fast //drausgebracht.*
00:12:47:07	S3	//*Sie, ich glaube, ich habe es.*
00:12:48:10	T	*Also jetzt- ja, wie viel hast du?*
00:12:51:02	S3	*Vier- ja, zwölf und dreiundzwanzig.*
00:12:53:13	T	*Zwölf und dreiundzwanzig? Jawohl, das ist richtig. (zu S1 und S4) Wie viel habt ihr?*

Zu Beginn dieses Transkriptauszuges spricht die Lehrperson S2 an (mit dem Pronomen *du*) und startet somit einen Dialog mit S2 über seinen Weg, wie er vorhat, die Gleichung aufzustellen. In Minute 12:39 meldet sich S3, welcher anscheinend auch zugehört hat. Da sich jedoch S3 nur kurz einschaltet in den Dialog zwischen der Lehrperson und S2, ist es in obengenannter Definition immer noch ein Dialog. S1 und S4 sind klar nicht beteiligt und der Inhalt, nämlich der Rechenfehler von S2, betrifft sie auch nicht. In Minute 12:47 eröffnet S3 den Dialog zwischen ihm und der Lehrperson. Zu vermuten ist, dass er deshalb vorher schon zugehört hat, weil er die Lehrperson ansprechen wollte, aber gemerkt hat, dass diese bereits mit S2 spricht. Der letzte Satz der Lehrperson in Minute 12:53 zeigt, dass vorher wirklich zwei Dialoge stattgefunden haben und es kein Polylog mit allen Lernenden gewesen ist, denn die Lehrperson wendet sich nun explizit an die beiden anderen Lernenden und bezieht sie erst jetzt in die Ergebnissicherung ein: (zu S1 und S4) *Wie viel habt ihr?*

Die im Grunde genommen vom Gespräch ausgeschlossen *Mithörer* sollten die Sprecherrollen nicht übernehmen (*overhearers*), denn die *Mithörer* sind nicht direkt angesprochen worden und haben keine Verpflichtung zur Aufmerksamkeit. Ein klassisches Beispiel für *Mithörende* sind andere Fahrgäste in Zugabteilen: Man weiss, dass sie die Konversation wahrnehmen, aber sie müssen so tun, als ob sie nichts hören. Sie dürfen auch keine Backchannelsignale aussenden. Sie

unterscheiden sich demnach von den Zuhörern, welche im passiven Polylog vorkommen bzw. vorhanden sein müssen. Der Unterschied zwischen einem Mithörer und einem Zuhörer zeigt sich manchmal an der darauffolgenden Reaktion des Sprechers. Die unerwartete Äußerung eines Mithörers wird nicht verstanden, weil niemand damit gerechnet hat, dass er etwas sagen würde¹⁵.

Als **Monologe** werden Gesprächsabschnitte bezeichnet, bei der der Sprechende nicht unterbrochen werden will, weil er oder sie eine längere Aussage geplant hat. Beispiele dafür sind in den analysierten Kleingruppenlektionen oft das Vorlesen der Textaufgabe oder eine (lange) Schilderung des Lösungsweges eines einzelnen Lernenden. Wichtig dabei ist, dass die als Monolog bezeichneten Äußerungen *an Zuhörer gerichtet sind, die Zuhörer jedoch nicht aufgefordert sind, die Sprecherrolle zu übernehmen*.

Gesprächsabschnitte, welche nicht an Zuhörende gerichtet sind, werden als **Solilog** bezeichnet. Diese sind Selbstgespräche. Da es sich bei unseren Analysen um institutionelle Interaktionen handelt (vgl. dazu Mondada, 2006), die ein bestimmtes *Ziel ausserhalb der Gesprächsführung* haben, kann es vorkommen, dass jemand spricht, ohne sich an eine andere Person zu richten. So kann es vorkommen, dass ein Lernender spricht (evtl. auch eine Lehrperson), und *es ist oder scheint nicht an andere Teilnehmer gerichtet zu sein*. Bei diesen Äußerungen kann es sich inhaltlich um Lösungsschritte handeln, die der Sprecher laut vor sich hinsagt, um selber mit seinen Gedanken weiterzukommen. Es handelt sich folglich bei diesen Äußerungen nicht darum, Partizipation erlangen zu wollen. Der Akt des Vor-sich-hin-Sprechens ist „lautes Denken“, das bei der Interiorisierung der Lösungsschritte hilft (Vygotsky, 1978)¹⁶. Der Terminus Solilog stammt von Rigotti, Rocci & Greco Morassa (2012), die Definition ist unserem Datensatz angepasst worden.

¹⁵ Ein Beispiel dazu findet sich zu Anfang des Gespräches in T-1205-L-3.2: Eine Schülerin (S1) fühlt sich als Zuhörerin, die sprechende Lehrerin (T) richtet sich aber nur an S4 (sie verwendet seinen Namen in ihrer Äußerung). Dies hat zur Folge, dass die Lehrerin nicht auf eine Äußerung von S1 gefasst ist und S1 nicht versteht. Die Lehrerin muss nachfragen, was S1 gesagt hat. Die Lehrerin wollte einen Dialog mit einem einzigen Schüler führen, die nicht angesprochene S1 hat das Gespräch aber als Polylog verstanden und geantwortet (vgl. dazu die Fallanalyse 1205).

¹⁶ Dieses laute Sprechen erinnert auch an den epistemischen Gebrauch der Schrift: Einen Text zu schreiben, hilft die Gedanken zu klären (vgl. Eigler, 2006).

6.5.5 Begriffsdefinitionen für das Produktdesign (inkl. Kodierregeln)

Ausgangslage für diesen Analysestrang ist das Theoriekonzept von Krummheuer und Mitarbeitenden (Brandt, 2004; Krummheuer & Brandt, 2001; Krummheuer & Fetzer, 2005), welches im Abschnitt 3.3.2 dargestellt worden ist. Es geht dabei darum, die authentische Involviertheit der jeweils Sprechenden bzw. die Autorenschaft für den Inhalt der Äusserungen zu bestimmen. Wenn ein Sprecher etwas sagt, heisst das nämlich noch lange nicht, dass er oder sie selbst auf diese Idee gekommen ist. Er oder sie kann den Inhalt auch übernommen haben. Dabei kann er oder sie den Inhalt wortwörtlich zitieren und ist somit im Analysesystem von Krummheuer und Mitarbeitenden ein Imitator oder eine Imitatorin. Er oder sie kann die Formulierung ändern und ist somit ein Paraphrasierer oder eine Paraphrasiererin. Wenn er oder sie jedoch die Formulierung wortwörtlich übernimmt, aber mit seinem/ihrer paraverbalen Verhalten (z. B. mittels Betonung) dieser Äusserung einen anderen Sinn vermacht, dann ist er oder sie ein Traduzierer oder eine Traduziererin. Nur wenn der oder die Sprechende sowohl für den Inhalt als auch für die Formulierung als auch für die lautliche Äusserung vollständig die Verantwortung übernimmt, dann ist er oder sie der Kreator oder die Kreatorin seiner/ihrer Äusserung. Das Produktdesign erlaubt es also, die Grade der Involviertheit der Sprechenden für die Themenentwicklung in Gesprächen zu bestimmen. Dies zu tun, macht bei der Analyse von Lehr-Lerngesprächen Sinn, da man herausfinden will, inwiefern die Lernenden selbst etwas Substanzielles zum Problemlösegespräch beitragen (vgl. dazu Fragestellung 2, Kapitel 5, die sich dafür interessiert, wie die partizipatorischen Rollen in einem Lehr-Lerngespräch mit einer Lehrperson und vier Lernenden verteilt sind und ob die Lernenden auch die Gelegenheit erhalten, aktiv etwas Substanzielles beizutragen). Nachfolgend werden die Kodierregeln formuliert, nach denen vorgegangen wurde.

Allgemeine Kodierregeln für das Produktdesign

- Grundsätzlich werden mit diesem Analysesystem die einzelnen Turns – und sogar Teile von Äusserungen – kodiert, und nicht, wie bei der Polylogmusteranalyse, Abschnitte oder Sequenzen.
- Es werden nur Äusserungen kodiert, welche sich inhaltlich auf den Problemlösevorgang beziehen. Dieser Analysevorgang ist folglich ein Eventsampling in Bezug auf den gemeinsamen Wissensaufbau und die Argumentationsgänge.
- Es wird, sofern möglich, in ganz kleinen Schritten kodiert, was bedeutet, dass ein einziger Turn mehrere Kodierungen haben kann. Dies ist besonders dann

der Fall, wenn ein Sprecher nicht der Kreator seiner ganzen Äußerung ist, sondern nur eines Teils davon. Im Ankerbeispiel aus T-1208-L-3.2 wiederholt S1 in Minute 01:37:19 zuerst, was S3 schon gesagt hat (*Hühner haben zwei Beine*) und ergänzt danach noch die Anzahl Beine der Kaninchen.

Ankerbeispiel aus T-1208-L-3.2

01:32:17	S3	// (Ein Huhn- Hühner haben zwei).	-> Kreator S3
01:33:28	S1	Aber- Hühner- öh-	-> Imitator S1
01:35:22	T	Ja, zwei, und-	-> Paraphrase T/ Kreator T
01:37:19	S1	Hühner haben zwei Beine und Kaninchen vier.	-> Imitator S1 -> Kreator S1

Das Ankerbeispiel aus T-1208-L-3.2 kann zugleich als Ankerbeispiel für Kreator-Äußerungen dienen (siehe unten).

- Wenn der Turn aus zwei oder mehreren Sinnschritten besteht, die alle dieselbe Kodierung für das Produktdesign aufweisen, dann kodieren wir nur ein einziges Mal pro Turn. Wir kodieren folglich nicht „Kreator – Kreator“, sondern nur verschiedene Codes (wie z. B. Imitator – Kreator im Ankerbeispiel aus T-1208-L-3.2).
- Falsche Lösungsvorschläge, also Vorschläge für Sackgassen, werden „ganz normal“ kodiert, d. h. nicht zielführende Lösungsvorschläge sind Kreator-Äußerungen, da sie eigenverantwortliche und neu eingebrachte Ideen des Sprechers sind.
- In manchen Kodierungen wurde für Sackgassen „f-Kreator“ geschrieben, und zwar dann, wenn nachher in der Gesamtinterpretation auf die zum Ziel führenden Lösungswege geachtet wird. Bei einer allfälligen Häufigkeitsauszählung von zielführenden Beiträgen der einzelnen Lernenden werden diese (Kreator-) Äußerungen nicht mitgezählt.

Begriffsdefinitionen und Ankerbeispiele für die vier unterschiedlichen Grade der Autorenschaft: Kreator – Imitator – Traduzierer – Paraphrasierer

Kreator: Ist der Sprecher in vollem Umfang verantwortlich für seine Äußerung, dann ist er ein Kreator. Er trägt die Verantwortung für den Inhalt *und* für die Formulierung *und* er äussert den Turn als Sprechender.

- Äusserungen, die zum ersten Mal gesagt werden, sind Kreator-Äusserungen. Es werden aber nur diejenigen Äusserungen kodiert, welche Bezug nehmen auf die Problemlösung (siehe generelle Kodierregeln).
- Wir kodieren in feinen Schritten, d. h. Teile einer Lösung, die zum ersten Mal gesagt werden, sind Kreator-Äusserungen, auch wenn es nur Teilsätze oder Stichworte sind.
- Es kann gut vorkommen, dass ein Argumentationsstrang von mehreren Sprechenden gemeinsam aufgebaut wird. Jeder Sprecher ist dann Kreator. Der gesamte Aufbau der Äusserung zeigt gut die Ko-Konstruktion auf.

Ko-Kreator: Bei der konkreten Analyse einiger Transkriptauszüge für die Fallanalysen wurde noch eine Verfeinerung des Begriffes Kreator eingefügt, nämlich der Ko-Kreator. Dies ist dann der Fall, wenn mehrere Gesprächsteilnehmende gemeinsam einen Lösungsschritt erklären (wollen). Vgl. dazu das Ankerbeispiel aus T-1225 ab Min. 00:28.

Ankerbeispiel aus T-1225 ab Min. 00:28

00:28:19	S1	Mhm [ja], Köpfe X, Beine Y.	Kreator S1
00:32:11	T	Was Köpfe, was heisst Köpfe X?	Traduzierer T
00:34:23	S3	Köpfe von allen Tieren zusammen. Anzahl der Köpfe.	Ko-Kreator S3
00:38:06	S4	Ja, jedes Tier hat ja nur einen Kopf.	Ko-Kreator S4
00:40:09	S4	Ja, deshalb könnten sie eigentlich auch gleich sagen, // dass es siebunddreissig Tiere sind.	Kreator S3

Auf die Nachfrage der Lehrperson, was denn S1 meint (T: *Was Köpfe, was heisst Köpfe X*), äussern sich S3 und S4. Sie versuchen eine verfeinerte Erklärung für die Lehrperson zu geben, was S1 gemeint haben könnte. Sie sind nur Ko-Kreatoren, denn die ursprüngliche Idee stammt von S1.

Wir analysieren hier immer Lehr-Lerngespräche, bei denen die Schüler und Schülerinnen noch im Aufbau ihrer Problemlösestruktur für diese Textaufgaben sind. So kommt es an vielen Stellen vor, dass die Lehrpersonen die Lernenden begleiten, unterstützen und anleiten, d. h. es ist vom Hergang und Ablauf der Interaktion her klar, dass der sprechende Schüler, die sprechende Schülerin ohne Hilfe nicht auf diesen Schritt gekommen wäre. Bei diesen Schüleräusserungen ist folglich der Begriff Ko-Kreator auch passend (vgl. dazu das Ankerbeispiel aus T-1225 ab Min. 05:40).

Ankerbeispiel aus T-1225 ab Min. 05:40

	T	und was hast du gemacht? X Anzahl der Kaninchen, und was *ist* dann	
05:02:10	T	die Anzahl der, was ist das andere, der-der Hühner?	
05:06:11	S4	Ja, das will ich jetzt auch	
05:08:02	T	Hast du vorhin schon, glaube ich, gesagt.	
05:09:29	S4	Ja, wenn man das-die Kaninchen hat, dann hat man ja auch die Hühner. Aber ich weiss jetzt nicht wie -	Paraphrase S4
05:14:23	T	Wie du's aufschreibst?	
05:15:17	S4	(wie ich es aufschreiben soll).	
05:16:06	T	Was *hast du denn* vorhin gesagt?	
05:18:09	S4	Man hat-man hat ja die zwei Schnecken, und dann hat man noch fünfunddreissig Tiere übrig.	Paraphrase S4
05:21:17	T	Richtig.	
05:22:05	S4	Und wenn man die Kaninchenanzahl hat, dann weiss man auch wie viele Hühner das sind.	Paraphrase S4
05:25:29	T	Ja, wie viele sind's denn?	
05:27:10	S4	Ja, das möchte ich ja noch rauskriegen.	
05:28:18	T	Angenommen du hast, eh, du hast fünf Kaninchen,	
05:31:17	S4	Mhm.	
05:31:28	T	Wie viele	
05:32:26	S4	Dann habe ich noch dreissig Hühner.	
05:33:27	T	Aha, wenn du sieben Kaninchen hast?	
05:36:14	S4	Achtundzwanzig Hühner.	
05:37:10	T	Wie rechnet man also das? Wenns X Kaninchen sind?	
05:40:02	S4	Einfach die-die fünfunddreissig minus die Kaninchen.	Ko-Kreator S4
	T	Offensichtlich, ja ne?	
	S4	Ah, ja.	

Die Lehrperson will der Schülerin S4 dabei helfen, den zweiten Term herauszufinden. S4 hat schon in Minute 02:02 geäußert, dass man, wenn man weiss, wie viele Kaninchen es sind, auch weiss, wie viele Hühner es sind. (02:02:17, S4: *Es sind siebenunddreissig Tiere, zwei Weinbergschnecken, dann haben wir fünfunddreissig, und dann müssen wir noch rauskriegen wie viele Kaninchen zum Beispiel es sind und dann wissen wir, wie viele Hühner es sind.*). Deshalb sind die Äusserungen von S4 hier in diesem Abschnitt als Paraphrase (von sich selbst) bezeichnet. Aber erst in Minute 05:40 kommt S4 auf die Idee für den zweiten Term und zwar nur mit der Unterstützung der Lehrperson. Die Abgrenzung zwischen kleinschrittigen Kreator-Äusserungen (wie „... und die Kaninchen vier“ im Ankerbeispiel T-1208-L-3.2) und Ko-Kreator-Äusserungen ist vermutlich nicht trennscharf für quantitative Auszählungen. Bedenkt man jedoch den Zweck dieser Analyse, nämlich ein Beobachtungsinstrument für qualitative Finessen im Gesprächsablauf zu sein, so ist die Implementierung dennoch gerechtfertigt. Dieser neue Begriff soll die Beobachtung verschärfen.

Imitator: Äusserungen von Sprechern, die zwar vom Sprecher lautlich gesagt wurden, für die der Sprecher aber weder für den Inhalt noch für die Formulierung die volle Verantwortung trägt, bezeichnen wir als Imitator-Äusserungen. Imitator-Äusserungen sind folglich das Gegenstück von Kreator-Äusserungen in diesem Kodiersystem. Es sind Äusserungen, die zuerst ein anderer gesagt hat und die der Imitator wortwörtlich wiederholt. Die Gründe für die Wiederholung können sehr vielfältig sein und müssen im Kontext interpretiert werden. Wir betrachten Gruppenunterrichtssituationen, bei denen mehrere Lernende mehr oder minder gemeinsam eine Textaufgabe lösen sollen. So kann es sein, dass ein Lernender die Äusserung eines anderen wiederholt, um den Inhalt für sich zu verarbeiten. Oder es kann sein, dass mehrere Lernende verzögert auf eine Frage der Lehrperson antworten und wir wissen nicht, ob der zweite Sprecher diese Aussage auch gemacht hätte, ohne dass der vorhergehende Sprecher sie zuerst formuliert hätte. Der zweite Sprecher gilt folglich als Imitator. Als ein Ankerbeispiel für Imitator-Äusserungen kann wiederum die Sequenz aus dem Transkriptauszug T-1208-L-3.2 dienen.

Ankerbeispiel aus T-1208-L-3.2

01:32:17	S3	// (Ein Huhn- Hühner haben zwei).	-> Kreator S3
01:33:28	S1	Aber- Hühner- öh-	-> Imitator S1

01:35:22	T	Ja, zwei, und-	-> Paraphrase T/ Kreator T
01:37:19	S1	Hühner haben zwei Beine und Kaninchen vier.	-> Imitator S1 -> Kreator S1

S1 *Hühner haben zwei Beine* ist eine „Imitator-Äusserung“, denn das Wort „Beine“ bringt keinen neuen Inhalt, auch wenn der vorhergehende Sprecher nur *Hühner haben zwei* gesagt hat.

Traduktion / Traduzierer: Wie wir im Theoriekapitel 3.3.2 gesehen haben, gibt es auch Zwischenstufen zwischen dem Kreator und dem Imitator. Der Traduzierer übernimmt die Formulierungen, oder Teile davon, von vorangegangenen Äusserungen, drückt aber damit eine eigene neue Idee aus. Ein Ankerbeispiel aus unserem Datensatz stammt aus dem Transkript T-1208-L-3.2.

Ankerbeispiel aus T-1208-L-3.2

03:06:26	S2	Vierundneunzig durch sechs- (schon mal) wegen der Beine.	-> Kreator
03:11:06	T	Aber die haben ja keine sechs Beine, sondern die einen haben vier // und die andern haben zwei.	-> Traduzierer -> Imitator

S2 schlägt vor, die 94 Beine durch sechs zu teilen und begründet dies mit der Gesamtzahl von Beinen. Die Lehrperson wiederholt diese Idee, aber mit einer veränderten Bedeutung. Die veränderte Bedeutung drückt sich in diesem Beispiel auch mit dem Wort «keine» aus (*keine sechs Beine*). Krummheuer und Fetzer (2005) schildern jedoch auch Beispiele, bei denen ein Traduzierer die Formulierung wortwörtlich wiederholt und «nur» mit paraverbalen Zeichen (Betonung) eine *neue Bedeutung* beifügt. Die Definition von Krummheuer und Fetzer (2005, S. 77) für den Begriff Traduzierer betont, dass dieser aus den Äusserungen von vorhergehenden Sprechenden einen anderen Sinn macht: Traduzierer knüpfen an den Interaktionen an, aber verändern die funktionale Bedeutung. In Lehr-Lerngesprächen kommt es oft vor, dass eine Aussage durch die «Wiederholung» mit einer anderen Intonation als falsch oder als fragwürdig bezeichnet wird. Lehrpersonen können somit durch Traduktor-Äusserungen den Schülern und Schülerinnen einen Hinweis geben, ihre Aussage nochmals zu überdenken.

Paraphrase / Paraphrasierer: Der/die Sprechende kann die Idee einer vorhergehenden Äusserung übernehmen, sie jedoch mit etwas anderen Worten umformulieren. Diese/r Sprechende erfüllt dann die partizipatorische Rolle eines Paraphrasierers (Bonanati, 2018, S. 154; Krummheuer & Brandt, 2001, S. 45).

Diese/r Sprechende bringt *keine neue* Idee ein, er/sie nimmt die Idee eines anderen auf. Das Ankerbeispiel aus T-1208-L-3.2 aus unserem Datensatz soll dies verdeutlichen.

Ankerbeispiel aus T-1208-L-3.2

01:23:03	S3	Also Schnecken haben ja keine Beine, oder?	-> Kreator
01:25:27	T	Erste wichtige Information, die der [S3] gerade mit eingebracht hat. Eine Schnecke hat keine Beine. Aber- //	-> Paraphrasierer

Der Lehrer wiederholt den Inhalt von dem, was S3 zur Problemlösung ins Lehr-Lerngespräch eingebracht hat. Mit seinem Lob (*Erste wichtige Information*) und der Bejahung der Frage von S3 ist der Lehrer hier ein Paraphrasierer, weil er keinen anderen bzw. neuen Sinn in die Formulierung der Aussage von S3 einführt. Im Kodiersystem des *accountable talk*, welches in Abschnitt 6.5.6 vorgestellt wird und im Theoriekapitel 3.3.3 begründet wurde, kann dieser Turn der Lehrperson als *Revoicing* kodiert werden. Die Aussage ist ein *teacher move*, welcher dem letzten Schritt des so genannten IRE-Musters nahekommt, aber die Evaluation klar positiv deutet, denn sie ist ermunternd für den Lernenden und würdigt die Aussage fachbezogen.

Dasselbe Ankerbeispiel aus T-1208-L-3.2 führt gleich über zu den partizipatorischen Rollen der Nicht-Sprechenden, denn «für alle Funktionen, die ein Sprechender nicht erfüllt, muss es nicht-sprechende Beteiligte geben, der oder denen die fehlende Funktion zugewiesen werden kann» (Bonanati, 2018, S. 153). Den inhaltlichen Sinn, dass Schnecken keine Beine haben, hat S3 bereits eingebracht. S3 ist folglich der Inventor im Lehr-Lerngespräch dieses Problemlöseschrittes. Zur Erinnerung an die verschiedenen Verantwortlichkeiten der Sprechenden und als Einführung für die nächsten Kodierhinweise, nämlich für Verantwortlichkeiten der Nicht-Sprechenden, wird das Schema von Krummheuer und Mitarbeitenden (Brandt, 2004, S. 23) nochmals abgebildet. Es ist dieselbe Darstellung wie Abbildung 3.7 im Theoriekapitel 3.3.2.

Abbildung 6.21 zeigt auf, dass die drei Bestandteile einer Äusserung (lautliche Äusserung, Formulierung und Inhalt) immer vorhanden sind, jedoch unterschiedlich verteilt auf Sprechende und nicht Sprechende.

Verantwortlichkeit Sprechende	Lautliche Äusserung	Formulierung	Inhalt	Verantwortlichkeit Nicht-Sprechende	Formulierung	Inhalt
KreatorIn	Ja	Ja	Ja			
TraduziererIn	Ja	Nein	Ja	FormularIn	Ja	Nein
ParaphrasiererIn	Ja	Ja	Nein	InitiatorIn	Nein	Ja
ImitierIn	Ja	Nein	Nein	InventorIn	Ja	Ja

Abbildung 6.21 Verantwortlichkeiten für die mündlichen Äusserungen (Brandt, B., 2004, S. 35)

Kodierregeln für die vier unterschiedlichen Grade der Verantwortung der Nicht-Sprechenden

- Ausgehend vom Kodierdurchgang 1 für das Produktdesign der Sprechenden, kodieren wir in diesem Kodierdurchgang die Verantwortlichkeit der Nicht-Sprechenden.
- Grundsätzlich kodieren wir wiederum die Turns oder Teile davon, also die einzelnen Äusserungen, und nicht, wie bei der Polylogmusteranalyse, Abschnitte.
- Wir kodieren wiederum in kleinen Schritten: Ein Turn kann mehrere Kodierungen nacheinander haben, sei es, dass die Kodierung aus Durchgang 1 zwei oder mehrere Sinnabschnitte enthält, sei es, dass mehrere Nicht-Sprechende einen Teil der Verantwortlichkeit für die inhaltliche Äusserung tragen.
- Es werden wiederum nicht alle Turns kodiert, sondern nur diejenigen, die eine mathematisch-inhaltliche Äusserung enthalten. Diese Turns mit mathematisch-inhaltlichen Äusserungen enthalten bereits einen oder mehrere Codes aus dem Kodierdurchgang 1 zum Produktdesign.
- Turns, welche in Kodierdurchgang 1 den Code „Kreator“ haben, werden nicht weiter kodiert, denn die Verantwortlichkeit liegt bei diesen Äusserungen vollumfänglich beim Sprechenden. Die Turns, welche folglich in Durchgang 2 kodiert werden, haben von Kodierdurchgang 1 die Codes Traduzierer, Paraphrasierer oder Imitator bekommen.
- Die Vergabe der entsprechenden Codes ist fix geregelt. Es ergeben sich folgende Paare: Traduzierer – Formulator / Paraphrasierer – Initiator / Imitier – Inventor (vgl. dazu Abbildung 6.21).
- Wir notieren ausser dem Codenamen zudem, welcher Sprechende in einem Vorhergehenden Turn die Formulierung und/oder den Inhalt produziert hat.
- Wir notieren dies auch dann, wenn es derselbe Sprechende war (S3 = selbst).

- Wir notieren zudem, in welcher Minute diese Formulierung und/oder dieser Inhalt gesagt wurde, damit die Stelle gut auffindbar ist.
- Wenn es im vorhergehenden Turn gesagt worden ist, notieren wir die Minutenzahl nicht, da es dann ja offensichtlich ist.
- Wenn der Turn aus zwei oder mehreren Sinnschritten besteht, die alle dieselbe Kodierung für das Produktdesign aufweisen, dann kodieren wir nur ein einziges Mal pro Turn.
- Falsche Lösungsvorschläge werden auch kodiert.

Begriffsdefinitionen und Ankerbeispiele für die vier unterschiedlichen Grade der Verantwortung der Nicht-Sprechenden

Formulator: Falls der Sprechende ein Traduzierer ist, dann hat ein Nicht-Sprechender die Formulierung der Äusserung in einem vorhergehenden Turn gemacht. Wir notieren, wer die Formulierung gemacht hat und an welcher Stelle.

Ankerbeispiel aus T-1118-L-3.2

00:34:18	S3	Weinbergschnecken haben kein Füsse, gell? {lacht}	-> (Kreator)
00:37:06	T	Hm, das ist eine gute Frage;	
	T	also müssen wir uns darüber erst mal unterhalten.	
	T	Was- der [S3] hat eine Frage gestellt; was sagen wir dazu?	
00:49:04	S4	Was hast du gesagt?	
00:49:27	S3	Schnecken haben keine Füsse.	->(Traduzierer) Formulator S3, Min.00:34

Die Äusserung von S3 in Minute 00:49:27 ist als Traduzierer kodiert worden, weil S3 den Sinn seiner eigenen Formulierung geändert hat. Zuvor in Minute 00:34:18 war S3 unsicher, ob seine Idee richtig ist, und hat der Lehrperson eine Frage gestellt. In Minute 00:49:27 formuliert S3 seine Idee als Aussagesatz. In diesem Beispiel formuliert S3 folglich seine eigene Aussage um. Der Grund für die Umformulierung liegt selbstverständlich in den vorhergehenden Aussagen der Lehrperson, also im Kontext.

Initiator: Falls der/die Sprechende ein Paraphrasierer ist, dann hat ein Nicht-Sprechender diesen Inhalt schon einmal in anderen Worten gesagt. Der/die Nicht-Sprechende ist demzufolge ein Initiator. Lateinisch *initiare* heisst beginnen. Der Initiator hat begonnen, den Inhalt zu formulieren, der Paraphrasierer formuliert es in ähnlichen Worten bzw. formuliert denselben Inhalt ebenfalls. Das Ankerbeispiel aus T-1118-L-3.2 soll dies illustrieren.

Ankerbeispiel aus T-1118-L-3.2

- | | | | |
|----------|----|------------------------------|---|
| 00:49:27 | S3 | Schnecken haben keine Füsse. | ->(Traduzierer) Formulator S3 = selbst, Min.00:34 |
| 00:51:06 | S1 | Würd ich auch sagen. | -> (Paraphrasierer) Initiator S3 |

Die Paraphrase von S1 ist natürlich auch eine Bestätigung der Meinung von S3; eine Paraphrase kann auch ein Revoicing sein, worauf später zurückgekommen wird.

Inventor: Falls der/die Sprechende ein Imitierer ist, dann hat ein Nicht-Sprechender diesen Inhalt und die Formulierung in einem vorhergehenden Turn schon einmal geäussert. Der/die Nicht-Sprechende ist folglich vollkommen der Erfinder der Äusserung. *Invenire* heisst im Lateinischen entdecken, erfinden, auf etwas kommen. Ein Ankerbeispiel aus T-1118-L-3.2 soll auch dies illustrieren.

Ankerbeispiel aus T-1118-L-3.2

- | | | | |
|----------|----|---|---|
| 02:42 | S1 | Und dann ziehen wir zwei Köpfe ab, dann haben wir fünfunddreissig Köpfe, und damit rechnen wir. | |
| [.....] | | | |
| 03:02:17 | S3 | Ja, dann haben wir ja nur noch fünfunddreissig. | (-> Imitator)
Inventorin S1
Min.02:42 |

Das folgende Ankerbeispiel aus dem Transkript T-1208 – L-3.2 dient als Richtlinie wie wir kodieren, wenn die Verantwortlichkeit für eine Äusserung auf mehreren beteiligten Personen liegt.

Ankerbeispiel aus dem Transkript T-1208 – L-3.2

- | | | | |
|----------|----|--|---------------|
| 03:06:26 | S2 | Vierundneunzig durch sechs- (schon mal) wegen der Beine. | -> Kreator S2 |
|----------|----|--|---------------|

03:11:06	T	Aber die haben ja keine sechs Beine, sondern die einen haben vier // und die andern haben zwei.	-> Traduzierer (S2 ist Formulator)/ Imitator (S1 in Min. 01:37:19 ist Inventor und S3 in Min. 01:32:17 ist Inventor)
----------	---	---	--

In diesem Turn der Lehrperson haben drei Schüler und Schülerinnen die Verantwortlichkeit für einen Teil der Aussage der Lehrperson. Die Lehrperson hat selbstverständlich die Verantwortung für das Verknüpfen dieser Aussagen. Die Ideen jedoch, dass Kaninchen vier Beine haben und die Hühner zwei, und dass dies für den Lösungsprozess zentral ist, haben S1 und S3 schon lange vorher im Lehr-Lerngespräch geäußert.

6.5.6 Accountable Talk als Kodiersystem: Fachbegriffe zu den Lehrpersonenäußerungen

Um gezielter analysieren zu können, was die Lehrpersonen machen (oder eben unterlassen), um mit oder zwischen ihren Lernenden ein Fachgespräch über den oder die Lösungswege dieser Textaufgaben anzuregen, eignen sich die Begriffe von Resnick und ihren Mitarbeitenden (Michaels & O'Connor, 2011; Resnick, Michaels & O'Connor, 2010; Sohmer, Micheals, O'Connor & Resnick, 2009). In Abschnitt 3.3.3 des Theorieteils wurde bereits einmal auf diese Konzeption von lernförderlichen Gesprächen eingegangen. Es geht darum, dass die Lernenden die Verantwortung, (auch) innerhalb des Lehr-Lerngespräches, für die Gruppe als Lerngemeinschaft (accountability of the learning community), für die Korrektheit der Inhalte (accountability of accurate knowledge) und für folgerichtiges Denken und Argumentieren (accountability of rigorous thinking) übernehmen (Übersetzung der Fachbegriffe übernommen aus Staub, 2019). Da in den Fallanalysen der Begriffskatalog von Resnick und ihren Mitarbeitenden verwendet wird und verschiedene Stellen der ausgewählten Videos bzw. Äußerungen der Lehrpersonen auch dementsprechend kodiert wurden, werden die 12 Fachbegriffe (Abbildung 6.22) nochmals wiedergegeben (Michaels, O'Connor, & Hall with Resnick, 2002). Abbildung 6.22 entspricht der Abbildung 3.8 in Abschnitt 3.3.3.

1. Marking	... direct attention to the value and importance of a student's contribution.
2. Challenging students	... redirect a question back to the students or use student's contributions as a source for a further challenge or query.
3. Modeling	... make one's thinking public and demonstrate expert forms of reasoning through talk.
4. Recapping	... make public, in a concise, coherent form, the group's achievement at creating a shared understanding of the phenomenon under discussion.
5. Keeping the channels open	... ensure that students hear each other, and remind them that they must hear what others have said.
6. Keeping everyone together	... ensure that everyone not only heard, but also understood, what a speaker said.
7. Linking contributions	.. make explicit the relationship between a new contribution and what has gone before.
8. Verifying and clarifying	... revoice a student's contribution, thereby helping both speakers and listeners to engage more profitably in the conversation.
9. Pressing for accuracy	... hold students accountable for the accuracy, credibility, and clarity of their contributions.
10. Building on prior knowledge	... tie a current contribution back to knowledge accumulated by class at a previous time.
11. Pressing for reasoning	... elicit evidence and to establish what contribution a student's utterance is intended to make within the group's larger enterprise.
12. Expanding reasoning	... open up extra time and space in the conversation for student reasoning.

Abbildung 6.22 Talk moves and functions, accountable talk (Michaels et al., 2002)

Ein Ankerbeispiel aus dem Transkript T-1225 ab Min. 1:02 zeigt die Verwendung eines dieser Fachbegriffe, *pressing for accuracy*, auf.

Ankerbeispiel aus dem Transkript T-1225

01:02:00	T	Also langsam, noch einmal, was *hast du* gesagt?	pressing for accuracy
01:03:25	S1	Also//	
01:04:13	T	//Was heisst Köpfe X?	pressing for accuracy0
01:05:12	S1	Also die Anzahl der gesamten Köpfe. Also siebenunddreissig Köpfe *ist* X.	

Der Lehrer will den Schüler S1 auf eine Fehlüberlegung hinweisen. Er tut dies, indem er nachfragt ohne jeglichen Vorwurf oder konkrete Anspielung darauf, dass die Aussage nicht zur Lösung führen kann. Der Schüler soll seine Idee genauer erklären und mit dieser tieferen Verarbeitung selbst einsehen, dass sein eingeschlagener Lösungsweg eine Sackgasse ist.

Diese Fachbegriffe von Resnick und Mitarbeitenden dienen für diese Studie als Inspirationsquelle aus der empirisch-theoretischen Forschung und sind somit nur ein Analysehilfsmittel. Sie kommen in den Beschreibungen der Fallbeispiele vor, sind jedoch nicht das zentrale methodische Mittel der Analyse und es wurden keine quantitativen Auswertungen mit diesen Begriffen/Kodierungen unternommen. Aus diesem Grund wird auf Ankerbeispiele zu jedem dieser 12 Fachbegriffe verzichtet.

6.5.7 Beispiel einer Kodierung eines Transkriptes

Alle bisher im Methodenteil vorgestellten Kodiersysteme sind als Analyseinstrumente verwendet worden. Das bedeutet, dass für zentrale Videosequenzen das Transkript mit diesen Kodierungen versehen worden ist. Es ist zu bemerken, dass nicht jegliche Sequenzen aus den ausgewählten Fallbeispielen durchgehend kodiert wurden. Dennoch wird hier ein exemplarisches Beispiel vorgestellt, wie vorgegangen wurde. Abbildung 6.23 zeigt einen Auszug aus dem kodierten Transkript zum Video T-1225 – L – 3.2 ab Min.3:55. Die Gruppe dieser Gruppenunterrichtssituation bespricht die Aufgabe (2), also die Aufgabe mit den Hühnern, Kaninchen und zwei Weinbergschnecken. Sie haben hier an dieser Stelle schon fast 4 Minuten am Problemlöseprozess gearbeitet und sind im Prozess bei der Mathematisierung. Konkret geht es in dieser Sequenz darum, die Buchstabenvariablen zu verteilen.

Es folgt eine Legende, wie diese Excel-Tabelle zu lesen ist.

- Spalte 1 gibt an, ob die Äusserung Teil eines Di(a)loges oder eines Polyloges ist (vgl. Polylogmusteranalyse, Abschnitt 6.5.4).
- Spalte 2 bezeichnet die Kodierung der Aufgabenanalyse für die ganze Gruppe allgemein (vgl. Abschnitt 6.5.2). Die Farben wurden in die graphische Darstellung der Ergebnisse übernommen.
- Spalte 3 kodiert den Lösungsweg (vgl. Aufgabenanalyse) für diejenigen Lernenden, welche den Lösungsweg mit zwei Variablen eingeschlagen haben.
- Spalte 4 kodiert den Lösungsweg (vgl. Aufgabenanalyse) für die Lernerin S4, welche den Lösungsweg mit nur einer Buchstabenvariable eingeschlagen hat.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
D	3.1c	3.1c		3:55:25	T	[S1], was *hast* du da, wie weit *bist* du? X gleich					keeping everyone together	
D	3.1f	3.1f		3:59:13	S1	Ich hab X gleich Hasen und Y gleich Hühner, man könnte aber eins machen, man könnte X viertel - eh - gleich Hasen und X - eh - Y halb gleich Hühner - eh - X viertel - eh - *ist ein Hasenbein* und Y halbe ein Hühnerbein.	Kreator S1					
D	3.1f	3.1f		4:15:01	S1	ein Hühnerbein.	Kreator S1					
P	3.1f	3.1f		4:16:17	T (zu S3)	Was *meinst* du?					linking contributions	
P	3.1f	3.1f		4:17:09	S3	macht's komplizierter		Traduzierer S3	Formulierer S1			
P	3.1f	3.1f		4:17:28	T	() zumindest ein bisschen kommentieren. Was wäre dann X?						
P	3.1f	3.1f		4:21:05	S1	X wär ein kompletter Hase.	Ko-Kreator S1					
P	3.1f	3.1f		4:23:07	T	Moment, wenn X die Anzahl der Hasen *ist*, haben-dann haben die ein viertel //davon Beine		Traduzierer T	Formulierer S1			
P	3.1f	3.1f		4:28:06	S1	//X						
P	3.1f	3.1f		4:31:17	T	Na, [S1], ich hab sechzehn Hasen, und die haben dann angeblich nur vier Beine, ein viertel.						T gibt Beispiel
P	3.1f	3.1f		4:39:06	S1	Nein, X viertel *ist* ein Hasenbein.	Ko-Kreator S1					
P	3.1f	3.1f		4:42:00	T	Also ist das X dann die Anzahl der Hasenbeine.						S4 rechnet an ihrem Weg weiter; tippt auf Rechner
P	3.1f	3.1f		4:45:03	S1	Ja.		Imitator S1	Inventor T/S1			
P	3.1f	3.1f		4:46:06	T	Ah ja okay, aber ich glaube, der hat recht hier, oder?						
P	3.1f	3.1f		4:50:11	S3	Das wär doch (umständlich)						
D	3.1f	3.1f	3.f	4:51:20	T	Wenn X die Anzahl der Viecher ist, wie sind dann die Anzahl der Hasenbeine?						
D		3.2b			T (zu S2)	...Okay, X plus Y gleich fünfunddreissig ist eine Lösung.		Paraphrase T	Initiator S2			
						Einzelhilfe S4						
D	3.1e		3.1e		T (zu S4)	und was hast du gemacht? X Anzahl der Kaninchen, und was *ist* dann		Paraphrase T	Initiator S4			
D	3.1e		3.1e	5:02:10	T	die Anzahl der, was ist das andere, der-der Hühner?					challenging students	
D	3.1e		3.1e	5:06:11	S4	Ja, das will ich jetzt auch						
D	3.1e		3.1e	5:08:02	T	Hast du vorhin schon, glaube ich, gesagt.						
D	3.1e		3.1e	5:09:29	S4	Ja, wenn man das-die Kaninchen hat, dann hat man ja auch die Hühner. Aber ich weiss jetzt nicht wie -		Paraphrase S4	von sich selbst			

Abbildung 6.23 Beispiel einer Kodierung zu T-1225 – L – 3.2 ab Min.3:55

- Spalte 5 gibt den Timecode an (in Minuten und Sekunden, vgl. Abschnitt 6.4.1).
- Spalte 6 bezeichnet den jeweiligen Sprechenden. Die Teilnehmenden wurden immer aus der Sicht der Lehrpersonenkamera von links vorne -> links hinten -> Lehrperson -> rechts hinten -> rechts vorne benannt. S steht für Schüler oder Schülerin, T für Lehrperson (engl. Teacher).
- Spalte 7 gibt die Äusserung wieder (übernommen und korrigiert aus zur Verfügung gestellten Word-Transkripten).
- Spalte 8 gibt an, ob die Äusserung ein Kreationakt ist (vgl. Abschnitt 6.5.5). Damit am Schluss leichter gezählt werden kann bzw. damit der Überblick besser ist, wird der/die Sprechende nochmals mit seinem/ihrem Sprechercode erwähnt.
- Spalte 9 kodiert die mathematisch-inhaltlichen Äusserungen, welche keine Kreationakte sind (vgl. Abschnitt 6.5.5). Die Spalten in Bezug auf die Kodierung des Produktdesigns sind getrennt worden, um einen schnelleren Überblick zu ermöglichen.
- Spalte 10 kodiert die mathematisch-inhaltlichen Äusserungen der Nicht-Sprechenden (vgl. Abschnitt 6.5.5)
- Spalte 11 gibt die teacher moves nach Resnick und ihren Mitarbeitenden an (vgl. Abschnitt 6.5.6)
- Spalte 12 gibt weitere Bemerkungen an, welche aus der Betrachtung des Videos erkennbar sind, oder Kommentare der Forscherin.

Die vollständige Excel-Tabelle enthält noch einige Spalten mehr, da auch die dokumentierte Sichtung (vgl. Abschnitt 6.4) in der Exceltabelle gemacht wurde. Beispiele dazu erübrigen sich an dieser Stelle: Die verwendeten Tabellenauszüge im Ergebnisteil werden dort erläutert.

6.6 Vorgehen für die Fallanalysen

Fallanalysen verfolgen das Ziel, eine Prüfung und Erweiterung wissenschaftlicher Erkenntnisse oder gar die Gewinnung neuer Erkenntnisse hervorzubringen (Fatke, 1995). Sie bilden somit eine Möglichkeit, das Spannungsverhältnis zwischen Theorie und Praxis zu mindern, indem sie versuchen durch die Hinwendung „des pädagogischen Sehens und Denkens zum konkreten pädagogischen Geschehen im Erziehungsbereich“ (Fatke, 1995, S. 675) die Sicht der beteiligten Personen aufzugreifen. In unserem Falle ist es eine Hinwendung zum konkreten didaktischen Geschehen in Lehr-Lerngesprächen. Die Fallbeschreibungen

gehen anschaulich vor und sind zugleich wissenschaftlich fundiert. Sie vereinen Beschreibungen, Analysen und Interpretationen und werden in dieser Studie deshalb gleichbedeutend Fallbeschreibungen, Fallanalysen oder Fallinterpretationen genannt. Der narrative Charakter der Beschreibungen soll der Vielschichtigkeit und Mehrdimensionalität des einzelnen Geschehens, d. h. der einzelnen Fälle, Rechnung tragen. Binczek (2014) betont bei ihrer Beschreibung der Methode der Fallzählungen den Begriff *Serie*, welcher durch die Wiederholung als Organisationsprinzip „Spielräume schafft für Abweichung, also Variation“ (Binczek, 2014, S. 318). Die Fallbeschreibungen ermöglichen, die Variationen an unserem Datensatz zu erkennen. Die hier analysierten Lehr-Lerngespräche weisen viele Gemeinsamkeiten auf und lassen somit durch ihre Variation auf gelingende und misslingende Besonderheiten der Ausgestaltung der Gruppenunterrichtssituationen schließen. Gemeinsam ist das Design, da eine Lehrperson zusammen mit vier ihrer eher schwachen Schülern und Schülerinnen die vom Forschungsteam vorgegebene Kopf-Beine-Aufgabe löst (vgl. dazu Abschnitt 6.1 und 6.2). Es handelt sich somit bei allen untersuchten Lehr-Lerngesprächen um mathematisches Problemlösen in lehrerunterstützten Gruppenarbeiten mit einer standardisierten Aufgabe. Beigezogen für die detaillierten Analysen wurden nur Fälle, bei denen die Datengrundlage vollständig ist, d. h. neben der Videoaufnahme und dem Transkript auch die Notizblätter der Lernenden während der Gruppenunterrichtssituation und die abgegebene Lösung am Ende der zusätzlichen Aufgabe vorhanden sind. In den meisten Fällen wurde im Anschluss an den Gruppenunterricht auch ein Interview mit der Lehrperson geführt und eine schriftliche Reflexion erhoben (Hugener, Pauli & Reusser, 2006, S. 252–260). Die Variation liegt in der Ausgestaltung der Situation. Die Dimensionen und Kategorien, nach denen die unterschiedlichen Arten der Ausgestaltung der Problemlösegespräche analysiert wurden, leiten sich aus den in den Theoriekapiteln hergeleiteten Qualitätsmerkmalen ab. Abbildung 6.24 zeigt eine Übersicht über die Kriterien für die Fallanalysen. Diese Kriterien beziehen sich auf beide Analysestränge dieser Arbeit, nämlich sowohl auf den Problemlöseprozess für die Textaufgaben (Fragestellung 1) als auch auf die Interaktionsstruktur von polylogenen Lehr-Lerngesprächen (Fragestellung 2). Auch Kontextdimensionen und Rahmenbedingungen wie z. B. «Räumliches Setting» oder der Umgang mit Schriftlichkeit sind berücksichtigt worden. Die Beobachtungskriterien sind induktiv am Datenmaterial entwickelt worden und beziehen die Herangehensweise und die Ergebnisse der dokumentierten Sichtung (vgl. Abschnitt 6.4) und der sequenziellen Analysen (vgl. Abschnitt 6.5) ein.

Lp = Lehrpersonen, SuS = Schülerinnen und Schüler

Dimensionen	Kategorie	Unterkategorien und Definitionen	
Räumliches Setting	frontal	LP stehend vor Wandtafel, SuS sitzend	
		LP und SuS stehen vor Wandtafel	
	Gruppentisch	Lehrperson sitzt zentral am Gruppentisch Lehrperson sitzt am Rande des Gruppentisches	
Textaufgaben	Welche Aufgabe(n)?	Hühner und Kaninchen = Aufgabe Nr. 1	
		Schnecken = Aufgabe Nr. 2	
		Vogelspinnen = Aufgabe Nr. 3	
		Kerzenaufgabe (Die Unterkategorien dieses Aufgabentyps sind nicht beachtet worden, da die Kerzenaufgabe in der Auswertung nicht einbezogen worden ist)	
	Anzahl Aufgaben	1	
		2	
		3	
	Lösungswege	Verteilung Lösungswege auf die SuS	Raten
			Probieren
			Gleichung mit einer Variablen = X
Gleichung mit zwei Variablen = XY			
„logische Lösung“ = <i>Wenn alles Hühner wären</i>			
zeitliche Reihenfolge der Lösungswege, wenn mehr als ein Lösungsweg besprochen wird			
Alle SuS vollziehen denselben Lösungsweg.			
Schriftlichkeit	Notizblätter	Alle SuS vollziehen zwei Lösungswege oder hören bei zwei Lösungswegen zu.	
		Es werden zwei Lösungswege besprochen in der Gruppenunterrichtssituation, aber es sind nicht alle SuS bei beiden Wegen involviert oder adressiert.	
		Es werden drei Lösungswege besprochen in der Gruppenunterrichtssituation, aber es sind nicht alle SuS bei jedem Lösungsweg involviert oder adressiert.	
		Alle SuS vollziehen drei Lösungswege oder hören bei drei Lösungswegen zu. (Kommt nicht vor im Datensatz)	
		Jede/r Lernende/r hat ein eigenes Notizblatt.	
		Die Gruppe hat ein gemeinsames „Notizblatt“. Dies kann die Wandtafel oder ein einzelnes Protokollpapier sein. - Lp schreibt auf das Protokollpapier oder die Wandtafel - Ein/e Lernende/r schreibt auf das Protokollpapier oder die Wandtafel. Ein Lernender ist folglich Protokollführer.	
Schriftlichkeit	Notizblätter	Es werden mehrere Arten von Notizblättern verwendet (z.B. die Wandtafel und Notizblätter der Lernenden oder Hilfsblatt der LP und Notizblätter der Lernenden).	
		Der Lösungsweg wird nur mündlich bearbeitet. Keine schriftliche Fixierung des Lösungsweges.	
		Notizblätter waren während der Kleinklassen vorhanden, sind aber für das Forschungsteam nicht zugänglich gemacht worden.	

Abbildung 6.24 Übersicht über die Kriterien für die Fallanalysen

Textaufgabenlösungsprozess		Sequenzanalyse nach den theoretischen Lösungsschritten Textverstehen, Situationsanalyse, Mathematisierung, Ausrechnen und Formulieren des Antwortsatzes (vgl. Reusser 1989 und Kapitel 6.5.2)
		Findet ein „ Vorgespräch “ statt, bevor die eigentliche Textaufgabe besprochen wird? Wenn ja: Um welchen Inhalt geht es? (Geht es z.B. um die Sozialform, die Emotionen oder das mitzubringende Material)?
		Gibt es einen extended discourse (Schleppenbach et al., 2007)? Wer initiiert ihn? Wie lange dauert er?
		Gibt es fachbezogene Metadiskurse während des Lehr-Lerngespräches? Was wird thematisiert? Wird z.B. ein Hinweis auf vergangene Stunden gemacht? Oder auf ein immer gleiches Lösungssystem (z.B. „Macht bitte jeweils eine Tabelle“?)
Interaktionen	Art der Interaktion	Solilog (Der Sprechende redet mit sich selbst; es sind verbal geäußerte Gedankengänge). Vgl. Kapitel 6.5.4 „Polylogmuster“
		Monolog (längere Rede von einer Person, aber bezogen auf die Gruppe oder auf mindestens einen Gesprächspartner. Die Äußerung hat einen klaren Adressaten ausserhalb der eigenen Person.)
		Di(a)log zwischen LP und S oder zwischen zwei SuS
		Polylog (unterteilt in aktiven und passiven Polylog. Mehrere Personen sind adressiert, es ist ein echtes Gruppengespräch.
		Nebengespräche fachbezogen
		Nebengespräche nicht fachbezogen
		Peer-Interaktionen: Ein S antwortet oder erweitert eine Äußerung eines anderen S, ohne dass ein Teachermove der LP eingeschoben ist. Es ist jedoch kein Nebengespräch, denn diese Peer-Interaktionen finden im offiziellen Lehr-Lerngespräch statt und sind an alle adressiert.
	Interaktionsdichte	Wie viele Äußerungen werden im Durchschnitt pro Minute gemacht?
	Interaktionsverteilung	Wer initiiert welche Problemlösesequenz? Wer bringt substantielle Äußerungen bei welchem Lösungsschritt ein?
	Turnverteilung	LP-Turns versus Schüleräußerung (absolut und prozentual)
		Verteilung der Turns innerhalb der Schüleräußerung
	Wörterverteilung	Wörter LP vs. SuS (prozentual)
		Verteilung Wörter innerhalb der SuS
	Art der Äußerungen	Sind die SuS Stichwortgeber oder sprechen sie «ganze Sätze»?
Partizipationsstruktur	Organisationslead	Wer organisiert das Gespräch? Z.B. wer eröffnet das Gespräch nach einer Denkphase? Wird die Turnverteilung thematisiert? (Beispiel: T: <i>Michelle, fängst du an?</i> (1117 Min. 4:01)
	Inhaltslead	Wer bringt die Themen und Unterthemen ins Gespräch ein?
	Produktdesign	Kreator – Traduzierer – Paraphrasierer – Imitierer (vgl. Krummheuer & Brandt, 2001). Das Hauptaugenmerk der Analyse liegt auf der Kreatorrolle: Wer ist der Autor der Lösungsschritte? Das Produktdesign erlaubt es, die Verantwortlichkeit für die Lösungsschritte und die Themenentfaltung festzumachen, auch in Bezug auf die Nicht-Sprechenden: Inventor – Initiator – Formulator (vgl. Krummheuer & Brandt, 2001 und Kapitel 3.3.2, 6.5.5)

Abbildung 6.24 (Fortsetzung)

	Rezipientendesign	Welche(r) Gesprächspartner ist adressiert? Welche Personen sind Zuhörer? Gibt es auch Teilnehmende, die in gewissen Sequenzen nur Mithörer sind? Adressieren die SuS in ihren Äußerungen auch bewusst die anderen SuS oder nur die LP?
	Sprachhandlungen der Lehrpersonen	Teacher moves (Michaels, O'Connor, & Hall with Resnick, 2002, 2010 und Kapitel 3.3.3, 6.5.6)
	(weitere) fachbezogene Interaktion	Wird am Schluss ein <i>extended discourse</i> (Schleppenbach et al., 2007) gemacht, d.h. über den Lösungsweg reflektiert?
		Wird im Ablauf des Lehr-Lerngespräches ein Metadiskurs über den Lösungsweg gehalten?
		Wird eine Probe gemacht oder zumindest thematisiert?
		Wird beim Lösen auf ein System geachtet, auf eine Strategie? (z.B. zuerst Tabelle machen; gibt es eine Checkliste? Alles immer aufschreiben)
	Fachbegriffe	Werden Fachbegriffe genannt? Welche Fachbegriffe werden genannt? (Gleichung, Variable, LGS, Term, Additionsverfahren etc.) Von wem werden sie genannt?
	Schriftlichkeit	Wird bewusst auf das Notieren geachtet? Wer thematisiert, ob/dass etwas aufgeschrieben werden soll?
Rolle der LP	Problemlösedesign in der Unterrichtsinteraktion	LP gibt Lösungsweg vor.
		LP lässt SuS Lösungswege einbringen.
		Mischform.
	Unterstützung der LP	Modelling
		Coaching
		Scaffolding der Gruppe
		Einzelscaffolding
		Fading
		Emotionale Unterstützung
Weitere Besonderheiten		Waittime
		Anfangsgeplauder
		Stimmungslage SuS
		Etc.
Weitere Datenquellen	Zusätzliche Aufgabe	Welche Lösungswege werden eingeschlagen? Und von wem?
		Vergleich der Lösungswege mit den in der Gruppenunterrichtssituation gemachten Lösungswegen (fachbezogen)
		Wer übernimmt was und von wem? (partizipationsbezogen) (z.B. übernimmt ein S den Lösungsweg eines anderen S?)
		Erfolg der zusätzlichen Aufgabe (vgl. Korrekturraster 6.5.3)
	Rating LP zu den SuS	Schätzt die LP die Rangreihenfolge der SuS ähnlich ihren erreichten Punkten bei der zusätzlichen Aufgabe ein?
	Interviews	Worüber spricht die LP? Was ist ihr Fokus im Interview? (Der Lösungsweg? Die Interaktion? Ein einzelner Lernender? Ihr eigenes Verhalten?)
	CD-Reflexion	Worüber spricht die LP? Was ist ihr Fokus in der Reflexion?

Abbildung 6.24 (Fortsetzung)

Abbildung 6.24 beschreibt die Facetten, die in der deskriptiven und narrativen Beschreibung der einzelnen Gruppenunterrichtssituationen im Fliesstext der Fallanalysen grundsätzlich beigezogen wurden. Es erfolgt jedoch nicht zwangsläufig eine Kategorisierung aller Videodaten anhand aller Dimensionen und Kategorien. Aus diesem Grund ist eine Kombination verschiedener Unterkategorien in Abbildung 6.24 nicht spezifisch aufgeführt worden. Es kann vorkommen, dass mehrere Aufgaben oder Lösungswege angesprochen werden, aber in unterschiedlicher Reihenfolge. Diese Differenz geht aus den Fallbeschreibungen und Portraits hervor, ist aber in Abbildung 6.24 nicht erkenntlich. Das schlussendliche Ziel der Fallbeschreibungen und Portraits ist es, die Verbindungen zwischen der Qualität der fachlich-fachdidaktischen Seite des Lösungsvorganges und der Interaktionsqualität aufzuzeigen (Fragestellung 3, Kapitel 5).

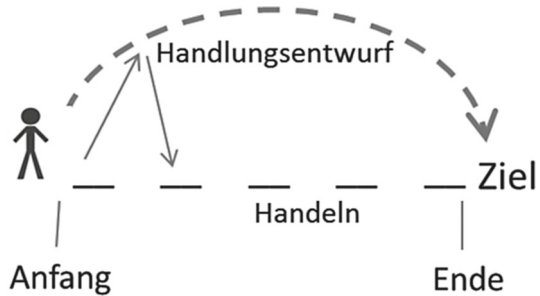
Besondere Beachtung bei der Beschreibung und Interpretation der Videos verdient jeweils der Anfang des Gespräches. Die Eröffnungssequenz bildet gleichsam den Rahmen, in dem die Handlung ablaufen kann. Soeffner (1989, zitiert nach Witte & Rosenthal, 2007, S. 19), der Begründer der sozialwissenschaftlichen Hermeneutik, betont das Bedeutungspotenzial der Anfangssequenz:

Der von den Interaktionspartnern in den ersten Äusserungen eingesetzte Handlungsrahmen und der damit unterstellte Sinnhorizont für die Folgehandlungen enthalten bereits die Handlungsperspektive(n) des nachfolgenden Interaktionsprozesses. Dies bedeutet: Die Eröffnungssequenzen einer Interaktion sind auch zu verstehen als Reaktion der Interaktionspartner auf ein im Vorhinein angenommenes Handlungsziel oder Handlungsergebnis (vgl. Mead, 1934, 187f). Das in Zukunft erwartete Ergebnis steuert die Aktionen in der Gegenwart. *Die Struktur des Prozesses ist bereits in den ersten Interaktionen angelegt.* (Soeffner (1989, zitiert nach Witte & Rosenthal, 2007, S. 19, Hervorhebung von der Autorin)

Die Erwartungen der Interaktanden und somit die möglichen Handlungsperspektiven sind bereits in den Anfangsszenen enthalten. Das Handeln oder in unserem Falle der gemeinsame Problemlöseprozess kann als schrittweises Entfalten und als Realisierung eines Handlungsentwurfes (Schütz, 2004, zitiert nach Kurt & Herbrik, 2014, S. 483) gesehen werden (vgl. Abbildung 6.25).

Der Rahmen, der sich in der Eröffnungssequenz zeigt, kann auch Grenzen setzen und Gestaltungsmöglichkeiten ausschliessen. Schelle, Rabenstein und Reh (2010) machen auf weitere Fragestellungen für die empirische Erforschung von Unterrichtsanfängen aufmerksam. Dieses Autorenteam interessiert, wie in der Interaktion von Lehrenden und Lernenden die Ordnung so hergestellt werden kann, dass ein sachbezogenes Gespräch von statten gehen kann (vgl. Schelle,

Abbildung 6.25 Anfang enthält Handlungsentwurf (Kurt & Herbrük, 2014, S. 483)



Rabenstein & Reh, 2010, S. 71). Vor dem Unterrichtsbeginn ist Pause, die Schüler und Schülerinnen müssen oft den Raum wechseln, sind körperlich aktiver als normalerweise während der Lektion. Wie geschieht nun der Übergang zu fokussierten Sachgesprächen? Wann fängt der Unterricht eigentlich an? Wenn die Lehrperson den Raum betritt oder bei ihrem ersten Wort? Oder bei ihrem ersten Wort an die ganze Klasse? Auch in den Literaturwissenschaften berücksichtigt man bei den Deutungen und Interpretationen die Anfänge besonders (Sabbah, 1991, S. 3). Die Eröffnungssequenzen erhalten bei den Fallanalysen und Portraits aus den genannten Gründen ein besonderes Gewicht.

Open Access Dieses Kapitel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Kapitel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.





Der Struktur des im Methodenkapitel geschilderten Vorgehens für die empirischen Auswertungen (vgl. Abschnitt 6.3) folgend, ist der Ergebnisteil so gegliedert, dass zuerst die Tabellen, welche aus der dokumentierten Sichtung hervorgegangen sind, aufgezeigt und beschrieben werden (vgl. Abschnitt 7.1), bevor im nächsten Unterkapitel auf die detaillierten deskriptiven und quantitativen Resultate zum Ablauf des Problemlösevorganges (vgl. Abschnitt 7.2) und zur Interaktionsstruktur eingegangen wird (vgl. Abschnitt 7.3). Alle diese deskriptiven und quantitativen Ergebnisse ermöglichen eine grobe Situierung der ausgewählten Fälle für die Fallbeschreibungen (vgl. Abschnitt 7.4) und Portraits (vgl. Abschnitt 7.5) und stellen zugleich die Spannweite der unterschiedlichen Problemlösevorgänge dar sowohl in Bezug auf den fachlichen Aufbau als auch in Bezug auf die sprachlich-interaktiven Aspekte der untersuchten Lehr-Lerngespräche. Diese Gliederung entspricht dem Sinnzusammenhang der Fragestellungen (vgl. Kapitel 5). Nach der getrennten Analyse des Problemlösevorganges und der Qualität der Interaktionsstruktur (vgl. Fragestellung 1 und 2) werden in den Fallbeschreibungen und den Portraits die Verbindungen (und allfällige Disbalancen) zwischen der Qualität der fachlich-fachdidaktischen Seite der Lösung der Textaufgaben und der Partizipations- und Interaktionsqualität des sozialen Geschehens aufgezeigt (Fragestellung 3).

7.1 Dokumentierte Sichtung: Übersicht und Ergebnisse

Das Gesamtsample der 39 videografierten tutoriellen Situationen oder Gruppenunterrichtssituationen wurde im ersten Analyseschritt aufgrund von unterschiedlichen Kriterien detailliert durchforstet (vgl. 6.4). Die nachfolgenden drei Übersichtstabellen dieser *dokumentierten Sichtung* enthalten deskriptive und quantitative Ergebnisse, welche zur gezielten Auswahl der im zweiten (vgl. sequenzielle Mikroanalysen 6.5) und dritten Analyseschritt (vgl. Fallanalyse 6.6) ausgewählten Fälle dienten. Die Aufteilung der Kriterien in die verschiedenen Übersichtstabellen und die Unterkapitel entspricht hier in der Berichterstattung den Fragestellungen, so dass die Tabelle 7.1 eine Übersicht zu den *Problemlöseaspekten* bietet (vgl. Abschnitt 7.1.1) und die Tabelle 7.4 Kriterien zur *Interaktionsstruktur* veranschaulicht (vgl. Abschnitt 7.1.2). Tabelle 7.5 dient der Vollständigkeit: Sie enthält weitere erhobene deskriptive und quantitative Ergebnisse und sonstige Feststellungen (Memos) aus der dokumentierten Sichtung, wie z. B. die Gründe dafür, warum einige Kleinklassensituationen nicht weiterverfolgt wurden. Besonders zu erwähnen ist in Bezug auf Tabelle 7.5 die Übersicht über die Lösungswege, welche in der zusätzlichen Aufgabe angewendet wurden. Diese erlauben Hinweise auf einen Transfer und somit im besten Falle ein Lernen der in der Gruppenunterrichtssituation behandelten Lösungswege (vgl. Abschnitt 7.1.3). Im Forschungsprozess vor der Berichterstattung wurde zunächst eine einzige umfangreiche Excel-Tabelle erstellt, so dass mit den dynamischen Möglichkeiten von Excel die einzelnen Spalten miteinander in Beziehung gesetzt werden konnten. Aus diesem Grund wird auch in diesem Kapitel an einigen Stellen bei der Beschreibung der Erkenntnisse auf mehrere Tabellen verwiesen.

7.1.1 Erkenntnisse zu den Problemlöseaspekten

Die dokumentierte Sichtung zu Problemlöseaspekten (vgl. Tabelle 7.1) vermerkt in Spalte 2, *wie viele* Aufgaben besprochen werden und in Spalte 3, *welche* Aufgaben. Es zeigt sich, dass zwanzig Gruppen von den 39 des Gesamtsamples eine einzige Aufgabe lösen, während die andere Hälfte, 19 Gruppen, zwei Aufgaben lösen oder zumindest thematisieren in der Kleingruppenunterrichtssituation. Die Lehrpersonen hatten vom Forscherteam als Auswahl für das geplante 15-minütige tutorielle Setting bekanntlich eine Kopf-Beine-Aufgabe in drei Schwierigkeitsstufen vorgeschlagen erhalten, und, falls nach der Bearbeitung einer Aufgabe noch

Übungszeit vorhanden sei, eine Kerzenaufgabe, ebenfalls in drei Schwierigkeitsstufen (vgl. Abschnitt 6.1 Design der Studie und Abschnitt 6.2 Aufgabenanalyse). Ihr Auftrag war es, eine für ihre Lernenden niveaumässig passende Aufgabe so zu besprechen, dass sie von den Schülern und Schülerinnen verstanden wird. In Tabelle 7.4 zur Interaktionsstruktur wird sich zeigen, dass die vorgeschlagene Zeitlimite von 15 Minuten von sehr vielen Lehrpersonen überschritten wurde (vgl. Tabelle 7.4, Spalte 2). Weiter ist zur Aufgabenauswahl zu bemerken (vgl. Tabelle 7.1, Spalte 3), dass 14 der 19 Gruppen, welche sich mit zwei Aufgabenstellungen befassten, nach der Behandlung der Kopf-Beine-Aufgabe die Kerzenaufgabe besprachen. Fünf Lehrpersonen (1126, 2101, 2103, 2107, 2114) entschieden sich jedoch, bei den Kopf-Beine-Aufgaben zu bleiben und besprachen mit ihren Lernenden zwei oder gar drei (2101, 2107) Schwierigkeitsstufen desselben Aufgabentyps¹. Eine Lehrperson (1113) hat mit ihren Lernenden nur die Kerzenaufgabe gelöst, was somit zum Ausschluss, aus dem für diese Studie untersuchten Datensatz führte. Die *Verteilung der Schwierigkeitsgrade* der Kopf-Beine-Aufgabe (vgl. Abschnitt 6.2.6) ist wie folgt (vgl. Tabelle 7.1, Spalten 3 und 4): 13 Gruppen (von der jetzigen Anzahl $n = 38$) lösten die einfachste Aufgabe mit den Hühnern und Kaninchen. 16 Gruppen (bzw. 18, falls die zweite Aufgabe

¹ Dies zieht die Frage nach sich, *in welcher didaktischen Form diese Lehrpersonen zwei oder drei nahezu identische Aufgaben angehen*: Ändern sie je nach Schwierigkeitsstufe den Lösungsweg? Ändern sie die Sozialform? Die Sichtung der Videosequenzen ergab kurzgefasst folgendes: Die Lehrperson 1126 ändert von der ersten Aufgabe (Aufgabe Nr.1), welche sie eher im fragend-entwickelnden Lehrgespräch mit ihren Lernenden zusammen erarbeitet hat, zur nächsten Aufgabe, Aufgabe Nr. 3, die Sozialform bzw. die Interaktionsstruktur: Sie möchte, dass die Schüler und Schülerinnen diese Aufgabe grundsätzlich ohne Beteiligung der Lehrperson zu lösen versuchen (T-1126 L-32, Min. 10:00 T *Gut, [...] ich würde euch bitten, die zweite Aufgabe, die ist ganz ähnlich, alleine zu lösen, also ganz alleine heisst ohne mich, ihr könnt euch gerne dabei unterhalten. [...]*). Bei den Lehrpersonen 2103 und 2114 ändert sich im Vorgehen nahezu nichts: Es wird derselbe Lösungsweg (Tabelle und Gleichung bei 2103 und Gleichung bei 2114) eingeschlagen, welcher im gleichbleibenden Interaktionsstil zusammen erarbeitet wird (T-2103-L.32, Min. 09:33:22 T *Dann würden wir in ähnlichem Stil gerade die Aufgabe zwei machen. Bzw. T-2114-L.32, Min. 11:31:00 T *Eh – du, wir gehen noch weiter (. Jetzt bin ich gespannt. [...] ihr seid zu viert. (Jetzt gehen wir noch auf) eine schwierigere, aber ich helfe dann nochmals.*). Bei den Lehrpersonen 2101 und 2107 ist zu bemerken, dass diese ihre Lernenden bewusst auf die unterschiedlichen Schwierigkeitsstufen der Aufgaben 1 und 2 aufmerksam machten (T-2107-L.32, Min. 08:25:23 T *Sehr gut, he, das ging ja blitzartig. Ja, jetzt schaut einmal diese Aufgabe, einfach die zweite noch gerade an...Jetzt haben sie dort noch eine Schwierigkeit, [...]*). Die Schüler und Schülerinnen merkten recht schnell, dass man die Aufgabe Nr. 2 genau gleich rechnen kann und nur die zwei Köpfe der Weinbergschnecken von der Gesamtsumme der Tiere subtrahieren muss. Die Interaktionsstruktur war gleichbleibend.*

mitgezählt wird) lösten die mittlere Aufgabe, bei der als zusätzliche Schwierigkeit auch noch zwei Weinbergschnecken im Gehege herumkriechen, und neun (bzw. 14) Lehrpersonen muten ihren Schülern und Schülerinnen die schwierigste Aufgabe mit den Tierarten Schlangen, Vogelspinnen und Schmetterlingsraupen zu. Als zweite Aufgabe wurde zweimal die mittlere und fünfmal die schwierigste ausgewählt.

Die meisten Schüler und Schülerinnen machen *Notizen* während der Gruppenunterrichtssituation, nur in drei Gruppen wurde dies nicht gemacht (vgl. Tabelle 7.1, Spalte 5): Bei zwei Gruppen wurde ein gemeinsames Protokoll erstellt: Bei Gruppe 2107 machte dies die Lehrperson, bei der Gruppe 2110 ein Schüler. Das Raumsetting bei Gruppe 2104 war so gewählt, dass die vier Lernenden und der Lehrer vor der Wandtafel stehen und in einem fragend-entwickelnden Unterricht die Aufgabe lösen, wobei der Lehrer die Lösungsschritte auf die Tafel schrieb. Bei dieser Gruppe sind dementsprechend keine Schülernotizen vorhanden.

In Spalte 6 in Tabelle 7.1 ist vermerkt, *welche Lösungswege in der mündlichen Interaktion angesprochen werden, falls diese nicht mit den Lösungswegen auf den Notizblättern der Lernenden identisch sind*. Spalte 7 in Tabelle 7.1 gibt an, welchen Lösungsweg die einzelnen Lernenden dann tatsächlich aufgeschrieben haben. Dies ist besonders dann interessant, wenn im mündlichen Erarbeitungsgespräch mehrere Wege thematisiert worden sind (vgl. Spalte 6 in Tabelle 7.1): Man kann dadurch erahnen, ob alle Lernenden ständig aktiv zugehört haben oder ob vielleicht einzelne Lernende nur «ihren» Lösungsweg mitbekommen bzw. aufgeschrieben haben.

Da an die in dieser Studie untersuchten Kopf-Beine-Aufgabe mit unterschiedlichen Lösungswegen herangegangen werden kann, interessiert bei den deskriptiven Ergebnissen besonders, *wie viele Gruppen welche Lösungswege eingeschlagen*. Dies ist in Tabelle 7.1 aus den Spalten 6, ein zusätzlicher *Lösungsweg* wird *mündlich* erwähnt, und Spalte 7, *der Lösungsweg ist auf den Notizblättern der Schülerinnen und Schüler notiert*, ersichtlich². Zur besseren Übersicht über die eingeschlagenen Lösungswege stellt Tabelle 7.2 diese deskriptiven Beobachtungen nochmals dar. Da in Bezug auf die eingeschlagenen Lösungswege die Anzahl der in der Gruppenunterrichtssituation vorhandenen Lernenden keine

² Da es einige wenige Gruppen gibt, welche auf schriftliche Notizen verzichten (2104) oder bei denen die schriftlichen Notizen dem Forschungsteam nicht abgegeben wurden (1104, 1218), sind die eingeschlagenen Lösungswege in Tabelle 7.1 auf zwei Spalten verteilt, getrennt in ‘mündlich besprochen’ und ‘schriftlich notiert’. Es gibt zudem auch Gruppen, welche in der mündlichen Interaktion mehr Lösungswege besprechen als schriftlich notiert wurden.

Tabelle 7.1 Dokumentierte Sichtung zu Problemlöseaspekten

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
LP Nr.	Anzahl Aufg.	Welche Aufg.	Nr. Kopf-Beine	Notizen Ja/Nein	Lösungswege mtl. (falls mehr LW als schr.) (Art und Anzahl)	Lösungswege auf Notizblättern der SuS	Fachbegriffe von LP (Gleichung, LGS, Variable, Term, (Additions)Verfahren)	Fachbegriffe von SuS (Gleichung, LGS, Variable, Term, (Additions)Verfahren)	Probe ja/nein	Rückblick bzw. Diskussion nach dem Ergebnis
N = 39	N = 39	N = 39	n = 38	n = 38	n = 32	n = 32	n = 37	n = 37	n = 37	n = 37
1101	1	Kopf-Beine2	2	ja	4 SuS: GL XY	4 SuS: GL XY	Variable: 3 Gleichung: 12 -verfahren: 5	Gleichung: 1	ja	nein
H03	2	Kopf-Beine2 und Kerzen2	2	ja	4 SuS: GL XY	4 SuS: GL XY	Variable: 4 Gleichung: 8 Gleichungssystem: 2 -verfahren: 1	keine Fachbegriffe	ja	nein
H04	2	Kopf-Beine1, 2 und Kerzen1	3	nicht vorhanden	GL XY	nicht vorhanden	Variable: 1 Gleichung: 9 -verfahren: 1	Gleichung: 2 -verfahren: 2	nein	nein
H06	1	Kopf-Beine2	2	ja	4 SuS: GL XY 1 S probiert zusätzlich	4 SuS: GL XY 1 S probiert zusätzlich	Gleichung: 2	Gleichung: 7	ja	nein
1107	2	Kopf-Beine1 und Kerzen1	1	ja, aber nur von 2 SuS	Probieren (SuS), dann logische Lösung (LP)	2 SuS: Notizen fehlen; 2 SuS: Notizen ohne nachvollziehbaren Weg	keine Fachbegriffe	keine Fachbegriffe	nein	nein

(Fortsetzung)

Tabelle 7.1 (Fortsetzung)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1109	2	Kopf-Beine2 und Kerzen1	2	ja		4 SuS: GL KH = Kaninchen und Hühner	Variable: 1 Gleichung: 18 Gleichsetzungssystem: 2	-verfahren: 5	nein	nein
1110	1	Kopf-Beine2	2	ja		4 SuS: GL XY	Variable: 3 Gleichung: 4	Variable: 2 Gleichung: 2 -verfahren: 1	ja	nein
1114	2	Kerzen 2	keine	ja			(nur Kerzenaufgabe)	(nur Kerzenaufgabe)	ja	nein
1117	1	Kopf-Beine2	2	ja	Gleichung nicht fertig (S2), dann logische Lösung (LP -> S1)	2 SuS: GL XY 1 S: logische Lös Anfang, dann logisch fertig gelöst	Gleichung: 1 Gleichung: 2	keine Fachbegriffe	ja	ja
1118	1	Kopf-Beine2	2	ja	logische Lösung fertig (S4), dann Gleichung fertig (gemeinsam)	4 SuS: GL XY 1 S: vorher logische Lösung	Gleichung: 3 Gleichungssystem: 2 -verfahren: 3	Gleichung: S3:3 -verfahren: S1: 2	nein	ja
1119	2	Kopf-Beine3 und Kerzen1	3	ja		3 SuS: GL XYZ (mit den Variablen abc) 1 S: Notizen fehlen	Variable: 4 Gleichung: 12 Gleichungssystem: 1	Variable: S3: 3 Gleichung: S3: 2, S4: 1 -verfahren: S3: 1	nein	nein
1120	2	Kopf-Beine3 und Kerzen2	3	ja		4 SuS: GL XYZ	keine Fachbegriffe (LP spricht sehr wenig)	Variable: S1:1, S4: 3 Gleichung: S1: 4	nein	ja

(Fortsetzung)

Tabelle 7.1 (Fortsetzung)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
426	2	Kopf-Beine1 und Kopf-Beine3	2	ja		3 SuS: GL XY (es waren nur 3 SuS)				
1205	1	Kopf-Beine2	2	ja		4 SuS: GL XY	Gleichung: 16 -verfahren: 1	keine Fachbegriffe	nein	nein
1208	2	Kopf-Beine2 und Kerzen	2	ja		4 SuS: GL XY	Gleichung: 12 -verfahren: 3	Gleichung: SN: 1 -verfahren: SN: 1	nein	nein
4248	2	Kopf-Beine1 und Kerzen1	1	ja	GL XY	keine Notizen abgegeben	Gleichung: 3 Gleichungssystem: 1	Gleichung: SN: 3	ja	ja
1222	1	Kopf-Beine2	2	ja		4 SuS: GL X	keine Fachbegriffe	Gleichung: 2	nein	ja
1223	2	Kopf-Beine3 und Kerzen1	3	ja		4 SuS: GL X (mit Tabelle)	Gleichung: 2	keine Fachbegriffe	nein	nein
1225	1	Kopf-Beine2	2	ja	GL X (S4) und GL XY (S1, S2, S3) parallel verfolgt	3 SuS: GL XY 1 SuS: GL X	Variable: 4 Gleichung: 4 Term: 2	Variable: S1, S4 Gleichung: S1, S4 LGS: S1	nein	ja
2101	3	Kopf-Beine 1, 2 und 3	1	ja	GL X; logische Lösung (1 S) bei Aufg.1	3 SuS: GL X (mit Tabelle) 1 S: logische Lösung und Versuch Tabelle	Variable: 1 Gleichung: 13	Gleichung: 2	nein	ja
2102	1	Kopf-Beine2	2	ja		4 SuS: GL X	Gleichung: 2	keine Fachbegriffe	nein	nein
2103	2	Kopf-Beine1 und Kopf-Beine3	1	ja		4 SuS: GL X (mit Tabelle)	Gleichung: 9	keine Fachbegriffe	nein	ja

(Fortsetzung)

Tabelle 7.1 (Fortsetzung)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2104	2	Kopf-Beine3 und Kerzen1	3	keine Notizen, da SuS stehend vor der Wandtafel	GL X	keine Notizen gemacht	Gleichung: 3	keine Fachbegriffe	nein	ja
2105	3	Kopf-Beine1, (2), und Kerzen1	1	ja		2 SuS: probieren 1 S: Notizen evt. logische Lös (?) 1 S: Zeichnung und GL X	Gleichung: 4	Gleichung: 1	nein	ja
2106	2	Kopf-Beine3 und Kerzen1	3	ja		4 SuS: GL X	Gleichung: 3	Gleichung: S3: 1	nein	ja
2107	3	Kopf-Beine1 und 2 und Kopf-Beine 3	1	keine SuS-Notizen abgegeben. LP schreibt Protokoll	GL X	keine SuS-Notizen abgegeben	Variable: 1 Gleichung: 3	Gleichung: 1	nein	nein
2108	1	Kopf-Beine1	1	ja		4 SuS: GL X Nr.2	Gleichung: 5	keine Fachbegriffe	nein	nein
2109	1	Kopf-Beine3	3	ja		4 SuS: GL X	Term: 1	keine Fachbegriffe	nein	nein
2110	1	Kopf-Beine1	1	Protokoll S, nicht abgegeben	GL X	nicht vorhanden	Gleichung: 12 Term: 1	keine Fachbegriffe	ja	ja
2111	2	Kopf-Beine3 und Kerzen1	3	ja		4 SuS: GL X mit Tabelle	Variable: 2 Gleichung: 3 Term: 1	Gleichung: S3: 1, S1: 1	nein	nein
2112	1	Kopf-Beine2	2	ja		4 SuS: GL X (mit Tabelle)	Variable: 2 Gleichung: 1	Variable: 1	nein	nein

(Fortsetzung)

Tabelle 7.1 (Fortsetzung)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2113	1	Kopf-Beine1	1	ja		3 SuS: GL X 1 S: fehlt	keine Keywords	Gleichung: S2: 4 Gleichung: S1: 3	ja	ja
2114	2	Kopf-Beine1 und Kopf-Beine3	1	ja		4 SuS: GL X	Gleichung: 12	keine Fachbegriffe	ja	nein
2115	1	Kopf-Beine2	2	ja		4 SuS: GL X	Gleichung: 2	Gleichung: S1: 1, S3: 1	ja	nein
2201	1	Kopf-Beine3	3	ja		4 SuS: GL X (mit Tabelle)	Gleichung: 4	keine Fachbegriffe	nein	ja
2202	1	Kopf-Beine1	1	ja	zuerst gemeinsam probieren (auf Anweisung LP), dann gemeinsam GL X	4 SuS: zuerst probieren, dann GL X (mit Tabelle)	Gleichung: 6	keine Fachbegriffe	ja	ja
2204	1	Kopf-Beine1	1	ja		4 SuS: GL X	keine Fachbegriffe	keine Fachbegriffe	ja	nein
2205	1	Kopf-Beine3	3	ja		4 SuS: GL X	Gleichung: 8	keine Fachbegriffe	nein	nein

Legende:

Spalte 1: Die Fälle, deren Nummern durchgestrichen sind, werden in späteren Analysen nicht weiterverwendet.

Spalte 3: Die Nummern hinter dem Aufgabentyp bezeichnen die Schwierigkeit (vgl. 6.2.6).

Spalten 6 und 7: Die Abkürzungen der Lösungswege bedeuten folgendes: GL X = Gleichung mit einer Variablen; GL XY = zwei Gleichungen mit zwei Variablen bzw. mit einem linearen Gleichungssystem (vgl. 6.2.3); GL XYZ = zwei oder drei Gleichungen mit drei Variablen (Aufgabe 3); logische Lösung = Wenn alles Hühner wären (vgl. 6.2.4) kommt ohne Variabel aus und wird auch als «eleganter Ansatz» bezeichnet.

Rolle spielt, ist Gruppe 1126 mit nur 3 Lernenden hier mitgezählt worden. Auch die Gruppen 2104 und 2107, die keine schriftlichen Notizen machten und demnach für nachfolgende Analysen wegfallen, sind hier aufgeführt. Die Stichprobe für diese Auswertung beläuft sich somit auf alle Gruppen, welche zumindest eine Kopf-Beine-Aufgabe lösen ($n = 38$).

Tabelle 7.2 Übersicht über die Lösungswege

Lösungsweg	Anzahl Gruppen	Gruppen, welche diese Lösungswege einschlagen $n = 38$
Probieren	3	<i>1107, 2105, 2202</i>
Gleichung mit X = GL X	22	1222, 1223, 1225 , 2101, 2102, 2103, 2104, 2105, 2106 , 2107, 2108, 2109, 2110, 2111 , 2112, 2113 , 2114, 2115, 2201, 2202, 2204, 2205
Gleichungen mit XY = GL XY	14	1101, 1103, 1104, 1106, 1109, 1110, 1114, 1117, 1118 , 1126, 1205 , 1208, 1218, 1225
Gleichungen mit XYZ = GL XYZ	2	1119, 1120
logische Lösung „Wenn alles Hühner wären“ = WaHw	5	1107, 1117, 1118, 2101, 2105

Legende zu Tabelle 7.2: Die *kursiv* gedruckten Gruppen verwenden «offiziell», d. h. auch von der Lehrperson thematisiert, zwei Lösungswege; die **fettgedruckten** Gruppen werden in den Fallanalysen oder in den Portraits ausführlich beschrieben

Anmerkung: Der Lösungsweg „Probieren“ kommt von der Schülerseite her gesehen mehr als nur in drei Gruppen vor, wird hier aber nur aufgeführt, falls die Lehrperson explizit positiv darauf eingeht („probieren bringt nichts“ wird nicht gezählt).

Der häufigste Lösungsansatz ist der Weg mit einer oder zwei Variablen, um daraus dann eine oder zwei Gleichungen zu erstellen und zu lösen, sprich der Ansatz mit einer linearen Gleichung oder einem linearen Gleichungssystem. Die allermeisten Gruppen wählen diesen Weg, nur die Gruppe 1107 hantiert nicht mit Variablen. Es ist in Erinnerung zu rufen, dass die Schweizer Gruppen gemäss dem Lehrplan das lineare Gleichungssystem noch nicht behandelt haben und somit dieser Lösungsweg gar nicht eingeschlagen werden kann. Bei den Gruppen aus Deutschland wählen drei Gruppen trotz der theoretisch vorhandenen Kenntnis des linearen Gleichungssystems den Lösungsweg mit nur einer Variablen. Die Gruppe

1225 bespricht beide Lösungswege. Der Weg mit dem Ansatz „Wenn alles Hühner wären“ wird in fünf Gruppen besprochen. Bemerkenswert ist aufgrund der weiteren Analyse, dass in der Gruppe 1118 dieser Ansatz von einem Schüler vorgeschlagen wurde. Dies wird im Portrait 1118 ausführlich beschrieben. Das mathematische Vorgehen zu den Lösungswegen ist in der Aufgabenanalyse (Abschnitt 6.2) dargelegt worden.

In den nächsten beiden Spalten von Tabelle 7.1 ist dokumentiert ($n = 37$)³, wie oft Fachwörter – Variable, Term, Gleichung bzw. Gleichungssystem (LGS) – und die Verfahren zum Lösen der Gleichung wie z. B. das Additionsverfahren in der gemeinsamen Erarbeitung *erwähnt werden*, und zwar getrennt nach Äusserungen durch die Lehrperson (Tabelle 7.1, Spalte 8) oder durch die Lernenden (Tabelle 7.1, Spalte 9). Tabelle 7.3 stellt die Ergebnisse der Häufigkeitsauszählung in Bezug auf die Fachwörter in vereinfachter Form nochmals dar.

Tabelle 7.3 Fachwörter in der mündlichen Erarbeitung

	von Lehrperson erwähnt (vgl. Tabelle 7.1, Spalte 8)	von Lernenden erwähnt (vgl. Tabelle 7.1, Spalte 9)
Keine Fachwörter	in 5 Gruppen keine Fachwörter	in 15 Gruppen keine Fachwörter
Variable	12	5
Term	4	0
Gleichung	31	19
Gleichungssystem / LGS	1	1
Verfahren/ -verfahren	8	6

Die Lehrpersonen erwähnen weit häufiger Fachwörter als die Schüler und Schülerinnen dies tun. Tabelle 7.3 berichtet, *in wie vielen Gruppen die jeweiligen Fachwörter mindestens einmal erwähnt werden*. Aus Tabelle 7.1 ist zudem ersichtlich, wie oft das jeweilige Fachwort ausgesprochen wird. Das meist erwähnte Fachwort ist «Gleichung». Es wird in 31 Gruppen von der Lehrperson und in 19 Gruppen von den Lernenden mindestens einmal erwähnt. Die anderen Fachwörter kommen eher selten bis sehr selten vor: So wird das Fachwort «Variable» nur in 12 Gruppen – was nicht einmal ein Drittel der Stichprobe ist – von der Lehrperson und nur in 5 Gruppen von den Lernenden gesagt, obwohl nahezu alle

³ Für die Gruppe mit nur 3 Lernenden (1126) ist kein Transkript vorhanden. Die Fachbegriffe wurden nicht anhand des Videos ausgezählt, da diese Gruppe mit zu wenig Lernenden im Weiteren nicht vergleichbar ist.

Gruppen mit Variablen rechnen. Zu erwähnen ist besonders, dass fünf Lehrpersonen aus unserer Stichprobe während der ganzen Kleingruppenunterrichtssituation kein einziges Fachwort äussern. Allerdings darf dieses Ergebnis nicht überinterpretiert werden, denn die Gründe dafür können vielfältig sein. Es fällt z. B. in der Gruppe 1222 auf, dass die Lehrperson kein Fachwort sagt, aber die Lernenden dennoch von Gleichung sprechen, was bedeutet, dass die Schüler und Schülerinnen dieser Klasse die Fachwörter dennoch kennen. Diese lehrpersonenunterstützten Gruppenarbeiten sind keine Einführungslektionen, bei welchen die Lehrpersonen eher auf die Fachbegriffe Wert legen.

Ein weiterer Schritt im vollständigen Lösungsweg ist die sogenannte *Probe*: Diese überprüft das erhaltene Ergebnis (vgl. Tabelle 7.1, Spalte 10). Bei unserer Aufgabenstellung konnten die Lernenden nach dem Ergebnis von 12 Kaninchen und 23 Hühnern noch berechnen, ob diese zusammen auch wirklich 94 Beine haben ($12 \times 4 = 48$ und $23 \times 2 = 46$, $48 + 46 = 94$). Es sind 12 Gruppen, welche eine Probe machen, während 23 Gruppen keine Probe vornehmen. Da es bei dieser Auszählung nur um die explizite Kontrolle des erhaltenen Ergebnisses geht, und es nicht darum geht, wer sie macht, gilt es auch dann als Probe, wenn die Lehrperson sie gleich selbst macht, wie dies im Beispiel von 2202 der Fall ist:

- 22:54:06 T *Und jetzt würde auch wieder die Kontrolle kommen, wenn man die Lösung nicht schon gehabt hätte, würde jetzt die Kontrolle kommen. Kann das sein, dreiundzwanzig Hühner, zwölf Kaninchen?
- 23:01:22 T *Dreiundzwanzig mal zwei plus zwölf mal vier. Jawohl, das gibt vierundneunzig.*
- 23:09:15 T *Gut. Wir wären durch.

Bedeutsam ist in der zitierten Sequenz also, dass die Lehrperson diesen letzten Schritt im Rechnungsweg erwähnt. Bei den meisten Gruppen, welche eine Probe machen, müssen die Schüler und Schülerinnen dies selbst tun wegen der Nachfrage der Lehrperson. Der Rechenschritt «Probe» wird in einem Drittel der Fälle vollzogen.

Da es aus theoretischer Sicht beim Problemlösen im Unterrichtsgeschehen als sinnvoll erachtet wird, einen *Rückblick über das gewählte Vorgehen* zu machen (vgl. Abschnitt 3.2), wurde bei der dokumentierten Sichtung auch erhoben, welche Kleinklassengruppen dies tun. Dies ist in Spalte 11 von Tabelle 7.1 aufgeführt. 20 Gruppen nehmen einen Rückblick vor, während 15 Gruppen dies nicht tun. Als Beispiel, wie ein Rückblick beginnen könnte, soll hier die Lehrpersonenäusserung von T-1222 dienen: *Also...haben die Aufgabe (geklärt), noch mal, gehen*

wir nochmal von Anfang an, was, wie **sind wir* eingestiegen in das Ganze, was war das Wichtige für uns?* (T-1222, Min. 14:13). Die Lehrperson sagt, dass sie den Vorgang nochmals durchgehen will, und fragt die Schüler und Schülerinnen, wie man bei so einer Aufgabe am besten einsteigt.

In Bezug auf das methodische Vorgehen der dokumentierten Sichtung muss hier gesagt werden, dass sehr «grosszügig» kodiert wurde: Alles, was nach dem rechnerischen Ergebnis und dem Antwortsatz noch gesagt wurde, wurde als «Rückblick» kodiert, ausser es betrifft die Organisation oder die Danksagung der Lehrperson an die Schüler und Schülerinnen, dass sie mitgemacht haben. Auch eine Diskussion über die Schwierigkeit der Aufgabe oder die Sozialform wurde als Rückblick kodiert. Vergleiche dazu den Transkriptauszug.

- 11:20:22 T Ja, wie schätzt ihr die Aufgabe ein, war sie leicht oder schwer? Hab ich euch zu viel verraten?
- 11:25:13 SN **Nein** es ging.
- 11:26:19 SN Sie haben () // gesagt.
- 11:27:05 SN // ()
- 11:27:23 T Ja, hätte das jeder von euch einzeln auch lösen können?
- 11:30:13 S3 // Nicht ganz.
- 11:31:10 SN // Ja.
- 11:31:08 S1 // (Ne, das wär schwerer).
- 11:31:21 S3 Also ich wusste, was vielleicht was, was der [NAME] nicht wusste, oder er wusste was, was ich nicht wusste, es wär -// ...also-
- 11:35:27 S1 // Wir haben uns gegenseitig ergänzt.
- 11:37:26 T Mhm...gut, und trotz-, dass kein Einser- oder Zweierschüler am Tisch sitzt. Könnt ihr das trotzdem gemeinsam schaffen.
- 11:45:19 S3 Ja. (Transkriptauszug T-1218)

Der Lehrer stellt den Schüler und Schülerinnen am Anfang des Rückblicks zwei Fragen, eine in Bezug auf die Schwierigkeit der Aufgabe und die andere in Bezug auf sein didaktisches Vorgehen. Die Lernenden haben gemerkt, dass sie sich gegenseitig unterstützt haben (Min. 11:31/11:35), was die Lehrperson dann nochmals lobend bestätigt: *Könnt ihr das trotzdem gemeinsam schaffen* (Min. 11:37 T).

7.1.2 Erkenntnisse zum Interaktionsgeschehen

Der nächste Schritt der dokumentierten Sichtung der 39 videografierten tutoriellen Situationen richtete sich auf das Interaktionsgeschehen (vgl. Fragestellung, Kapitel 5). Die darauf bezogenen Aspekte sind in Tabelle 7.4 dargestellt. Mit ihnen lassen sich deskriptive und quantitative Subfragen zum Unterrichtsgespräch beantworten. Für die dokumentierte Sichtung der Interaktion wurde diejenige Gruppe, welche nur die Kerzenaufgabe bearbeitet hat (1113), weggelassen. Auch die Gruppe, in welcher nur drei statt vier Lernende die Gruppenunterrichtssituation besuchten, ist weggelassen worden (1126), so dass die Grundgesamtheit für diese Tabelle 37 Gruppen umfasst (vgl. Spalte 2 und Spalte 3 in Tabelle 7.4 für die Dauer der Gruppenunterrichtssituation und die Dauer der Kopf-Beine-Aufgabe in Minuten). Zudem gibt es Gruppen, bei denen die zusätzliche Aufgabe nicht vergleichbar ist⁴. Diese sind für einige weitere Auszählungen aus Zeitgründen weggelassen worden, so dass sich die Stichprobengröße pro Spalte ändern kann. Die Gründe für das Auslassen sind in Tabelle 7.5 in der Spalte 7 nachzulesen.

Die Spalte 2 in Tabelle 7.4 gibt die *Dauer der ganzen Gruppenunterrichtssituation* in Minuten an. Die Situation, welche am wenigsten lange dauerte, nimmt 11 Minuten ein und diejenige, welche am längsten dauerte, beläuft sich auf 32 Minuten. Die Spannweite beträgt 21 Minuten, der Mittelwert ist 20 Minuten. Man kann sagen, dass die Lehrpersonen dieses Datensatzes die tutorielle Situation des Forschungsdesigns ernst genommen haben und ihren Auftrag, die Aufgaben so zu behandeln, dass sie von den Schülern und Schülerinnen verstanden werden, zu erfüllen versuchten und die Gruppenunterrichtssituation nicht nach den vorgesehenen 15 Minuten schon beendeten. 19 Lehrpersonen lösen bekanntlich zwei Aufgaben (vgl. Tabelle 7.1) mit ihren Lernenden, so dass für einen Vergleich aller Gruppen in Bezug auf die Dauer nur die erste Aufgabe in Betracht gezogen werden kann. In Spalte 3 von Tabelle 7.4 ist die *Dauer der Behandlung der Kopf-Beine-Aufgabe* ersichtlich (ohne Kerzenaufgabe). Diese beträgt zwischen 6 und 26 Minuten, wobei der Durchschnitt der Behandlung der ersten besprochenen Aufgabe 16 Minuten ist.

⁴ Es gibt im Datensatz eine Gruppe, welche keine Zusatzaufgabe lösen (1103) und zwei Gruppen, welche die zusätzliche Aufgabe gemeinsam lösen (1101 und 1110). In zwei Gruppen haben die Lernenden eine zusätzliche Aufgabe gelöst, welche vom Schwierigkeitsgrad her nicht mit der in der Gruppenunterrichtssituation besprochenen Aufgabe übereinstimmt (1104 und 2108) und in einer Gruppe sind keine Aufgabenblätter für die zusätzliche Aufgabe vorhanden (2107).

In Spalte 4 von Tabelle 7.4 ist die *Anzahl der Turns* (zwischen 81 und 416) und in Spalte 5 von Tabelle 7.4 die *Anzahl der Wörter* (zwischen 631 und 2667), welche gesprochen wurden, angegeben. Auch die Spannweite der Anzahl Turns (335) und der Anzahl Wörter (von über 2000) zeigt auf, dass die Behandlung derselben Problemlöseaufgabe sehr unterschiedlich angegangen werden kann. Zudem erlauben diese Items weitere Auszählungen (vgl. 7.3.1), nämlich die Berechnung der *Redeanteile der Lehrperson im Vergleich zu derjenigen aller Lernenden* (in Bezug auf die Turns Spalte 6, und in Bezug auf die Wörter Spalte 7, von Tabelle 7.4). Ein grosser Redeanteil der Lehrperson kann auf die Redemacht derselben hinweisen (vgl. 4.3) oder auf ein ausgedehntes Unterstützungsverhalten (vgl. 3.1.2.). Aus den Angaben all dieser Spalten lässt sich die *«Dichte der Interaktion»* bestimmen (Spalten 8 und 9 in Tabelle 7.4), was auf die Wartezeit (vgl.6.4.1) schliessen lassen kann.

In der dokumentierten Sichtung sind zusätzlich zwei besondere Eigenheiten der Interaktion der tutoriellen Gruppenarbeiten erhoben worden, nämlich *das Meldeverhalten* und dessen Thematisierung (vgl. Spalte 10 in Tabelle 7.4) und *die Bewegung der Lehrperson* (Spalte 11 in Tabelle 7.4). Hier muss nochmals erwähnt werden, dass das tutorielle Setting sowohl für die Lehrkräfte als auch für die Lernenden eher neu war). Die Teilnehmenden sind sich die Situation einer Kleinklasse oder einer begleiteten Gruppenarbeit nicht gewohnt. Die Schüler und Schülerinnen wissen nicht, wie sie sich zu verhalten haben. Aus diesem Grund melden sich einige Lernende, wie es sonst in der Schule üblich ist, mit Handheben. Vier Lehrpersonen thematisieren dies zu Anfang des Gespräches und sagen, dass hier in dieser Situation nicht aufgehalten werden muss. In vier anderen Gruppen wird es nicht thematisiert: In zwei dieser Gruppen (1114 und 2106) strecken die Lernenden «teilweise» auf, z. B. dann, wenn sie eine Antwort wissen und der oder die gerade von der Lehrperson angesprochene Mitschüler oder Mitschülerin schweigt. In zwei Gruppen ist das Aufstrecken die Regel (2104, 2201)

Die Bewegung der Lehrperson, das zweite spezielle Item, das erfasst wurde, weist auf individuelle Unterstützung hin, da die Lehrperson v. a. in den stillen Phasen des Ausrechnens aufsteht und zu einzelnen Lernenden hingeht, um deren Notizblatt sehen zu können und um Einzelhilfe anzubieten.

In der letzten Spalte der Tabelle 7.4, Spalte 12, ist die prozentuale Anzahl Peer-Interaktionen aufgeführt (zur Erhebungsweise vgl. Abschnitt 6.4.2)

Tabelle 7.4 Dokumentierte Sichtung zur Interaktionsstruktur

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
LP Nr.	Min. ganze Situation	Min. Bearbeitung Kopf-Beine	Anzahl Turns	Anzahl Wörter	Verhältnis T:SS Turns	Verhältnis T:SS Wörter	Turns pro Min.	Wörter pro Min.	SuS halten auf	Bewegung LP	Peerturns in %
N = 39	n = 37	n = 37	n = 33	n = 32	n = 33	n = 32	n = 33	n = 32	n = 21	n = 22	n = 32
1101	16	16	166	1508	T 51 %: SS 49 %	T 72 %: SS 28 %	10	94			7 %
1103	21	12									
1104	22	14									
1106	14	14									
1107	14	7	163 (Aufg.1)	870 (Aufg.1)	T 25 %: SS 75 %	T 39 %: SS 61 %	23	124	nein	nein	45 %
1109	26	14	401 (ganz) 257 (Aufg.2)	3288 (ganz)	T 53 %: SS 47 % Kopf-B: T 50 %: SS:50 %	T 75 %: SS 25 % Kopf-B: T 70 %: SS 30 %	15 18	– 126			4 %
1110	15	15	252	2015	T 47 %: SS 53 %	T 62 %: SS 38 %	17	134			14 %
1113											

(Fortsetzung)

Tabelle 7.4 (Fortsetzung)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1114	19	12	388 (ganz) 239 (Aufg.1)	3118 (ganz)	T 45 %: SS 55 % Kopf-B: T 44 %: SS 56 %	T 61 %: SS 39 % Kopf-B: T 60 %: SS 40 %	20 20	164	teilweise	nein	16 %
1117	20	20	273	1603	T 33 %: SS 67 %	T 47 %: SS 53 %	14	82	nein	nein	31 %
1118	14	14	200	1326	T 44 %: SS 56 %	T 45 %: SS 55 %	14	98	nein	nein	23 %
1119	20	13:30	232 (Aufg.3) 277 (ganz)	1845 (Aufg.3)	T 43 %: SS 57 % (Aufg.3) T 43 %: SS 57 %	T 58 %: SS 42 % (Aufg.3) T 61 %: SS 39 % (ganz)	17 14	137	nein	nein	20 %
1120	17	10	190 (Aufg.3)	1405 (Aufg.3)	T 9 %: SS 91 %	T 12 %: SS 88 %	19	137	nein	nein	94 %
1126											
1205	23	23	413	2427	T 46 %: SS 54 %	T 70 %: SS 30 %	18	106	nein	LP steht auf für Einzelhilfe S4	13 %

(Fortsetzung)

Tabelle 7.4 (Fortsetzung)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1208	18	11	198 (ganz) 135 (Aufg.2)	2193	T 58 %: SS 42 %	ganz T 80 %: SS 20 %	12	122	nein	nein	3 %
1218	19	12	292 (Aufg.1)	1690	T 22 %: SS 78 %	T 36 %: SS 64 %	24	144	nein	nein	56 %
1222	18	18	251	1801	T 46 %: SS 54 %	T 67 %: SS 33 %	14	100			10 %
1223	18	10	137 (Aufg.3)/ 233 (ganz)	928 (Aufg.3) 1814 (ganz)	T 54 %: SS 46 % T 54 %: SS 46 %	T 78 %: SS 22 % T 76 %: SS 24 %	14	93	LP sagt zu Beginn, dass sie nicht aufhalten müssen	nein	2 %
1225	17	17	253	2415	T 55 %: SS 45 %	T 73; SS 27 %	15	142	nein	LP biegt sich weit nach vorne, um Notizblätter einzeln zu sehen	9 %

(Fortsetzung)

Tabelle 7.4 (Fortsetzung)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2101	32	Aufg.1 16:48 Aufg.2 2:10 Aufg.3 14:20	364 (ganz)	3575 (ganz)	T 54 %: SS 46 % T nicht gezählt T 50 %: SS 50 %	T 70 %: SS 30 % T nicht gezählt T 63 %: SS 37 %	11	112			9 %
2102	11	11	145	710	T 49 %: SS 51 %	T 64 %: SS 36 %	13	65	nein	nein	10 %
2103	20	Aufg.1 9:30 Aufg.3 10:30	243 (ganz)	2113 (ganz)	T 53 %: SS 47 %	T 72 %: SS 28 %	12	106	LP sagt zu Beginn, dass sie nicht aufhalten müssen	nein	13 %
2104	17	6	81 (Aufg.3)	631	T 56 %: SS 44 %	T 74 %: SS 26 %	13.5	97	ja	LP/SuS an WT	6 %
2105	21	17 (Aufg.1)	291 (Aufg.1)	1970	T 56 %: SS 44 %	T 81 %: SS 19 %	18	119	nein	ja	0 %
2106	16	16	102	964	T 59 %: SS 41 %	T 79 %: SS 21 %	7.5	60	teilweise	LP an WT; läuft herum, um Notizblätter zu sehen	3 %

(Fortsetzung)

Tabelle 7.4 (Fortsetzung)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2107	17	Aufg.1 8:25 Aufg.2 0:30 Aufg.3 9:00	392 (ganz)	2008 (ganz)	T 39 %: SS 61 % Kopf-B: Aufg.1: T 44 %: SS 56 % Aufg.3: T 36 %: SS 64 %	T 65 %: SS 35 % Kopf-B: Aufg.1: T 74 %: SS 26 % Aufg.3: T 58 %: SS 42 %,,	23	118			21 %
2108	16	16	122	1508	T 61 %: SS 39 %	T 72 %: SS 28 %	8	94			2 %
2109	22	22	272		T 50 %: SS:50 %		12			nein	
2110	20	20	334	2175	T 46 %: SS 54 %	T 75 %: SS 25 %	17	109			9 %
2111	31	22	280	2617	T 49 %: SS 51 % (Nur Aufg. 3)	T 72 %: SS 28 % (Nur Aufg.3)	13	119	LP sagt zu Beginn, dass sie nicht aufhalten müssen	LP steht 2 × auf für Einzelhilfe S1; nach S1 noch schnell zu S4	8 %
2112	21	21									

(Fortsetzung)

Tabelle 7.4 (Fortsetzung)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2113	16	16	304	2240	T 27 %: SS 73 %	T 35 %: SS 65 %	19	140	nein	nein	48 %
2114	24	Aufg.1 11:30 Aufg.3 12:30	371 (ganz)	2512 (ganz)	T 49 %: SS 51 %	T 74 %: SS 26 %	15	105			3 %
2115	19	19	416	2667	T 39 %: SS 61 %	T 61 %: SS 39 %	22	140	nein	nein	13 %
2201	26	26	327	2232	T 56 %: SS 44 %	T 78 %: SS 22 %	13	86	ja	LP geht zu S3, dann noch schnell zu S2; dies gegen den Schluss der Lektion bei der Einzelhilfe für das Lösen der Gleichung	6 %

(Fortsetzung)

Tabelle 7.4 (Fortsetzung)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2202	23	23	183	2264	T 72 %: SS 28 %	T 90 %: SS 10 %	8	98			0 %
2204	18	18	197	1447	T 52 %: SS 48 %	T 55 %: SS 45 %	11	80	nein	nein	8 %
2205	23	23	318	2043	T 58 %: SS 42 %	T 76 %: SS 24 %	14	89	SI hält auf; «aufhalten» wird nicht thematisiert.	LP läuft beim Lösungs- schritt 4a, Ausrechnen, zu einzelnen SuS	1 %

Legende Tabelle 7.4: Spalte 1: Die Fälle, deren Nummern durchgestrichen sind, werden in späteren Analysen nicht weiterverwendet. Spalten 6 und 7 berichten die Redeanteile der Lehrperson im Vergleich zu den Schülern und Schülerinnen, ausgerechnet in Prozenten, damit alle Gruppunterrichtssituationen miteinander verglichen werden können, und zwar einmal in Bezug auf die Anzahl Äußerungen und einmal in Bezug auf die Anzahl Wörter. Die Spalten 8 und 9 erlauben einen Vergleich aller Gruppen in Bezug auf die Rededichte: Spalte 8 gibt das Ergebnis der Anzahl der Gesamtturns geteilt durch die Anzahl Minuten an, Spalte 9 das Ergebnis der Anzahl aller Wörter geteilt durch die Anzahl Minuten an.

7.1.3 Erkenntnisse zur zusätzlichen Aufgabe

Die dokumentierte Sichtung dient einerseits als tabellarische Übersicht pro Gruppe über die erhobenen deskriptiven und quantitativen Daten, weshalb hier im dritten Unterkapitel noch weitere Ergebnisse präsentiert werden (Spalten 6 und 7). Andererseits ist sie Grundlage zur gezielten Auswahl der Fälle für die Fallanalysen (Abschnitt 7.4) und die Portraits (Abschnitt 7.5) wozu auch die Resultate der zusätzlichen Aufgabe in Betracht gezogen wurden.

Spalte 7 von Tabelle 7.5 listet auf, warum einige Gruppen trotz vollständigem Datensatz nicht weiterverfolgt werden konnten, nämlich dann, wenn die Vergleichbarkeit fehlt. Dies ist der Fall, wenn ein falscher Schwierigkeitsgrad der zusätzlichen Aufgabe gewählt worden ist oder wenn nur drei Lernende statt vier anwesend waren, sei es bei der Gruppenunterrichtssituation oder beim Lösen der zusätzlichen Aufgabe, oder wenn die zusätzliche Aufgabe gemeinsam statt in Einzelarbeit gelöst worden ist. In Spalte 6 von Tabelle 7.5 können Besonderheiten der jeweiligen Gruppenunterrichtssituation nachgelesen werden, z. B. dass die Gruppe 1208 die Ergebnisse gar nicht ausrechnet⁵. Vom *Raumsetting* her ist besonders zu erwähnen, dass fünf Gruppen ein frontales Setting haben. Die Lernenden sitzen nebeneinander hinter ihren Schulbänken und die Lehrperson steht vorne wie in einer normalen Klassenlektion. Diese Sitzordnung lädt nicht zu Gruppengesprächen ein. Spalte 6 von Tabelle 7.5 gibt bei einigen Gruppen zusätzlich an, ob die Lernenden eher Stichwortgeber sind oder ob sie in ihren Äusserungen inhaltlich so viel zu sagen haben oder sagen dürfen, dass sie sich in ganzen Sätzen äussern. Diese Auszählung wurde nur bei einigen Gruppen gemacht, welche weiterverfolgt wurden.

Zentral an Tabelle 7.5 ist, dass sie eine Übersicht über die Notizblätter und den eingeschlagenen Weg in der zusätzlichen Aufgabe in Bezug auf die *je vier Lernenden* bietet. Eine Unterfragestellung dieser Studie lautete nämlich, ob die instruierten oder gemeinsam erarbeiteten Problemlösewege der Gruppenunterrichtssituationen von den Lernenden in der zusätzlichen Aufgabe produktiv und zielführend übernommen werden. Um dies festzustellen, musste einerseits erhoben werden, *welche Lösungswege* jeweils eingeschlagen und allenfalls von den Lernenden notiert wurden (Klassifizierung der Lösungswege, vgl. Kapitel Aufgabenanalyse 6.2 und Tabelle 7.5, Spalte 4), und andererseits mussten die

⁵ Diese Lehrperson legt den Fokus der Bearbeitung klar auf das Verständnis des Lösungsweges. Der Lehrer bespricht mit der Gruppe nach dem Erstellen der zwei Gleichungen auch noch die unterschiedlichen Verfahren, aber die Lernenden wissen am Ende nicht, wie viele Hühner und Kaninchen sich im Gehege befinden. Sie bearbeiten in der restlichen Zeit die Kerzenaufgabe.

Arbeitsblätter der Zusatzaufgabe ausgewertet werden (vgl. Tabelle 7.5: Dokumentierte Sichtung: weitere Kriterien, Tabelle 7.5, Spalte 5). Die Auswertung der Ergebnisse der Notizen und der Arbeitsblätter ist auch mit Punkten bewertet worden (vgl. Spalte 2 und Spalte 3 von Tabelle 7.5). Dieses Vorgehen wurde in Abschnitt 6.5.3 erläutert. In Bezug auf die Lösungswege kann als Ergebnis festgehalten werden, dass von den 36 ausgewerteten Gruppen in 24 Gruppen alle Lernenden denselben Lösungsweg anwenden, wie in der Gruppenunterrichtssituation besprochen wurde und dass in 12 Gruppen, also in einem Drittel der Gruppen, einige Schüler und Schülerinnen andere Lösungswege eingeschlagen haben. Bei dieser Auswertung wurde nicht berücksichtigt, ob die Lernenden den Lösungsweg richtig anwenden konnten. Schon der Versuch, den Weg zu übernehmen, ist als «gleichen Lösungsweg übernommen» gezählt worden⁶. Zudem kann ergänzt werden, dass auch in Gruppen, in denen andere Lösungswege bei den Zusatzaufgaben vorkommen, dennoch einige Lernende denselben Weg wie den in der Kleingruppenlektion besprochenen anwenden: Vergleicht man die Zahl der Schüler und Schülerinnen, so wenden 113 von den 143 Lernenden den Weg an, der besprochen wurde, was 80 % der Lernenden entspricht.

Die Auswertung der Zusatzaufgabe gemäss der Korrektur mit Punkten (vgl. Abschnitt 6.5.3) ergibt für die vergleichbaren 31 Gruppen, dass der Mittelwert bei 8.7 und der Median bei 8 Punkten liegt. Maximal möglich gewesen wären laut der Punktevergabe 24 Punkte, der Maximalwert der erreichten Punkte liegt bei 17, der Minimalwert bei 2. Auf den Notizblättern der Lernenden während der Gruppenunterrichtssituation sind gesamthaft sehr viele vollständig richtige Lösungswege aufgeschrieben worden: Elf von den 30 Gruppen, bei denen die Lernenden Notizen machen, erreichen die maximal mögliche Punktzahl von 24 Punkten. Der Mittelwert liegt bei 21, der Median ist bei 23. Dies lässt den Schluss zu, dass die Lernenden seriös mitdenken bzw. sich sehr viel Mühe geben, alles so aufzuschreiben, wie es von der Lehrperson gewünscht ist. Es gibt jedoch auch einige wenige Gruppen, bei denen die Notizblätter keine zentrale Rolle spielen.

⁶ Ergänzung: Da die Lernenden in deutschen Klassen generell laut Curriculum zwei Lösungswege mit Gleichungen besprochen haben (nämlich mit einer oder mit zwei Variablen, also GL X und GL XY), haben diese Lernenden mehr Auswahl für die Lösungswege, was sich auch in den Ergebnissen zeigt: In 7 von 17 Gruppen werden andere Lösungswege bei den Zusatzaufgaben angewendet als zuvor besprochen wurden (Verhältnis gleich/ungleich: 10/7). Bei den Schweizer Klassen ist dies nur bei 5 von 19 Gruppen der Fall (Verhältnis gleich/ungleich: 14/5).

Tabelle 7.5 Dokumentierte Sichtung: weitere Kriterien

1	2	3	4	5	6	7
LP Nr:	Punkte Notizen	Punkte Zusatzaufg.	Lösungsweg Notizen Kopf-Beine	Lösungsweg Zusatzaufgabe	Besonderheiten	Gründe für das Auslassen aus weiteren Analysen
N = 39	n = 30	n = 31	n = 36	n = 36		
+H01	20	(14)	4 SuS: GL XY (Gleichung mit x und y)	4 SuS: GL XY		Zusatzaufgabe vermutlich gemeinsam gelöst
+H03		nicht vorhanden		nicht gemacht		
+H04		(23)				falsche Zusatzaufgabe gemacht
+H06	15	(7)	4 SuS: GL XY 1 S.: probieren und GL XY	2 SuS: GL XY 1 S.: probieren		nur 3 SuS für Zusatzaufgabe
1107	0	2	2 SuS: Notizen fehlen; 2 SuS: Notizen ohne aufgeschriebenen Weg	2 SuS: Lösung da, ohne aufgeschriebenen Weg 1 S.: probieren 1 S.: [unklar]		

(Fortsetzung)

Tabelle 7.5 (Fortsetzung)

1	2	3	4	5	6	7
1109	20	7	4 SuS: GL KH = Kaninchen und Hühner (entspricht GL XY)	2 SuS: GL XY 1 S: Versuch mit K1, K2, K3 1 S: Versuch mit XYZ, dann Lösung da ohne aufgeschriebenen Weg	Frontales Setting	
1110	24	2	4 SuS: GL XY	4 SuS: GL XY		Zusatzaufgabe teilweise gemeinsam gelöst
1113		(1)				Kerzenaufg. in tutorieller Situation gemacht -> Zusatzaufgabe nicht vergleichbar
1114	21	7	4 SuS: GL XY	4 SuS: GL XY		
1117	7	3	2 SuS: GL XY 1 S: logische Lös., 1 S: GL am Anfang, dann logisch fertig gelöst	1 S: Versuch GL XY 2 SuS: Lösung da durch probieren 1 S: falsche Lösung durch Probieren	Turns SS: 184, ganze Sätze SS: 64 Prozent ganze Sätze 35 %	
1118	24	9	4 SuS: GL XY 1 S: vorher GL noch logische Lösung	4 SuS: GL XY	Turns SS: 112, ganze Sätze SS: 69 Prozent ganze Sätze 62 %	

(Fortsetzung)

Tabelle 7.5 (Fortsetzung)

1	2	3	4	5	6	7
1119	18	7	3 SuS: GL XYZ (mit abc) 1 S: Notizen fehlen	4 SuS: GL XYZ (mit abc)		
1120	24	13	4 SuS: GL XYZ	4 SuS: GL XYZ	SuS lösen Aufgabe 3 (praktisch) ohne Hilfe der LP	
1126		10 (vom 18) -> 12	3 SuS: GL XY (es waren nur 3 SuS)	3 SuS GL XY (es waren nur 3 SuS)		nur 3 SuS -> nicht vergleichbar
1205	24	11	4 SuS: GL XY	3 SuS: GL XY 1 S: Variable da, aber dann ohne Variablen gerechnet und falsch gerechnet	Turns SS: 223, ganze Sätze SS: 80 Prozent ganze Sätze 36 %	
1208	15	5	4 SuS: GL XY	3 SuS: GL XY 1 S: GL X	Turns SS: 82 ganze Sätze SS: 31 Prozent ganze Sätze 38 % Kein Ausrechnen des Ergebnisses: Es werden nur Lösungsweg inkl. Verfahren besprochen.	
1218		17	keine Notizblätter mdl. Lösungsweg XY	4 SuS: GL XY		

(Fortsetzung)

Tabelle 7.5 (Fortsetzung)

1	2	3	4	5	6	7
1222	23	7	4 SuS: GL X	4 SuS: GL X		
1223	22	8	4 SuS: GL X mit Tabelle	4 SuS GL X mit Tabelle		
1225	24	16	3 SuS: GL XY 1 S: GL X	4 SuS: GL XY	Turns SS: 114, ganze Sätze SS: 50 Prozent ganze Sätze 44 %	
2101	18	6	3 SuS: GL X (Tabelle) 1 S: logische Lös. (?) und Versuch Tabelle	3 SuS: GL X mit Tabelle 1 S: geschickt probiert	alle drei Aufgaben nacheinander gemacht	
2102	24	2	4 SuS: GL X	2 SuS: GL X 2 SuS: X (ohne Gleichung)		
2103	24	9	4 SuS: GL X (Tabelle)	2 SuS: GL X inkl. Tabelle 2 SuS: Versuch GL X inkl. Tabelle	Turns SS: 112, ganze Sätze SS: 51 Prozent ganze Sätze 46 %	
2104		13	keine Notizen mdl: GL X	2 SuS: GL X Tabelle 2 SuS: GL X	Frontales Setting: LP und SuS stehen vor der Wandtafel, keine Notizblätter SuS	

(Fortsetzung)

Tabelle 7.5 (Fortsetzung)

1	2	3	4	5	6	7
2105	7	12	2 SuS: probieren 1 S: evt. logische Lös. 1 S: Zeichnung und GL X	1 S: vermutlich logische Lösung 2 SuS: probieren 1 S: Zeichnung GL X	Turns SS: 127, ganze Sätze SS: 36 Prozent ganze Sätze 28 %	
2106	15	17	4 SuS: GL X	2 SuS: GL X 1 S: GL XY 1 S: ?	Frontales Setting	
2407		9	keine Notizen mdl. GL X	4 SuS: GL X		keine Notizen der SuS
2408		(6)	4 SuS: GL X (Nr.2)	4 SuS: GL X (Nr.1)		falsche Zusatzaufgabe gemacht
2109	22	7 (nur 3 SuS)	4 SuS: GL X	3 SuS: GL X (es waren nur 3 SuS für Zusatzaufgabe da)	Schriftliches Frageblatt von LP mit Fragen zu den Lösungsschritten	
2110		7	keine Notizen mdl: GL X	4 SuS: GL X		
2111	24	12	4 SuS: GL X (Tabelle)	4 SuS: GL X mit Tabelle		
2112	20	2	4 SuS: GL X (Tabelle)	1 S: GL X mit Tabelle 1 S: Tabelle (?) und probiert 2 SuS: probieren		
2113	14	15	3 SuS: GL X (ein Blatt fehlt)	3 SuS: GL X 1 S: GL XY? (X1, X2, Y1, Y2)	Turns SS: 252, ganze Sätze SS: 88 Prozent ganze Sätze 35 %	

(Fortsetzung)

Tabelle 7.5 (Fortsetzung)

1	2	3	4	5	6	7
2114	22	5	4 SuS: GL X	4 SuS: GL X	Frontales Setting	
2115	23	2	4 SuS: GL X	3 SuS: GL X 1 S: Versuch GL X, dann probiert		
2201	24	13	4 SuS: GL X (Tabelle)	4 SuS: GL X (Tabelle)		
2202	24	11	4 SuS: zuerst probiert, dann GL X (Tabelle)	1 S: zuerst probiert, dann GL X (Tabelle) 2 SuS: GL X 1 S: „kein Weg“		
2204	24	12	4 SuS: GL X	3 SuS: GL X 1 SuS: GL XY		
2205	23	7	4 SuS: GL X	4 SuS: GL X	Frontales Setting	

Legende Tabelle 7.5: Spalte 1: Die Fälle, deren Nummern durchgestrichen sind, werden in späteren Analysen nicht weiterverwendet.

Spalten 2 und 3: Für die Berechnung der Punktevergabe vgl. Abschnitt 6.5.3.

Spalten 4 und 5: Die Abkürzungen der Lösungswege bedeuten folgendes: GL X = Gleichung mit einer Variablen; GL XY = Zwei Gleichungen mit zwei Variablen, lineares Gleichungssystem (vgl. 6.2.3); GL XYZ = zwei oder drei Gleichungen mit drei Variablen (nur bei Aufg. 3); logische Lösung = Wenn alles Hühner wären (vgl. 6.2.4), kommt ohne Variabel aus und wird auch als eleganter Ansatz bezeichnet.

7.2 Aufgabenbezogenes Vorgehen beim Lösen der Textaufgabe

Nach den deskriptiven und quantitativen Auswertungen der vorherigen Kapitel folgt nun eine aufgabenbezogene Prozessanalyse. Dabei wird Bezug genommen auf das im Theoriekapitel (vgl. Abschnitt 3.2.2) und in der Aufgabenanalyse (vgl. Abschnitt 6.2.3) beschriebene kognitionspsychologische Mehrebenenmodell von Reusser (1989) und seine fünf grundlegenden Schritte, welche beim Lösen einer Textaufgabe vorkommen (*Textverständnis, Situationsverständnis und Erkennen der Problemfrage, Mathematisierung, Rechnen und Formulieren einer situationsbezogenen Antwort*). Die Kodierungen der sequenziellen Mikroanalyse zu den Problemschritten (vgl. Abschnitt 6.5.2) sind bei den Transkripten ($n = 18$) vorgenommen worden und werden hier zusammenfassend als Zeitstrahl pro Gruppenunterrichtssituation schematisch dargestellt. Jedes Zeitfeld versinnbildlicht 30 Sekunden, so dass sowohl die Dauer des gesamten Lösungsprozesses als auch die Dauer der einzelnen Lösungsschritte aus den verschiedenen Zeitstrahlen herausgelesen und miteinander verglichen werden können. Die Interaktionsdichte, d. h. die gesprochenen Äusserungen pro Zeiteinheit von 30 Sekunden, variieren zwischen den Gruppen stark. Aus diesem Grund wird bei jedem Zeitstrahl zusätzlich der Durchschnittswert der Äusserungen innerhalb von 30 Sekunden angegeben⁷.

Die Farbkodes der Felder symbolisieren die einzelnen Lösungsschritte (vgl. Abschnitt 6.5.2) Ein weisses Feld (Kode 0) bedeutet, dass die Gruppe «small talk» macht (z. B. T-1225, vor Beginn der Aufgabenbearbeitung: T *Meine Damen und Herren, ich begrüsse Sie zur Pressekonferenz. S1 Ja, guten Tag. Also zuerst mal was...* S4 Hmm, NAME S1 [ironisch] [Sie hält ihre Hände vor den Kopf]) oder dass etwas über die Organisation gesagt wird (z. B. T-1205, Min. 00:49. S3 *Ich setze mich dahin.* (will auf Platz von S2) S2 *Ich will dahin*). Ein graues Feld (Kode 1) bedeutet, dass die Gruppe sich um das Textverständnis bemüht. Am Anfang der Gruppenunterrichtssituation ist dies das Vorlesen lassen der Aufgabe und allenfalls nach Bedeutungen nachfragen durch die Lehrperson (z. B. T-1205, Min. 01:39, S3 *Livia ist ein Name?*). Ein gelbes Feld (Kode 2) bedeutet, dass die Gruppe daran ist, sich das Situationsverständnis zu erarbeiten (z. B. T-1205, Min. 02:00, S3 (*Haben*) *Weinbergschnecken- haben doch keine Beine, oder?*). Bei einem orange

⁷ Der Durchschnittswert ist berechnet worden aus der Anzahl der Äusserungen (vgl. Spalte 4 in Tabelle 7.4) geteilt durch die zweifache Anzahl Minuten. Dies, weil das Zeitfeld 30 Sekunden umfasst und nicht eine ganze Minute. Ein Beispiel: Die Gruppe 1107 spricht 163 Äusserungen und braucht dazu 7 Minuten: $163/14 =$ durchschnittlich 12 Turns in 30 Sekunden.

gefärbten Feld (Kode 3.1) geht es darum, dass Variablen eingeführt werden sollen, was der erste Schritt der Mathematisierung ist (z. B. T-1118, Min. 03:32:18, S3 *Jetzt würd ich erst mal die Kaninchen und die Hühner benennen. Also X, B, oder A und B.*). Ein rot gefärbtes Feld bezeichnet, dass die Gruppe daran ist, Gleichung(en) aufzustellen (Kode 3.2) (z. B. T-1118, Min. 04:09:25, S3 *Dann ist die Gleichung- doch Klammer auf- X plus zwei, Klammer zu-() das geht nicht.*). Bei den dunkelrot oder violett gefärbten Zeitfeldern löst die Gruppe die Gleichung (Kode 4) (z. B. T-1118, Min. 10:00:24 T//Mhm[ja], *abziehen, gut. Subtraktionsverfahren. SN Ouff... {lacht}. SN (Genau, (.)) {lacht}. T Voneinander abziehen, dann fällt nämlich was weg?*) oder sie berechnet ein numerisches Ergebnis (bei denjenigen Gruppen, welche ohne Variablen am Rechnen sind wie beim so genannten logischen oder eleganten Lösungsweg). Die grau markierten Felder gegen Ende der Gruppenunterrichtssituation bedeuten, dass es um die Formulierung des Antwortsatzes geht (Kode 5), und bei den blauen Feldern wird ein Rückblick gemacht (Kode 6). Zusätzlich zu den Lösungsschritten wurden Schreibsequenzen von mindestens 30 Sekunden ohne begleitende Redeaktivität grün kodiert. Falls nach der Kopf-Beine-Aufgabe noch eine Kerzenaufgabe gemacht wurde, ist «K» am Ende des Zeitstrahls angegeben.

In vier Problemlösegesprächen werden verschiedene Lösungswege zeitlich parallel zueinander verfolgt. Aus diesem Grund sind bei diesen Gruppen jeweils mehrere Zeitstrahlen untereinander aufgeführt, welche die unterschiedlichen Lösungswege und die daran beteiligten Personen darstellen. Wenn einzelne Lernende in kleinen, aber bedeutenden, Sequenzen anders – z. B. schneller – vorgehen als die anderen Teilnehmenden, steht das Kürzel des Schülers oder der Schülerin da. Bei etlichen Feldern ist zusätzlich zum Farbkode mit Kleinbuchstaben auch noch die Feinkodierung der Lösungsschritte angegeben. So besteht z. B. der Aufbau des Situationsverständnisses aus mehreren Unterschritten (vgl. Abschnitt 6.5.2). Die Zahlen oberhalb des Zeitstrahls geben die Dauer in Minuten an. Die Reihenfolge der Zeitstrahlen ist den Schwierigkeiten der Aufgaben nach geordnet, so dass der oder die Lesende den Problemlösevorgang pro Aufgabenvariante auf einen Blick vergleichen kann.

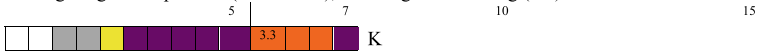
7.2.1 Schematische Darstellungen des Ablaufes bei der Aufgabe 1 (Hühner und Kaninchen)

Legende: Textverständnis, Situationsanalyse, Mathematisierung I, Mathematisierung II, Ausrechnen, Antwortsatz, Rückblick, Schriftlichkeit

Gruppe 1107: Aufgabenanalyse nach den Lösungsschritten

Analyseeinheit 30 Sekunden. Die Gruppe äussert durchschnittlich 12 Turns pro Feld.

Lösungswege: SuS präbeln (heuristisch), dann logische Lösung (3.3) initiiert durch T



Gruppe 1218: Aufgabenanalyse nach den Lösungsschritten

Analyseeinheit 30 Sekunden. Die Gruppe äussert durchschnittlich 13 Turns pro Feld.

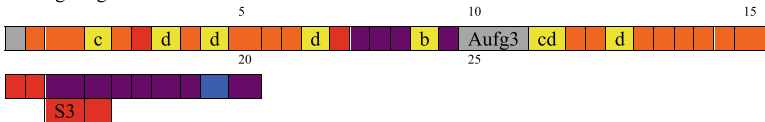
Lösungsweg: XY



Gruppe 2103: Aufgabenanalyse nach den Lösungsschritten, Aufgabe 1 und 3

Analyseeinheit 30 Sekunden. Die Gruppe äussert durchschnittlich 6 Turns pro Feld.

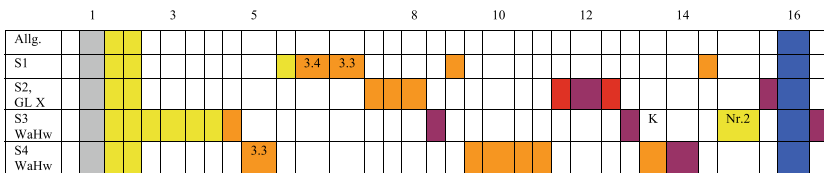
Lösungsweg: X



Gruppe 2105: Aufgabenanalyse nach den Lösungsschritten

Analyseeinheit 30 Sekunden. Die Gruppe äussert durchschnittlich 9 Turns pro Feld.

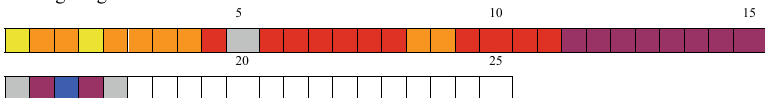
Unterschiedliche Lösungswege



2113: Aufgabenanalyse nach den Lösungsschritten

Analyseeinheit 30 Sekunden. Die Gruppe äussert durchschnittlich 10 Turns pro Feld.

Lösungsweg: X



Kurze Beschreibung und Interpretation der einzelnen Problemlösevorgänge

Gruppe 1107: Diese Lernenden verweilen im Verhältnis zu den anderen Gruppen recht lange beim Textverständnis. Dann wird ca. 2.5 Minuten (also ein Viertel der Gesamtdauer) etwas berechnet. Da die Lernenden ohne Plan am Probieren sind, schreitet die Lehrperson ein und initiiert den Lösungsweg «Wenn alles Hühner wären». Die Berechnung des Ergebnisses erfolgt danach sehr schnell. Anmerkung: Diese Gruppe wird in einem Portrait (vgl. Abschnitt 7.5.3) weitergehend beschrieben.

Gruppe 1218: Bei dieser Gruppe dauert das Lösen der Gleichung sehr lange, nämlich etwa die Hälfte der Zeit. Die Lösungsschritte werden gemäss der «theoretischen» Reihenfolge gemacht.

Gruppe 2103, Aufgaben 1 und 3: Auffallend bei diesem Lösungsweg ist besonders, dass sehr oft auf das Situationsverständnis zurückgekommen werden muss bzw. dass die Lernenden sehr schnell Variablen einbringen, ohne die Situation genau verstanden zu haben. Sie hantieren mit Variablen herum, würde man umgangssprachlich sagen. Ein Vergleich des Lösungsweges von Aufgabe 1 und Aufgabe 3 ergibt, dass die Gruppen denselben Lösungsweg (GL X) einschlagen; in Aufgabe 1 wird mehr auf die Situationsanalyse zurückgekommen, in Aufgabe 3 dauert das Ausrechnen länger. Es findet bei Aufgabe 3 zudem ein thematisches Nebengespräch statt. Betrachtet man das Video, erkennt man, dass S3 die Gleichung noch nicht richtig aufgestellt hatte und diese deshalb noch nicht ausrechnen konnte; die anderen Lernenden sprechen untereinander schon über das Lösen der Gleichung. Am Ende findet kurze Verständnisabsicherung statt. Dies liegt aber daran, dass es der Schluss des Lehr-Lerngespräches ist, es liegt nicht an der Aufgabenstellung 3.

Gruppe 2105: Es werden insgesamt zwei Lösungswege eingeschlagen, wobei die einzelnen Lernenden nur je einen Weg verschriftlichen. Die Lehrperson hilft jedem Lernenden individuell. Dieses Lektionsmuster wird später in dieser Studie mit dem Begriff Einzelscaffolding bezeichnet. Anmerkung: Diese Gruppe wird in einem Portrait (vgl. Abschnitt 7.5.4) weitergehend beschrieben.

Gruppe 2113: Das Aufstellen der Gleichung dauert in dieser Gruppe im Vergleich zu den anderen Gruppen ziemlich lange. Anzumerken ist auch, dass die Formulierung des Antwortsatzes «ausführlich» besprochen wird (vgl. dazu das Ende des Abschnitts 7.2.3)

Kurze Beschreibung und Interpretation der einzelnen Problemlösevorgänge

Gruppe 1117: Diese Gruppe behandelt zwei Lösungswege nacheinander. Die Analyse des Videos (vgl. Fallanalyse, Abschnitt 7.4) ergibt, dass die gemeinsame Besprechung des eigentlich richtigen Lösungsansatzes von der Schülerin S2 mit einem Gleichungssystem mit allen vier Lernenden nicht zu Ende besprochen werden kann. Die anderen Lernenden verstehen den Ansatz nicht. Aus diesem Grund beschliesst der Lehrer, einen anderen Lösungsweg einzubringen, nämlich den Lösungsweg «Wenn alles Hühner wären» (WaHw). Da zwei unterschiedliche Lösungswege besprochen werden, dauert der Schritt der Mathematisierung sehr lange, nämlich ganze zehn Minuten. Am Ende wird ein kurzer Rückblick gemacht: Der Lehrer erwähnt dort den Ansatz mit dem Gleichungssystem nochmals.

Gruppe 1118: Auch hier werden zwei Lösungswege nacheinander besprochen, aber in der umgekehrten Reihenfolge wie bei Gruppe 1117. Nach dem von S4 vorgeschlagenen Lösungsweg WaHw – wodurch dann schon das Ergebnis feststeht (vgl. Kapitel 0) – wird der Lösungsweg mit zwei Variablen und zwei Gleichungen gemeinsam erarbeitet. Das Ergebnis und die Gleichungen (in dieser Reihenfolge!) sind nach ca. 9 Minuten vorhanden, das Lösen der Gleichungen nimmt nochmals ca. 3 Minuten in Anspruch. Es wird ein Antwortsatz formuliert und ein Rückblick gemacht, in dem die Lehrperson den ersten Ansatz nochmals erwähnt. Gesamthaft gesehen schneidet diese Gruppe im Vergleich zu den anderen in Bezug auf die Gesamtlänge von nur 14 Minuten und zwei vollständig besprochenen Lösungswegen mit guter Schülerbeteiligung sehr gut ab. Anmerkung: Diese Gruppe wird in einem Portrait (vgl. Abschnitt 7.5.5) weitergehend beschrieben.

Gruppe 1205: In dieser Gruppe werden alle Lösungsschritte des Lösungsweiges mit zwei Variablen und zwei Gleichungen recht lange thematisiert, so dass die Gesamtdauer 23 Minuten beträgt. Die Reihenfolge der Lösungsschritte ist in der von der Theorie her erwarteten Reihenfolge, nur der Rückblick fehlt. Das Lösen der Gleichungen dauert besonders lange, nämlich die Hälfte der Gesamtdauer, also ca. 10 Minuten. Diese Gruppe wird in einer Fallanalyse weitergehend besprochen (vgl. Abschnitt 7.4)

Gruppe 1225: Das Spezielle am Vorgehen dieser Gruppe bzw. dieser Lehrperson ist, dass sowohl der Lösungsweg mit einer Variablen als auch derjenige mit zwei Variablen besprochen werden, und zwar zeitlich parallel zueinander. Es wird demzufolge am meisten Zeit darauf verwendet, zu klären, was denn die Variablen bedeuten bzw. wie man mit ihnen vorgehen kann (Lösungsschritt 3.1 vgl. Abschnitt 6.5.2). Diese Gruppe wird in einer Fallanalyse weitergehend besprochen (vgl. Abschnitt 7.4).

7.2.3 Schematische Darstellungen des Ablaufes bei der Aufgabe 3 (Vogelspinnen, Schlangen und Schmetterlingsraupen)

Grundsätzlich sollten in dieser Studie nur Gruppenunterrichtssituationen mit einer *identischen* Aufgabe⁸ verglichen werden. Dies würde auf eine Analyse der Aufgabe 2 hinauslaufen, da diese von den meisten Gruppen, nämlich von 16, gelöst worden ist (vgl. Tabelle 7.1 in Abschnitt 7.1.1). Da jedoch aus der dokumentierten Sichtung (vgl. Abschnitt 7.1) im Quervergleich von unterschiedlichen Kriterien hervorgegangen ist, dass (mindestens) drei Problemlösevorgänge oder Interaktionsmuster von Gruppen, welche die schwierigste Aufgabe gelöst haben, einer weiteren Analyse⁹ wert sind, wurden schliesslich auch neun Gruppen, welche sich der schwierigsten Aufgabenstellung widmeten, einer sequenziellen Mikroanalyse der Problemlösevorgänge unterzogen. Diese werden hier vorgestellt. Es zeigt sich schon an den Zeitstrahlen der Problemlösevorgänge, wie unterschiedlich die Problemlöseprozesse ablaufen können.

⁸ ... und mit je vier Lernenden, welche dann auch die zusätzliche Aufgabe in Einzelarbeit zu lösen versuchen und ihre Notiz- Arbeitsblätter eingereicht haben, so dass die Datengrundlage vollständig ist.

⁹ Bei der Gruppe 1120 lösen die Lernenden gemeinsam nahezu ohne die Hilfe der Lehrperson die Aufgabe; bei den Gruppen 2104 und 2106 ist das äussere Setting mit dem auf den ersten Blick frontal anmutenden Unterricht speziell; zudem erreichen die Lernenden der Gruppe 2106 mit 17 Punkten eines der besten Resultate bei der zusätzlichen Aufgabe. Dies bedeutet, dass diese Lehr-Lerngespräche analysiert werden «mussten».

Legende: Textverständnis, Situationsanalyse, Mathematisierung I, Mathematisierung II, Ausrechnen, Antwortsatz, Rückblick, Schriftlichkeit

Gruppe 1119: Aufgabenanalyse nach den Lösungsschritten

Analyseeinheit 30 Sekunden. Die Gruppe äussert durchschnittlich 8 Turns pro Feld.

Lösungsweg: GL XYZ



Gruppe 1120: Aufgabenanalyse nach den Lösungsschritten

Analyseeinheit 30 Sekunden. Die Gruppe äussert durchschnittlich 10 Turns pro Feld.

Lösungsweg: GL XYZ



Gruppe 1223: Aufgabenanalyse nach den Lösungsschritten

Analyseeinheit 30 Sekunden. Die Gruppe äussert durchschnittlich 8 Turns pro Feld.

Lösungsweg: GL X



2104: Aufgabenanalyse nach den Lösungsschritten

Analyseeinheit 30 Sekunden. Die Gruppe äussert durchschnittlich 8 Turns pro Feld.

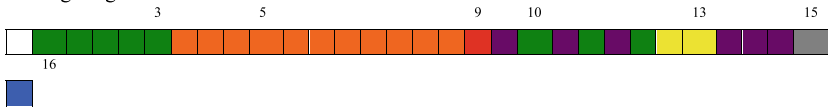
Lösungsweg: GL X



2106: Aufgabenanalyse nach den Lösungsschritten

Analyseeinheit 30 Sekunden. Die Gruppe äussert durchschnittlich 5 Turns pro Feld.

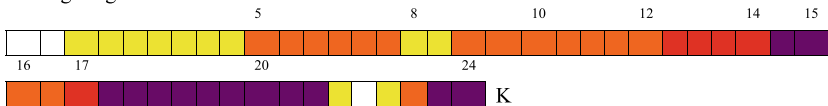
Lösungsweg: GL X



2111: Aufgabenanalyse nach den Lösungsschritten

Analyseeinheit 30 Sekunden. Die Gruppe äussert durchschnittlich 7 Turns pro Feld.

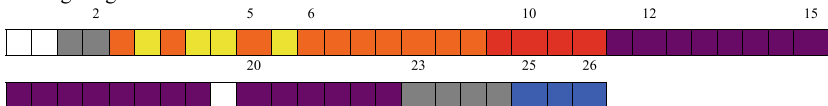
Lösungsweg: GL X



2201: Aufgabenanalyse nach den Lösungsschritten

Analyseeinheit 30 Sekunden. Die Gruppe äussert durchschnittlich 7 Turns pro Feld.

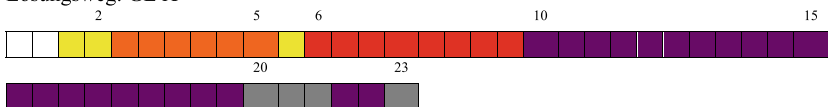
Lösungsweg: GL X



2205: Aufgabenanalyse nach den Lösungsschritten

Analyseeinheit 30 Sekunden. Die Gruppe äussert durchschnittlich 7 Turns pro Feld.

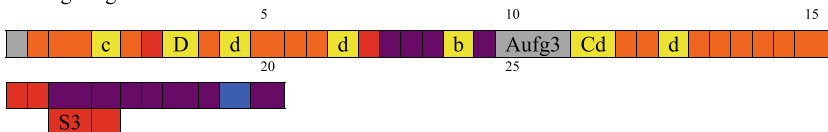
Lösungsweg: GL X



Gruppe 2103: Aufgabenanalyse nach den Lösungsschritten, **Aufgaben 1 und 3**

Analyseeinheit 30 Sekunden. Die Gruppe äussert durchschnittlich 6 Turns pro Feld.

Lösungsweg: GL X



Als einzige kleine Gemeinsamkeit lässt sich erkennen, dass keine Gruppe mehrere Lösungswege thematisiert. Einerseits ist dies teilweise von der Aufgabenstellung her bedingt, da ein Probieren mit den «grossen» Zahlen (66 Tiere und 432 Beine mit den 12-beinigen Schmetterlingsraupen) sogar von den Schülern und Schülerinnen als nicht effizient betrachtet wird. Andererseits hätten einige (deutsche) Lehrpersonen auch den Lösungsweg mit einer Gleichung und mit einem Gleichungssystem einander gegenüberstellen können (wie die Lehrperson 1225 es bei der Aufgabennummer 2 macht). Der «logische» Lösungsweg, welcher demjenigen «Wenn alles Hühner wären» entspricht, kann bei dieser Aufgabenstellung nicht gemacht werden, da wirklich drei Tierarten berechnet werden müssen und nicht nur zwei wie bei den Aufgabenstellungen Nummer 1 und Nummer 2.

Kurze Beschreibung und Interpretation der einzelnen Problemlösevorgänge

Gruppe 1119: Vor dem Beginn der Aufgabenlösung findet ein emotionaler «Small talk» zwischen den Lernenden und der Lehrperson statt wie sich auf dem Video erkennen lässt. Da diese Gruppe weder für ein Fallbeispiel noch für ein Portrait ausgewählt wurde, werden zwei Lernenden-Äusserungen an dieser Stelle erwähnt. Die Schülerin S2 jammert (vermutlich), worauf die Lehrperson antwortet: *Nee, will dich nicht quälen, will, dass du hier noch was lernst.* [...]. Die andere Schülerin, S1, sagt: *Wir sind die allerschlechtesten Schüler der Welt.* Laut diesen Äusserungen der Schülerinnen ist der Entscheid, dass sie hier mitmachen dürfen oder müssen, negativ für ihr Selbstbild. In Bezug auf die Problemlösung vollziehen sich die Lösungsschritte mehr oder minder in der von der Theorie her erwarteten Reihenfolge, wobei das Aufstellen der Gleichungen und das Lösen je etwa gleich viel Zeit in Anspruch nimmt. Insgesamt bekommt diese Gruppe das Ergebnis in der vom Forschungsteam prognostizierten Zeit von 15 Minuten hin. So schlecht können die Lernenden also nicht sein, wenn sie die schwierigste der Aufgaben in der vorgegebenen Zeit lösen können.

Gruppe 1120: Die Lernenden der Gruppe 1120 lösen die schwierigste Aufgabe gemeinsam fast ohne Hilfe der Lehrperson (!) in recht kurzer Zeit, nämlich in neun Minuten. Danach macht die Lehrperson einen Rückblick. Dieser dreht sich, wie das Video zeigt, nicht um den Lösungsweg, sondern um die Interaktion der Lernenden untereinander. Zudem betont die Lehrperson, dass die Lernenden viel mehr können, als sie sich selbst zutrauen. Ansonsten ist zu bemerken, dass der Fachbegriff «Variable» schon in der ersten Schüleräusserung als Lösungsansatz auftaucht: 00:49:05 S4 (*Wir müssen eine Variable*). Das Situationsverständnis und die Idee der Variablen, also der Beginn der Mathematisierung, kann in diesem Lehr-Lerngespräch nicht «theoriegemäss» getrennt werden. Das Lösen der Gleichung dauert etwa die Hälfte der Gesamtzeit des Lehr-Lerngespräches.

Gruppe 1223: Auch das Lehr-Lerngespräch der Gruppe 1223 dauert in Bezug auf die Kopf-Beine-Aufgabe nur 10 Minuten. Auffallend im Vergleich zu den anderen Gruppen ist, dass das Lösen der Gleichung nicht lange dauert. Am Ende wird noch thematisiert, was die Ergebnisse bedeuten, was hier als 'Antwortsatz formulieren' kodiert wurde, da es um die Interpretation des Ergebnisses geht. Auf den Notizblättern der Lernenden ist jedoch kein ausformulierter Antwortsatz notiert.

Gruppe 2104: Diese Gruppe braucht im Vergleich zu allen anderen Gruppen mit nur 6 Minuten *am wenigsten Zeit* für die Lösung der Kopf-Beine-Aufgabe. Dies ist sicherlich auch dem Setting zu verdanken, da die Schüler und Schülerinnen vor der Wandtafel stehen und keine Notizen aufschreiben (vgl. Tabelle 7.5), was ebenfalls Zeit benötigt. Zudem begleitet der Lehrer mit seinem fragend-entwickelndem Unterricht die Lernenden stark (vgl. Tabelle 7.4, Spalte 7: 75 % der Wörter des Lehr-Lerngespräches äussert der Lehrer). In Bezug auf den Problemlösevorgang ist zu bemerken, dass diese Gruppe das Ergebnis der Aufgabe berechnet, ohne je eine Fragestellung explizit formuliert zu haben. Die Reihenfolge der Lösungsschritte ist nicht in der von der Theorie her erwarteten Reihenfolge. Der Lehrer «merkt» bei der Formulierung des Antwortsatzes, dass sie als Gruppe gar keine Frage (explizit) gestellt haben. Sie holen diesen wichtigen Schritt, der eigentlich am Anfang der Sequenz hätte geschehen müssen, nun nach. Das Transkript enthält folgenden Gesprächszug: T *Gut. Jetzt wollen wir mal schauen, können wir jetzt die Frage beantworten? Hat- he- hat ja gar keine Frage. ... Also, eine sinnvolle Frage //wäre? (S4 streckt auf)* (Transkript T-2104-L.3.2, Min. 15.36)¹⁰. Das Stellen der Frage ist problemlos und kann von diesen Schülern und Schülerinnen gut am Ende der Lektion nachgeholt werden. Der kurze Rückblick, der am Schluss des Lehr-Lerngespräches zur Aufgabe 3 gemacht wird, repetiert nicht die Vorgehensweise des Problemlöseprozesses, sondern die Schwierigkeit der Aufgabe und die Sozialform: T *Gut. Dann haben wir da nochmals- haben wir nochmals ein wenig- wollt ihr eine schwierige?* S2 Ja, ja. T *War das eine einfache?* S2 Ja. S4 *Wenn man es so gemeinsam löst* (Transkript T-2104-L.3.2, Min. 16:18).

Gruppe 2106: Betrachtet man das Video, dann erkennt man, dass auch diese Gruppe die Aufgabe in einem frontalen Setting löst, wobei wiederum der Lehrer die Lösungsschritte an die Wandtafel notiert. Die Schüler und Schülerinnen sitzen an ihrem Plätzen, die Tische sind nebeneinander aufgestellt (sie bilden keinen Gruppentisch). Die spezifische Charakteristik dieser Gruppe besteht darin, dass der Lehrer den Lernenden sehr *viel Denkzeit* gibt (vgl. Tabelle 7.4, Spalte 6

¹⁰ Der Beginn des Kleinklassenunterrichts ist erst in Minute 10, da auf dem gleichen Video-band die 1:1-Situation aufgenommen wurde.

und Spalte 8): Sie brauchen 15 Minuten Zeit, aber äussern nur 102 Turns, was die niedrigste «Rededichte» aller Gruppen ergibt. Die Schüler und Schülerinnen nützen die Denkzeit, um für sich selbst Notizen zu schreiben, was im Zeitstrahl mit den grün markierten Feldern kodiert ist. Auch diese Lernenden versuchen Gleichungen aufzustellen und diese zu lösen, ohne dass eine Fragestellung zur Textaufgabe explizit formuliert worden ist. Die Reihenfolge der Lösungsschritte ist auch hier nicht wie in der von der Theorie her erwarteten Reihenfolge. Der Lehrer fragt erst nach 12 Minuten nach, was die Lernenden denn berechnen. Diese Gruppe wird in einem Portrait (vgl. Kapitel 0) weitergehend beschrieben.

Die Gruppen 2111, 2201 und 2205 brauchen sehr lange zur Lösung der Aufgabe 3 (23 bis 26 Minuten). Zwei der Gruppen formulieren einen Antwortsatz und es wird von der Lehrperson 2201 ein Rückblick eingeleitet¹¹. Sonst ist für diese Problemlösevorgänge vergleichend nicht viel zu bemerken. Die Gruppe 2111 wird in einem Portrait (vgl. Kapitel 0) näher beschrieben.

Für die Beschreibung der Gruppe 2103 vgl. das Abschnitt 7.2.1. Dieser Problemlöseprozess wurde ausgewertet, weil die Gruppe sowohl Aufgabe 1 als auch Aufgabe 3 löst. Es wurde vermutet, dass ein Unterschied zwischen dem Vorgehen bei Aufgabe 1 und bei Aufgabe 3 ersichtlich ist. Grosse Unterschiede gab es jedoch nicht.

7.2.4 Fazit für den Problemlöseablauf

Aus der empirischen Erforschung des Lösens mathematischer Textaufgaben weiss man, dass die theoretisch postulierten Schritte sowohl in realen Problemlöseprozessen als auch und in realen Lehr-Lerngesprächen nicht linear ablaufen. Sie repräsentieren die theoretische Grundlage – «Rahmentheorie der Mathematisierung» (Reusser, 1989, S. 84) von Textaufgaben -, welche helfen, das «Verstehen und Lösen von mathematischer Text- und Situationsaufgaben» (Reusser, 1989, S. 84) zu empirisch erfassen. Dies ist auch in unserem Datensatz der Fall: Jeder der vier für die numerische Lösung bedeutsamen Schritte (Situationsanalyse, Bestimmung der Variable(n), Erstellen der Gleichung und Lösen der Gleichung) konnte in allen beobachteten Gruppen eruiert werden (ausser in der Gruppe 1107, welche nicht mit dem Erstellen einer Gleichung vorgeht), jedoch nicht immer in der postulierten Reihenfolge. In sechs Gruppen (von den 18 im Detail analysierten Gruppen) beginnen die Lernenden die Aufgabenlösung damit, dass sie eine

¹¹ Die Lehrperson fragt die Lernenden, was ihnen Mühe bereitet hat. Die Antwort drauf ist: die Variable X und die grossen Zahlen.

Variable bestimmen, was bereits der erste Schritt der Mathematisierung ist. Die Lehrperson fragt dann nach, was die Variable bedeute. Oder sie fragt nach der Klärung der Situation oder nach einer Fragestellung für die Aufgabe. Sie holt somit den eigentlich ersten Schritt des theoretischen Modells nach, denn dieser ist zentral für ein korrektes Verständnis des Problemlösevorganges. Auffällig an der Betrachtung der Zeitstrahlen ist, dass auch in den zwei Gruppen (2104, 2106), bei denen das Situationsverständnis lange nicht explizit formuliert wird, es gegen Ende der Gruppenunterrichtssituation dennoch erfolgt: Dieser Lösungsschritt fehlt folglich nie.

In Bezug auf den Zeitumfang kann gesagt werden, dass das Textverständnis¹² und die Situationsanalyse nur in ganz wenigen Gruppen (1205, 2111) mehr als zwei Minuten in Anspruch nehmen. Die anderen Lösungsschritte dauern im Vergleich aller Gruppen deutlich länger. Die Lösungsschritte, besonders die Mathematisierung, können im Problemlöseprozess einen zirkulären Verlauf haben, d. h., dass mehrfach auf die Verwendung der Variablen oder auf das Erstellen der Gleichung zurückgekommen werden muss, wenn die Gruppe grundsätzlich schon beim nächsten Lösungsschritt angelangt ist.

Das Lösen der Gleichung(en) dauert meist am längsten, aber nicht in allen Gruppen. Der Schritt «Formulierung des Antwortsatzes» wird öfters ausgelassen: Bei einigen Gruppen gilt das numerische Ergebnis ohne expliziten Rückbezug auf die Textaufgabe als Lösung (z. B. $x = 12$), bei anderen wird die Tierart genannt (z. B. $x = 12$ Hasen). In den Zeitstrahlen ist der Schritt «Formulierung eines Antwortsatzes» nur dann aufgeführt worden, wenn das Ergebnis explizit als «Antwortsatz» bezeichnet wird oder beide Tierarten in einem Zug genannt werden, so dass die Äusserung ein Antwortsatz ist. Die Formulierung des Antwortsatzes dauert selten länger als eine Minute (2201, 2205).

7.3 Quantitative Ergebnisse zur Interaktionsstruktur

Ein für die Auswahl der Fälle (Abschnitt 7.4, Fallanalysen) zentrales Element aus den Häufigkeitsauszählungen in Bezug auf die Interaktion (vgl. Tabelle 7.4) ist der Anteil der Redemenge der Lehrperson im Vergleich zur Redemenge ihrer vier Lernenden. Gelingt es einigen Lehrpersonen, die Lernenden als gleichberechtigte Partner und Partnerinnen am Lehr-Lerngespräch teilhaben zu lassen? Damit die

¹² Beim Textverständnis treten bei dieser Aufgabe selten Schwierigkeiten auf. Nur etwa zwei Lernenden insgesamt ist der Name Livia unbekannt (S3 Livia ist ein Name? Min. 01:39 T-1205). Die in den Zeitstrahlen grau kodierten Sequenzen am Anfang des Textes geben das mündliche Vorlesen der Textaufgabe an.

Schüler und Schülerinnen die Verantwortung für einen gewissen Inhaltsbereich übernehmen können, was laut Greeno (2006) ideal wäre für ein tiefes Aneignen des Themengebietes (vgl. Abschnitt 4.3), müssen die Lernenden erst einmal zu Wort kommen. Aus diesem Grund sind die Resultate aus der dokumentierten Sichtung (vgl. Abschnitt 7.1.2) in Abschnitt 7.3.1 zusammenfassend dargestellt. Abschnitt 7.3.2 gibt quantitative Ergebnisse zur Häufigkeit der Peerinteraktionen.

7.3.1 Redeanteile der Lehrpersonen

Die Lehr-Lerngespräche finden mit einer Lehrperson und vier Lernenden statt. Falls all diese Gesprächsteilnehmenden gleichberechtigte Partner und Partnerinnen wären, so würden sie je ungefähr 20 % der Redezeit in Anspruch nehmen. Da die Lehrperson jedoch von ihrer institutionellen Rolle oder ihrer Amtsautorität (Apel, 2002) und von ihrem Wissen her eine höhere Position innehat, ist es so weit natürlich, dass sie das Lehr-Lerngespräch leitet. Dies bedeutet jedoch nicht, dass sie dann auch deutlich mehr Redezeit in Anspruch nimmt als ihre Lernenden. Tabelle 7.6 gibt die Prozentzahlen der Turns (Tabelle 7.6, Spalte 2 und Spalte 5) und der Wörter (Tabelle 7.6, Spalte 3 und Spalte 6) an, welche die Lehrperson im jeweiligen Unterrichtsgespräch beansprucht. Tabelle 7.6 beinhaltet zweimal dieselbe Auswertung, so dass sich der oder die Lesende entweder nach der Lehrpersonenidentifikationsnummer orientieren kann (Tabelle 7.6, Spalten 1 bis 3) oder nach der Rangreihenfolge der Prozentzahlen der Wörtermenge (Tabelle 7.6, Spalten 4 bis 6). In den Spalten 4 bis 6 sind diejenigen Zeilen markiert, die für die Fallanalyse (fett markiert Fälle Nr. 1205, 1117 und 1225) und für die Portraits (kursiv markiert Fälle Nr. 2106, 2111, 2113, 1107, 2105 und 1118) ausgewählt wurden. Es wurden demnach einerseits Fälle mit hoher Schüler- und Schülerinnenbeteiligung und andererseits Fälle mit niedriger Schüler- und Schülerinnenbeteiligung ausgewählt. Weitere Begründungen für die Fallauswahlen finden sich jeweils am Anfang der Fallanalysen (vgl. Abschnitt 7.4) und der Portraits (vgl. Abschnitt 7.5).

Der Übersichtlichkeit halber sind in Tabelle 7.6 nur die Prozentzahlen der Lehrpersonenäußerungen und -wörter angegeben. Die Gesamtanzahl der Schüleräußerungen und -wörter sind jeweils 100 % minus die Lehrpersonenprozentzahl. Betrachtet man die Anzahl der Lehrpersonenturns (Tabelle 7.6, Spalte 5), so lässt sich erkennen, dass – nur – sieben Lehrpersonen von den ausgewerteten 33 Lehrpersonen weniger als 40 % der Turns äussern. In diesen Fällen sprechen die Lernenden auch miteinander, ohne dass die Lehrperson sich dazwischen äussert. Weitere zehn Lehrperson sprechen knapp die Hälfte der Turns (zwischen 40 %

Tabelle 7.6 Redemenge der Lehrperson in Prozenten

Spalte 1	Spalte 2	Spalte 3	Spalte 4	Spalte 5	Spalte 6
Sortierung 1					Sortierung 2
Nr. der LP (n = 33)	% T-turns	% T-Wörter	Nr. der LP (n = 33)	% T-turns	% T-Wörter
1101	51	72	1120	9	12
1107	25	39	<i>Portrait 2113</i>	27	35
1109	53	75	1218	22	36
1110	47	62	<i>Portrait 1107</i>	25	39
1114	45	61	<i>Portrait 1118</i>	44	45
1117	33	47	Fall 1117	33	47
1118	44	45	2204	52	55
1119	43	61	2115	39	61
1120	9	12	1119	43	61
1205	46	70	1114	45	61
1208	58	80	1110	47	62
1218	22	36	2102	49	64
1222	46	67	2107	39	65
1223	54	78	2101	51	66
1225	55	73	1222	46	67
2101	51	66	Fall 1205	46	70
2102	49	64	2111	49	72
2103	53	72	1101	51	72
2104	56	74	2103	53	72
2105	56	81	2108	61	72
2106	59	79	Fall 1225	55	73
2107	39	65	2114	49	74
2108	61	72	2104	56	74
2109	50		2110	46	75
2110	46	75	1109	53	75
2111	49	72	2205	58	76
2113	27	35	1223	54	78
2114	49	74	2201	56	78

(Fortsetzung)

Tabelle 7.6 (Fortsetzung)

Spalte 1	Spalte 2	Spalte 3	Spalte 4	Spalte 5	Spalte 6
2115	39	61	<i>Portrait 2106</i>	59	79
2201	56	78	1208	58	80
2202	72	90	<i>Portrait 2105</i>	56	81
2204	52	55	2202	72	90
2205	58	76	2109	50	

und 50 %), so dass ab und zu einzelne Peerinteraktionen stattfinden. Die Hälfte der Lehrpersonen, nämlich 16 von den 33, äussert sich jeden zweiten Turn: Es finden dort nur Interaktionen zwischen der Lehrperson und der Schülergruppe oder einzelnen Schülern und Schülerinnen statt, ohne dass ein von der mündlichen Interaktion her gesehen gleichberechtigtes Gespräch stattfindet¹³. In den Fällen, bei denen die Lehrperson weit mehr als die Hälfte der Turns äussert (z. B. Lehrperson 2202), ist es ein Hinweis dafür, dass die Lernenden nicht auf eine Frage oder einen Hinweis der Lehrperson mündlich antworten oder dass die Lehrperson Monologsequenzen mit längeren Pausen spricht. Da das Auszählen der Turns noch kein genaues Ergebnis dazu liefert, wie viel die Sprechenden wirklich sagen, wurde auch die Anzahl der Wörter ausgezählt (vgl. Tabelle 7.6, Spalten 3 und 6). Auffallend ist das Interaktionsmuster der Gruppe 1120, bei der sich die Lehrperson nur sehr wenig äussert (vgl. Abschnitt 7.6.1). In 27 von den ausgezählten 33 Gruppen sprechen die Lehrpersonen mehr oder deutlich mehr als die Hälfte der Wörter. Damit stellt sich die weiterführende Frage, in wie vielen Gruppen die Lernenden untereinander kommunizieren (können), auch wenn die Lehrperson am Gruppentisch dabei ist.

7.3.2 Peerinteraktionen

Tabelle 7.7 zeigt die Ergebnisse der Häufigkeitsauszählung von Peerinteraktionen. Sie beantwortet somit die Frage, wie viele Turnwechsel von Schülern und Schülerinnen in den einzelnen lehrpersonengeleiteten Gruppenarbeiten vorkommen. Tabelle 7.7 umfasst neun Spalten und ist nach den Prozenten der Peerinteraktionen (Tabelle 7.7, Spalte 9) angeordnet. Das Vorgehen für diese

¹³ Es kann selbstverständlich dennoch sein, dass viele oder alle Lernenden kognitiv aktiv sind und das Gesagte nachkonstruieren, aber das erkennt man nicht an der Interaktionsstruktur.

Häufigkeitsauszählung war wie folgt: Als Peersequenzen wurden diejenigen Turnwechsel bezeichnet, bei denen die Lernenden inhaltlich auf eine Äusserung von anderen Lernenden eingehen. Dies sind folglich Turnwechsel von Schülern und Schülerinnen (S-S-Turns), ohne dass die Lehrperson (T) sich jeweils dazwischen äussert. Um die Gesamtzahl der Peerinteraktionen der unterschiedlichen Gruppen-unterrichtssituationen vergleichen zu können, wurden Prozentzahlen berechnet in Bezug auf die Gesamtsumme der Turns. Beim Auszählen wurde auf den Inhalt des Gesagten geachtet. Denn wenn sich zwei Schüler und Schülerinnen nacheinander äussern, heisst dies noch nicht, dass sie aufeinander Bezug nehmen: Sie können auch beide auf eine Frage der Lehrperson antworten. Spalte 6 in Tabelle 7.7 gibt jedoch die genaue Anzahl der Äusserungen an, in denen Lernende auf eine Lernenden-Äusserung reagieren (ausser bei der Gruppe 1120, wo die geringe Anzahl der Lehrpersonenäusserungen gezählt wurde). Diese Zahl wurde dann durch die Summe aller Turns (Tabelle 7.7, Spalte 8) geteilt, so dass eine Prozentzahl der Peerturns entstand (Tabelle 7.7, Spalte 9).

Tabelle 7.7 verdeutlicht, dass die allermeisten Lehrpersonen beinahe ständig mit mündlichen Äusserungen in der Tutoringsituation präsent sind. Eine Ausnahme bildet die Lehrperson T-1120, welche die Situation als eine Gruppenarbeit unter Schülern und Schülerinnen versteht, bei der sie möglichst selten das Wort ergreift. Mischformen, also Formen mit etlichen kleineren Peerinteraktionen, aber auch mit etlichen Gesprächssequenzen mit Lehrpersonendominanz, sind nicht häufig: Solche Mischformen kommen in etwa sieben Gruppen verhältnismässig oft (21 %–56 %), in weiteren sieben Gruppen eher selten (10 %–16 %) vor. Bei der Auszählung ist zudem aufgefallen, dass die Peerinteraktionen sich oft auf zwei Äusserungen beschränken (vgl. Tabelle 7.7, Spalte 2). Aus diesem Grund sind weitere Spalten in Tabelle 7.7 eingefügt worden. Sie zeigen an, wie viele Turns eine Peersequenz dauert. Spalte 4 aus Tabelle 7.7 gibt z. B. an, dass in der Gruppe 1110 nur eine Peersequenz mit vier Äusserungen umfasst. Gekennzeichnet sind wiederum die für die Fallanalysen (fett markiert) und die Portraits (kursiv markiert) ausgewählten Gruppen.

Alle diese deskriptiven Auswertungen und quantitativen Auszählungen lassen nur grob erahnen, wie denn nun die Besprechung in einer lehrergeleiteten Gruppenarbeit real aussieht. Aus diesem Grund folgen nun qualitative Beschreibungen und Interpretationen einzelner Fälle.

Tabelle 7.7 Peerinteraktionen der Lernenden

Spalte 1	2	3	4	5	6	7	8	9
n = 32								Sortierung
Lp Nr	S-S	S-S-S	S-S-S-S	Mehr	Summe S auf S-Turn 1.Aufgabe (real ausgezählt)	Dauer erste Aufg.*	Turns Gesamtsumme	Prozente S-Turns = Peer-Interaktionen
1120				Alle Turns S-S	T-Turns: 12	10:16	199	94 %
1218	20	5	0	10	163	11:45	293	56 %
<i>P 2113</i>	<i>17</i>	<i>4</i>	<i>2</i>	<i>10</i>	<i>144</i>	<i>16:15</i>	<i>299</i>	<i>48 %</i>
<i>P 1107</i>	<i>15</i>	<i>5</i>	<i>5</i>	<i>8</i>	<i>58</i>	<i>06:08</i>	<i>130</i>	<i>45 %</i>
Fall 1117	7	4	2	11	89	19:30	286	31 %
1119	10	4	3	4	58	15:45	246	24 %
<i>P 1118</i>	<i>11</i>	<i>11</i>	<i>4</i>	<i>2</i>	<i>55</i>	<i>13:30</i>	<i>236</i>	<i>23 %</i>
2107**	22	13	5	7	84	16:00	392	21 %
1114	26	6	1	2	36	12:10	229	16 %
1110	13	7	1	1	36	15:00	252	14 %
Fall 1205	20	9	2	2	59	22:45	450	13 %
2103*	12	2	0	2	34	20:00	257	13 %
2115	38	8	3	2	52	19:00	390	13 %
1222	8	4	1	1	25	17:00	251	10 %
2102	8	2	1	0	14	11:00	145	10 %
Fall 1225	6	1	1	1	27	17:00	288	9 %
2101**	11	5	1	2	34	32:15	364	9 %
2110	26	3	2	2	30	20:00	334	9 %
2111	22	2	2	2	23	23:46	293	8 %
2204	14	4	2	0	16	17:45	197	8 %
1101	5	1	0	0	12	15:30	166	7 %

(Fortsetzung)

Tabelle 7.7 (Fortsetzung)

Spalte 1	2	3	4	5	6	7	8	9
2104	4	2	1	0	5	16:25	83	6 %
2201	13	3	0	0	15	26:00	322	6 %
1109	5	2	0	0	10	14:00	257	4 %
1208	4	0	0	0	4	11:04	154	3 %
<i>P 2106</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>0</i>	<i>3</i>	<i>15:30</i>	<i>108</i>	<i>3 %</i>
2114*	27	6	1	0	9	24:15	371	3 %
1223	6	3	0	0	3	10:07	133	2 %
2108	0	0	1	0	3	16:15	122	2 %
2205	6	1	0	0	4	23:00	318	1 %
<i>P 2105</i>	<i>3</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>1</i>	<i>16:28</i>	<i>296</i>	<i>0 %</i>
2202	2	0	0	0	0	23:00	183	0 %

Legende: * 2103, 2107, 2101 und 2114 lösen Aufgaben 1 und 3. Bei diesen Tutoringsituationen sind beide zusammen ausgezählt worden

** 2107 und 2101 lösen Aufgaben 1, 2 und 3. Alle Kopf-Beine-Aufgaben sind zusammengezählt worden. Prozentzahlen in der letzten Spalte geben die Gesamtsumme an, dann getrennt Aufg. 1 und 3

7.4 Drei Fallanalysen

Nach der dokumentierten Sichtung (vgl. Abschnitt 7.1) der Ergebnisse der Gesamtstichprobe und der Darstellung von Ergebnissen der aufgabenbezogenen Mikroanalyse (vgl. Abschnitt 7.2) sowie der quantitativen Auszählungen der Interaktionsstruktur (vgl. Abschnitt 7.3) wird bei den Fallanalysen der Fokus auf die Vielschichtigkeit und Mehrdimensionalität der einzelnen Vorgehensweisen zur Gestaltung der Lehr-Lerngespräche gelegt:

Das konkrete didaktische Geschehen wird anschaulich beschrieben. Die Fallanalysen haben somit einen narrativen Charakter und gehen in Fallinterpretationen über. Diese beruhen auf den aus der Theorie abgeleiteten Kriterien (vgl. Abbildung 6.23 in Abschnitt 6.6). Ein Ziel ist es, die Spannweite und die Variationen von Bearbeitungswegen in unserem Datensatz prozessnah nachzuvollziehen und darin gelingende und misslingende Besonderheiten der Ausgestaltung der verschiedenen Vorgehensweisen zu identifizieren. Gemeinsam ist unseren

Kleingruppenunterrichtssituationen¹⁴ das äussere Setting: Eine Lehrperson löst zusammen mit vier ihrer eher schwächeren Schüler und Schülerinnen eine vom Forscherteam vorgegebene Kopf-Beine-Aufgabe (vgl. dazu Abschnitt 6.1 und 6.2). Es handelt sich somit bei allen untersuchten Lehr-Lerngesprächen um mathematisches Problemlösen in einer lehrpersonenunterstützten Gruppensituation mit einer identischen Aufgabe. Wichtig zu betonen und bei der Interpretation zu berücksichtigen ist, dass dieses quasi tutorielle Setting sowohl für die Lehrkräfte als auch für die Lernenden grundsätzlich neu war. Die Teilnehmenden waren sich die Situation einer Kleinklasse oder einer begleiteten Gruppenarbeit nicht gewohnt. Sie haben dieses Setting aufgrund einer Vorgabe des Forschungsdesigns auf sich genommen. Auch der Zeitrahmen von ca. 15 Minuten wurde vom Forscherteam vorgeschlagen, jedoch in einigen tutoriellen Settings deutlich überschritten.

Ausgewählt für die umfangreichen Fallanalysen wurden die Kleingruppenunterrichtssituationen mit den Lehrpersonen 1205, 1117 und 1225. Alle diese Gruppen lösten die Aufgabe des mittleren Schwierigkeitsgrades mit den Kaninchen, Hühnern und zwei Weinbergschnecken (vgl. Abschnitt 6.2.1). Die Lehrperson 1205 bespricht, wie es auch 33 andere von den 38 Gruppen machen (vgl. Abschnitt 7.1.1, Tabelle 7.2), nur einen Lösungsweg. Sie pflegt einen eher lehrpersonengesteuerten Gesprächsstil (vgl. Abschnitt 7.1.2, Tabelle 7.4, Spalten 6/7 mit 46 % der Turns und 70 % der Wörter), versucht aber immer wieder, die Lernenden untereinander ansatzweise ins Gespräch zu bringen (vgl. Abschnitt 7.1.2, Tabelle 7.4, Spalte 12 mit 13 % Peerinteraktionen). Von diesen äusseren Kriterien her gesehen, kann das Vorgehen als etwa «durchschnittlich» betrachtet werden, da sich die Gruppe 1205 bei den quantitativen Auszählungen weder im unteren noch im oberen Quartil befindet. Auch bei der Punktevergabe der Transferaufgabe erreicht die Gruppe mit 11 Punkten den mittleren Bereich (vgl. Abschnitt 7.1.3, Tabelle 7.5, Spalte 3). Positiv fällt beim Vorgehen der Lehrperson auf, dass sie zwar die meisten Lösungsschritte initiiert, jedoch darauf achtet, dass die Lernenden auf die einzelnen zentralen Lösungselemente hingeführt werden und das entscheidende Stichwort einbringen können und als Autoren und Autorinnen dieser Problemlöseschritte positioniert werden.

Danach wird die Gruppensituation des Lehrers 1117 analysiert. In diesem Gespräch ist neben dem Vorkommen zweier Lösungswege – was nur bei 5 von den 38 Gruppen der Fall ist – speziell, dass es dem Lehrer gelingt, dass in

¹⁴ Innerhalb des Forschungsprojektes wurden diese Situationen als Tutoring-Situationen bezeichnet. In dieser Studie werden sie auch (Klein)gruppenunterrichtsgespräche genannt, da die eigene Lehrperson dabei ist und mehr als ein Lernender oder eine Lernende anwesend sind.

der zweiten Hälfte des Lehr-Lerngespräches eine Schülerin die Verantwortung für den Lösungsweg übernimmt und diesen den anderen Lernenden mehrfach erklärt. Der Fokus der Lehrperson für die Struktur des Lehr-Lerngespräches ist somit eher auf die Interaktion und die Verantwortungsübernahme der Lernenden gerichtet und weniger auf die vollständige Erklärung der unterschiedlichen Lösungswege: Der zuerst vorgeschlagene Lösungsweg wird nicht zu Ende geführt und somit auch nicht vollständig erklärt. Betrachtet man die Interaktionsqualität des Gespräches, so fällt auch in Bezug auf die quantitativen Ergebnisse im Vergleich zu den meisten anderen Gruppen auf, dass die Lernenden einen grossen Anteil sowohl der Turns (67 %) als auch der Wörter (53 %) äussern. Zudem hat die Häufigkeitsauszählung der Peersequenzen ergeben, dass 31 % der Lernenden-äusserungen auf eine Äusserung von Lernenden folgt, dass es folglich sehr viele echte Schüler-Schülerinnen-Sequenzen in diesem Lehr-Lerngespräch gibt.

Als dritter Fall wird das Vorgehen Lehrers 1225 geschildert. Die prozentuale Verteilung sowohl der Turns als auch der Wörter zwischen dem Lehrer und den Lernenden entspricht ungefähr dem Durchschnitt dieses Datensatzes: Der Lehrer spricht 55 % der Turns und 73 % aller Wörter. Dieser Fall wurde ausgewählt, weil Lehrer versucht, gemeinsam mit seinen Lernenden zwei Lösungswege parallel nebeneinander zu realisieren und dabei die Einsicht bei seinen Schülern und Schülerinnen zu generieren, dass diese Lösungswege eigentlich gar nicht zwei unabhängige Wege sind, sondern dass der eine nur eine Variante des anderen ist. Der Fokus für die Struktur dieses Lehr-Lerngespräches begründet sich auf der fachdidaktischen Tiefenstruktur des Problemlösevorganges. Die Problemlösevorgänge aller vier Lernenden vollziehen sich teilweise in stiller Einzelarbeit, jedoch oft mit Scaffolding des Lehrers. Dabei versucht er, die Problemlösediskussionen nicht lediglich zu einem Dialog zwischen ihm und der/dem Lernenden werden zu lassen, sondern zu einem Polylog mit allen Lernenden.

Zum Aufbau der Fallanalysen

Am Anfang der nachfolgenden Fallbeschreibungen macht die so genannte *Situierung* Angaben zur Aufgabenstellung, zu den Teilnehmenden, ihren Redeanteilen, den gewählten Lösungswegen und den Problemlöseprozessen, dem didaktischen und methodischen Aufbau der Kleingruppenlektionen und zur Partizipationsstruktur bzw. zum Interaktionsmuster. Die Besonderheiten, aufgrund derer diese Gruppen als Fälle ausgewählt worden sind, werden in der *Situierung* nochmals genannt. Nach der *Situierung* folgen *Rahmeninformationen*, welche zum

Vergleich der Gruppen dienen¹⁵. Die *Hauptanalyse* besteht aus Mikroanalysen, welche die Videos bzw. die Transkriptionen in chronologischer Reihenfolge in Anlehnung an die Konversationsanalyse (vgl. Kerbrat-Orecchioni, 1990) sequenziell dokumentieren und interpretieren. Es wird demzufolge etappenweise durch die Lerngelegenheit hindurchgeführt. Anschliessend werden *Kontextdaten* beigezogen, welche sich auf das zusätzliche Datenmaterial beziehen (vgl. Abschnitt 6.1): Die Lernenden mussten gleich nach der Kleingruppenunterrichtssituation einzeln eine sehr ähnliche Aufgabe lösen, welche hier auch zusätzliche Aufgabe oder Transferaufgabe genannt wird. Mit der Lehrperson wurde ein Leitfadenterview gemacht, welches darauf abzielte, die zugrundeliegenden Absichten der Lehrpersonen zu erfassen. Die Erfolge (oder Misserfolge) der einzelnen Lernenden bei der Transferaufgabe geben Aufschlüsse darüber, ob sie denselben Lösungsweg wie zuvor einschlugen (vgl. auch Abschnitt 7.1.3) und inwiefern sie ihn verstanden haben. Zudem werden die einzelnen Lernenden mit ihren unterschiedlichen Rollen in Bezug zu den Autonomiegraden ihrer Fachbeiträge in der Kleingruppenunterrichtssituation betrachtet: Schneiden Lernende, welche viele Kreatorenausserungen eingebracht haben, besser ab bei der zusätzlichen Aufgabe? Am Ende der Fallanalyse folgt eine *Synthese*, welche eine Zusammenfassung der Ergebnisse der Mikroanalyse und somit eine verdichtete Gesamtinterpretation beinhaltet.

7.4.1 Fall 1205: T: „Genau. Und warum? Jetzt muss man's den- allen andern auch erklären.“ – Positionierung der Lernenden

7.4.1.1 Situierung des Falles 1205 und Rahmeninformationen

Situierung des Falles 1205

Die Gruppe 1205, bestehend aus einer Lehrerin mittleren Alters und ihren drei Schülerinnen (S1, S2, S3) und dem Schüler (S4), ist für die detaillierte narrative Beschreibung und Interpretation ausgesucht worden, weil sie einerseits gesamthaft gesehen in Bezug auf viele deskriptive Merkmale (wie z. B. die zeitliche Aufteilung der Lösungsschritte oder die erreichte Punktzahl bei der zusätzlichen Aufgabe) und in Bezug auf quantitative Häufigkeitsauszählungen (wie z. B. die Verteilung der Turns oder der Wörter) durchschnittliche Werte

¹⁵ In diesen Kapiteln zur Fallanalyse ist der Vergleich nur implizit. Ein expliziter Vergleich der Gruppen findet sich im vorhergehenden Kapitel zur dokumentierten Sichtung (vgl. Abschnitt 7.1).

im Vergleich zu den anderen Tutoringsituationen dieses Datensatzes aufweist. Andererseits zeichnet sich diese Lehrperson dadurch aus, dass sie mehrere Verhaltensweisen manifestiert, welche auf ein Scaffolding der einzelnen Lernenden hinweist – beispielsweise steht sie mehrmals auf und geht zum Schüler S4 hin, um ihn individuell zu unterstützen. Diese Verhaltensweise zeigt höchstens ein Drittel der untersuchten Lehrpersonen. Es finden zudem auch kleinere Sequenzen im Lehr-Lerngespräch nur unter den Lernenden statt: Die Peerdialoge (vgl. Abschnitt 6.4.2 und 7.3.2) umfassen 13 % aller Äusserungen. Dies scheint vorerst nicht ausserordentlich viel zu sein, zeigt aber dennoch klar auf, dass die Lernenden sich als Gruppe verstehen und die Textaufgabe gemeinsam erarbeiten: Sie fühlen sich verantwortlich für die Lerngemeinschaft (vgl. Abschnitt 3.3.3 *accountability of the learning community*).

Die Gruppe löst gemeinsam mit der Unterstützung der Lehrperson in 23 Minuten mit 450 Äusserungen die Aufgabe Nummer 2 mit dem Lösungsweg «zwei Gleichungen mit zwei Variablen, lineares Gleichungssystem» (GL XY). Die Anzahl der Äusserungen der Lehrperson beträgt 46 %, diejenige der Lernenden 54 %. Die Lehrperson leitet das Lehr-Lerngespräch relativ stark, d. h. sie organisiert und strukturiert das Gespräch und sie spricht auch die meisten Wörter (T: SS = 70 %: 30 %). Sie leitet sowohl die strukturelle Organisation als auch den mathematischen Wissensaufbau, ist sich aber bewusst, dass sie sich in einer Kleingruppe befindet und nicht in einer Plenumsklassenphase: Sie fordert die Lernenden sehr oft auf, sich untereinander auszutauschen oder den anderen Lernenden etwas zu erklären. Aus diesem Grund wurde zur Charakterisierung des Falles (vgl. Titel dieses Kapitels) die Äusserung der Lehrperson in Minute 08:29 gewählt: *Genau. Und warum? Jetzt muss man's den- allen andern auch erklären* (Min. 08:29, T). Die Lehrerin segnet die richtigen Erkenntnisse ab, was aufzeigt, dass sie die Leitung innehat, fordert aber gleichzeitig eine Schülerin zur Wissensvermittlung auf und positioniert damit das Wissen der Lernenden als wichtig und zentral.

Die fachliche Vorgehensweise beim Lösen von Textaufgaben dieser Gruppe entspricht ziemlich genau dem für die Analyse angewendeten Theorieraster (vgl. Abschnitt 6.2.3 und 6.5.2), so dass in der narrativen Beschreibung des Falles 1205 die Lösungsschritte exemplarisch erklärt und ausgeführt werden können. Die Gliederung dieses Kapitels entspricht somit grösstenteils den Lösungsschritten bzw. dem Problemlöseprozess. Die einzelnen Lernenden verhalten sich im Lehr-Lerngespräch sehr unterschiedlich, so dass durch eine genaue Analyse ihres individuellen Gesprächsverhaltens interessante Einzelheiten herausgearbeitet werden können. Aus diesen genannten Gründen wird die Tutoringsituation

1205 im Folgenden in seiner ganzen Länge analysiert. Zuerst folgen Rahmeninformationen, welche zentrale Aspekte wie z. B. die Aufgabenstellung und die eingeschlagenen Lösungswege stichwortartig zusammenfassen und die quantitativen Ergebnisse und den Zeitstrahl des Falles (nochmals) darstellen.

Rahmeninformationen des Falles 1205

Aufgabe Nr. 2: Kopf-Beine-Aufgabe

*In einem Gehege sieht Livia Kaninchen, Hühner und zwei Weinbergschnecken.
Alle Tiere zusammen haben 37 Köpfe und 94 Beine.*

Dauer: 23 Minuten, 450 Äusserungen

Redeverteilung Turns: T: SS = 46 %: 54 %,

Redeverteilung Wörter: T: SS = 70 %: 30 %

Teilnehmende: drei Mädchen (S1, S2, S3), ein Knabe (S4), Lehrerin (T)

Lösungsweg in der Tutoringsituation: XY

Lösungswege in der zusätzlichen Aufgabe: XY – XYZ – XYZ – XYZ

Korrekte Antworten in der zusätzlichen Aufgabe: Ja – nein – nein – nein

Punkte zusätzliche Aufgabe (S1 – S4): 6 – 3 – 3 – 1, T: 13

Punkte Notizblätter (S1 – S4): 6 – 6 – 6 – 6, T: 24

Echte Peersequenzen: 13 %

Raumsetting: Gruppentisch (vgl. Abbildung 7.1)

T	
S2w	S3w
S1w	S4m

L-Kamera

machen also die Zweite. Die müsst ihr jetzt erst mal lesen.). In Spalte 1, vor der jeweiligen Minutenangabe (Spalte 2 der Transkription) ist der Code bzw. die Nummer des jeweiligen Lösungsschrittes angegeben (vgl. Abschnitt 6.5.2), danach folgt in Spalte 3 der/die Sprecher/in der Äußerung (T = Lehrperson, SN = eine/r der Lernenden, aber nicht feststellbar, welche/r, SS = mehrere Lernende gleichzeitig, S1, S2, S3, S4 die einzelnen Lernenden, vgl. Rahmeninformation). Die kursiv geschriebenen Ergänzungen sind Informationen aus der Beobachterperspektive, die fettgedruckten Wörter werden in der Beschreibung und Interpretation besonders erwähnt.

Transkriptauszug 1205.1

- 0 00:00:12 T Je länger hier draussen rumdebattiert, desto länger braucht's.
Kommt rein.
- 0 T Eure **Schreibsachen** müsst ihr mitbringen.
SN [unverständlich]
T Alle. Ja, alle auf einmal.
- 0 SN Alle? Aber ...
- 0 T Ja, alle auf einmal.
- 0 T Das war ja die eins-zu-eins-Situation, jetzt machen wir eins zu vier.
- 0 T Habt ihr was zu **schreiben**?
- 0 SN Ja.
- 0 00:41:14 T **So**, nehmt einmal Platz, nehmt- nehmt Platz. Setzt euch irgendwo hin.
[S1 setzt sich, S2, S3 und S4 wollen sich auf den Platz neben S1 setzen.]
- 0 00:49:11 S3 (Ich setze mich dahin.) *[S3 will auf Platz von S2]*
- 0 00:51:01 S2 (Ich will dahin.)
[T bleibt stehen, SS sind sich am Setzen.]
[T verteilt pro Person ein kleines Aufgabenblatt mit drei Aufgabenstellungen darauf.]
- 0 00:51:22 T Gut.
- 0 00:52:03 SN ((S2))
- 0 00:52:16 T Ok.
- 0 00:52:27 S (Dann sitze ich hier vorn, oder?)
- 0 00:53:25 T Da, ihr sitzt euch //gegenüber.
- 0 00:55:01 S //Nein!
[S4 setzt sich auf denjenigen Platz, der übrig geblieben ist.]

- 1 00:57:00 T **So. Ok.** [S4], (Hier) bist du Hahn im Korb und hier geht's tatsächlich um Tiere. Kuck mal. ... Und auch um Hühner. ... **So.**
- 0 01:09:21 S1 (Massentierhaltung)
- 0 01:11:09 T Hm?
- 0 01:11:18 S1 (Massentierhaltung)
- 0 01:12:11 T (Massentierhaltung) (). Das ist euer Debattierthema, gell.
- 0 01:15:08 S1 Mhm.
- 1 01:15:20 T **So. Also.** Wir- wir machen die zweite Aufgabe. Die erste ist eine leichte, die zweite ist ein bisschen schwieriger und die dritte ist am schwierigsten.
- 1 01:24:20 T Ihr könnt natürlich auch sagen, ihr macht die ganz schwierige.
- 01:28:16 S4 (schwer) [S4 schüttelt mit dem Kopf „Nein “]
- 01:29:12 T Ok. ()
- 01:30:28 S2 ()
- 1 01:31:14 T Nee. Gut. Wir -wir machen also die Zweite. Die müsst ihr jetzt erst mal lesen.

Die Anfangssequenz initiiert und begleitet unterschiedliche Handlungen (Her-einbitten des Schülers und der Schülerinnen, Begrüßung und Aufgabenauswahl). Die Lehrerin bittet in ihrer ersten Aussage alle vier draussen wartenden Lernenden herein und sagt in zwei nicht aufeinanderfolgenden Äußerungen, dass die Schreibsachen mitzubringen sind. Diese Repetition der Aufforderung, die Schreibsachen mitzunehmen, betont schon zu Anfang, dass das Notizenmachen für das darauffolgende Lehr-Lerngespräch von Bedeutung ist. Nach einem sprachlichen Gliederungssignal (*so*), welches einen neuen Abschnitt einleitet, indem es den vorherigen Abschnitt gleichzeitig beendet (vgl. Abschnitt 4.2), fordert die Lehrperson den Schüler und die Schülerinnen auf Platz zu nehmen und verteilt an jeden Platz ein kleines Aufgabenblatt mit drei Aufgaben.

Die Lehrperson beginnt den nächsten Gesprächsabschnitt (00:57) mit einem doppelten Gliederungssignal (*So. Ok.*). Sie begrüßt S4 persönlich, indem sie seinen Namen nennt und auf seine Rolle als einziger Mann in der Gesprächsrunde aufmerksam macht (Min. 0:57, T: *Hier bist du Hahn im Korb*). Es sind nämlich drei Schülerinnen und nur ein Schüler in dieser Vierersituation anwesend. Beim Her-einkommen in das Klassenzimmer fällt auf, dass die Schülerinnen sich bewusst die Plätze aussuchen und sogar ein wenig streiten, wer sich wohin setzen kann, während S4 sich auf denjenigen Platz setzt, der als einziger frei geblieben ist.

Der nächste Teilsatz (Sprechakt, *acte de langage*¹⁶, vgl. Kapitel 4) dieser Äusserungsfolge (turn) der Lehrperson bezieht sich inhaltlich auf die mathematische Textaufgabe (*und hier geht's tatsächlich um Tiere. Kuck mal. ... Und auch um Hühner*). Sie stellt formal eine Verbindung her zwischen ihrer Begrüßung von S4 (Hahn) und der Textaufgabe (Tiere, Hühner). Sie wählt dasselbe Wortfeld (*champs sémantique*) aus und leitet somit zur Aufgabe über. Der Satzteil *Kuck mal* ist zugleich eine Aufforderung, die Textaufgabe zu lesen. Indem die Lehrerin diese Äusserungsfolge (turn) mit einem Gliederungssignal (*so*) abschliesst, markiert sie den Übergang zum Lehr-Lerngespräch.

Betrachtet man die nächsten zwei Wortwechsel (vgl. Transkriptauszug 1205.2), erkennt man die Vielschichtigkeit einer Äusserung: Es ist immer möglich, dass die Angesprochenen andere Bedeutungen aus einer Äusserung herauslesen.

Transkriptauszug 1205.2

1	00:57:00	T	[...] Und auch um Hühner. ... So.
0	01:09:21	S1	(Massentierhaltung)
0	01:11:09	T	Hm?
0	01:11:18	S1	(Massentierhaltung)
0	01:12:11	T	(Massentierhaltung) (). Das ist euer Debattierthema, gell.
0	01:15:08	S1	Mhm.

S1 fühlt sich durch das Stichwort *Hühner* angesprochen (Selbstwahl) und weist darauf hin, dass sie zum Thema *Hühner* etwas zu sagen hätte. Sie hat sich in einem anderen Unterrichtsetting mit Massentierhaltung beschäftigt, welche auch bei der Tierart *Hühner* der Fall sein kann. Dies lassen die Äusserungen von Minute 01:09 bis 01:15 vermuten. Die Lehrperson wollte mit dem Stichwort *Hühner* die Aufmerksamkeit des Schülers und der Schülerinnen auf die Textaufgabe lenken. Die Lehrerin spricht mit ihrer Äusserung in Minute 00:57 eigentlich nur S4 an und ist nicht darauf gefasst, dass S1 sich angesprochen fühlt. Die Aufmerksamkeit der Lehrperson ist inhaltlich auf die Textaufgabe gerichtet und partizipatorisch auf den angesprochenen Schüler S4. Deshalb muss sie in Minute 01:11 nachfragen, was S1 gesagt hat. In den Worten von Goffman (1981) (vgl. Abschnitt 3.3.2) kann man sagen, dass bei der Äusserung der Lehrperson

¹⁶ Ein Satz kann mehrere Themenbereiche beinhalten und folglich aus „Teil-Sätzen“ bestehen. Die Bedeutung der jeweiligen Sprechakte (vgl. Austin, 1962/2002; Searle, 1969/2010, Abschnitt 4.1.1), auf französisch „*acte de langage*“ genannt, und das, was der Sprecher mit seiner Äusserung bezweckt, ist jeweils mehr oder minder eine Interpretation. Aus diesem Grund wähle ich den Begriff «Teilsatz» bzw. «Teilsätze».

in Minute 00:57 der Gesprächspartner S4 ist (addressed recipient), und dass die anderen Schülerinnen zwar dabei sind als Zuhörerinnen aber nicht explizit angesprochen sind (unaddressed recipients). Aus der Perspektive von S1 kann man gemäss ihrer Äusserung von Minute 01:09 jedoch sagen, dass sie sich auch als Gesprächspartnerin verstanden hat, was in einem Gespräch unter mehreren Personen ja durchaus möglich wäre. Die Lehrperson nimmt die Aussage von S1 auf, indem sie kundtut, dass sie sich an das Debattierthema von S1 erinnert (Min. 01:12:11).

Danach beginnt die Lehrperson ihre nächste Äusserung wiederum mit zwei Gliederungssignalen und übernimmt somit deutlich die Strukturierung des Ablaufs. Sie lenkt die Aufmerksamkeit aller Lernender (*wir*) auf die Textaufgabe: 01:15:20 T: *So. Also. Wir- wir machen die zweite Aufgabe. [...].* Es steht noch die Aufgabenauswahl an. Diese verläuft über fünf Turnwechsel, da die Lehrperson die Schülerinnen und den Schüler in die Auswahl miteinbezieht: Sie will die Lernenden mitentscheiden lassen, welche Aufgabe sie sich als Gruppe vornehmen. Min. 01:24:20 T: *Ihr könnt natürlich auch sagen, ihr macht die ganz schwierige.*

Textverständnis und Aufbau des Situationsmodells

Der nächste Transkriptauszug, 1205.3, schliesst direkt an den vorherigen Auszug an. Er beginnt mit der ersten fachlichen Aufforderung an die Lernenden, die Textaufgabe Nummer 2 zu lesen, und endet mit der ersten Vermutung einer Schülerin für eine Lösung. Der Transkriptauszug beinhaltet die Sequenzen ‚Aufbau des Textverständnisses‘ (Code 1) und die erste Episode des ‚Aufbaus des Situationsverständnisses‘ (Code 2) (vgl. 3.2.2 und 6.5.2). Um ein Situationsverständnis aufzubauen, braucht es mehrere Schritte, deshalb ist der Auszug in thematische Episoden gemäss den Teillösungsschritten eingeteilt worden (Buchstabenbezeichnung der Codes: Code 2b ~ Fragestellung formulieren, 2c ~ 35 Köpfe – Kaninchen vier Beine, Hühner zwei).

Transkriptauszug 1205.3

1	01:31:14	T	Mhm. Gut. Wir -wir machen also die zweite. Die müsst ihr jetzt erst mal lesen.
1	01:39:07	S3	Livia ist ein Name? ()
1	01:41:16	T	Hm?
1	01:42:10	S3	Livia ist ein Name, //oder?
1	01:43:02	S2	//Ja.

1	01:43:15	T	Ja, Livia ist ein Name. <i>[T setzt sich in Min. 1:46 hin]</i>
2b	01:54:03	S2	Was sollen wir da jetzt rauskriegen ?
1	01:56:24	T	Vielleicht warten wir jetzt erst mal, bis alle den Text gelesen haben. [S4], du hast ihn auch gelesen ?
2c	02:00:08	S3	(Haben) Weinbergschnecken- haben doch keine Beine, oder?
2c	02:03:00	SN	()
2c	02:04:15	S2	(aber die haben Köpfe) (zählen die aber auch)
2c	02:06:18	T	Ok, habt ihr schon ein bisschen was rausgekriegt , oder?
2c	02:08:28	S3	Ok. Minus zwei Köpfe.
2c	02:11:12	T	Ok. ()- genau. Dann schreibt ihr mal auf euer Blatt den Vorschlag von der [S3]. Wie viele Köpfe sind's jetzt noch?
2c	02:18:04	Ss	Siebenunddreissig.
2c	02:19:24	S3	Fünfunddreissig Köpfe.
2c	02:21:19	T	Na, schreibt mal hin. Fünfunddreissig Köpfe. ... So . [Notizen: S1: 35 K / S2: 35 Köpfe / S3: 35 Köpfe / S4: 35 Köpfe]
2c		T	...Was könnte man noch ... rauskriegen aus der Textaufgabe?
2c	02:34:03	S1	Mm, also jedes Kaninchen hat, denk ich mal, vier Beine, so weit's gesund ist.
2c	02:39:11	T	Mhm. (<i>ja</i>)
2c	02:39:26	S3	Und Hühner zwei.
2c	02:40:17	S1	Und Hühner zwei.
2c	02:41:19	T	Also , dann müsst ihr jetzt aufschreiben : Kaninchen Doppelpunkt
2c	02:44:04	S2 ?	Ja, das weiss man doch noch nicht?
2c	02:46:09	T	Mh. Natürlich weiss man's.
2c	02:49:08	S2 ?	(Moment)
2c	02:49:24	SN	(Doppelpunkt)
2c	02:50:11	T	Nein () (meinst du, wir müssen's nicht aufschreiben?)
2c	02:53:15	S3	(Haben die überhaupt Beine) () Füsse?

Die nächste Episode beginnt ebenfalls mit der Selbstwahl einer Schülerin. S2 stellt die Frage: *Was sollen wir da jetzt rauskriegen* (Min. 01:54:03, S2). Sie fragt nach der Fragestellung, welche gewöhnlich in einer Textaufgabe vorhanden ist. Die darauffolgende Äusserung der Lehrperson geht nicht auf den thematischen Inhalt dieses Turns ein, reagiert aber dennoch mit einer organisatorischen Äusserung auf diesen: *Vielleicht warten wir jetzt erst mal, bis alle den Text gelesen haben* (Min. 01:56:24 T). Sie wiederholt die Aufforderung, dass zuerst der Text gelesen werden muss, und räumt somit den anderen Lernenden dafür mehr Zeit ein als S2 zum Lesen gebraucht hat. Im nächsten Gesprächsakt fragt die Lehrperson den Schüler S4 explizit, ob er den Text *auch gelesen* hat. Sie bemüht sich ständig – und von Anfang an (vgl. Min. 00:57) – den Schüler S4 in die Gruppe einzuschliessen. Durch die vorläufige Verzögerung der Antwort auf die Frage von S2 öffnet die Lehrerin zugleich die Fragestellung für die Gruppe, denn wenn alle den Text gelesen haben, könnten alle darauf antworten. Schaut man sich jedoch die übernächste Äusserung an, so zeigt sich, dass die Fragestellung von S2 schliesslich nicht aufgenommen wird. S3 bringt eine eigene Frage zum Situationsverständnis ein: *Weinbergschnecken- haben doch keine Beine, oder?* (Min. 02:00:08, S3, Selbstwahl). Dieser Input wird von der Gruppe aufgenommen und über acht Sprecherwechsel hin elaboriert. Federführend in der Gesprächsorganisation bei diesen acht Sprecherwechseln ist wiederum die Lehrerin, aber thematisch federführend ist S3, denn S3 hat des Öfteren in dieser Episode die Kreatorrolle inne: Sie äussert Lösungselemente. Die Lehrperson segnet mit mehrmaligen *ok* die Erkenntnisse ab. Genaugenommen bedeutet das erste ‚ok‘: Denk weiter so; das zweite ‚ok‘ leitet ein definitives Absegnen der Erkenntnisse ein, denn diese Erkenntnisse sollen nun aufgeschrieben werden.

Positioning von S3

In diesem oben zitierten Textauszug lässt sich aufzeigen, wie ein Positioning (vgl. Abschnitt 4.3) zugehen kann: Die Lehrerin positioniert die Schülerin S3 hoch. Sie würdigt ihren Beitrag, erstens indem sie ihn bekräftigt, nämlich damit, dass der Vorschlag von S3 aufgeschrieben werden soll, und zweitens indem sie ihn mündlich wiederholt (Min. 02:21). Folgt man dem Kodiersystem von Krummheuer und Brandt (2001) (vgl. 3.3.2), so ist die Lehrperson im zweiten Teilsatz (*fünfunddreissig Köpfe*) nur die Imitatorin, die Inventorin dieses Statements ist die Schülerin S3: Sie trägt die eigentliche Verantwortung. Das Kodiersystem von Krummheuer und Brandt (2001) ermöglicht folglich, auch die Nicht-Sprecher der Äusserung zu berücksichtigen. S3 ist die eigentliche Kreatorin der Äusserung, dass es 35 Köpfe sind. Der Turn kann als Inventor kodiert werden, weil S3 diesen Turn nicht selbst spricht, aber dennoch die Autorin ist (Krummheuer &

Brandt, 2001). In der Kodierung von Michaels et al. (2002) (vgl. Abschnitt 3.3.3), welche mehr auf die Lehrpersonenäußerungen (teacher moves) achtet als auf den inhaltlich-substanziellen Fachbeitrag, kann diese Aussage der Lehrperson als ‚re-voicing‘ bezeichnet werden, als eine Äußerung, welche der Schüleräußerung ‚wieder/nochmals eine Stimme‘ gibt, sie wiederholt, sie würdigt.

Der Lösungsweg bis hierhin (Min. 02:21)

Bis zur Minute 02:21 hat die Gruppe diese Teile des episodischen Problemmodells besprochen:

Schnecken haben keine Beine (S3)

Anzahl Köpfe 37 (S2: die Zahl der Köpfe der Schnecken zählt auch, SS 37 Köpfe)

Anzahl Köpfe ohne die Schnecken sind 35 (S3, S3, Wiederholung der Lehrperson)

Der Blick auf die Notizblätter der Lernenden zeigt, dass alle so weit sind (vgl. dazu die Notizen der Lernenden im Transkriptauszug 1205.3 nach Minute 02:21)

Die Bedeutungsfelder der Worte „lesen“ und „rauskriegen“

Der nächste Sprechakt der Lehrperson ist eine Aufforderung, mit welchem sie die Lernenden im Problemlöseprozess weiterführen will. Min 2:21: T: ...*Was könnte man noch ... rauskriegen aus der Textaufgabe?* Die nähere Betrachtung der Formulierung dieser Aufforderung zeigt, dass die Lehrperson zwar nicht direkt auf die Ausgangsfrage von S2 in Minute 01:54 (*Was sollen wir da jetzt rauskriegen?*) eingeht, aber die Wortwahl der Schülerin übernimmt. Der ganze Transkriptauszug 1205.3 von Minute 01:31 bis 03:40 bildet funktional eine Einheit, was sich sowohl inhaltsanalytisch bzw. fachdidaktisch wie auch sprachlich zeigt. Fachdidaktisch gesehen wird in der Gruppe gemeinsam das Situationsverständnis geklärt: Es wird die Fragestellung erarbeitet und das episodische Problemmodell geschildert¹⁷. Sprachlich gesehen wird das durch die Aufforderung der Lehrperson, die Textaufgabe zu *lesen*, eingeleitet (Min. 01:31). Darauf fragt S2 *Was sollen wir da jetzt rauskriegen?* (Min. 01:54). Die Lehrperson geht,

¹⁷ Vgl. dazu das Analyseraster der Textaufgabe Nr. 2 (vgl. Abschnitt 6.2): Das Situationsmodell besteht aus den Teilen Anzahl Schnecken = zwei, zwei weitere Arten Tiere, Anzahl Köpfe 37 (Kaninchen, Hühner, 2 Schnecken), Anzahl Köpfe 35 (Kaninchen, Hühner ohne die Schnecken, ~~Anzahl Beine 94~~, Schnecken haben keine Beine, unterschiedliche Anzahl Beine je nach Tierart (Kaninchen 4, Hühner 2). Nur der letzte Schritt bestehend aus der Anzahl der Beine wird hier noch nicht erwähnt.

wie oben gesagt, nicht darauf ein, übernimmt aber den Begriff *rauskriegen*. (02:06:18, T: *Ok, habt ihr schon ein bisschen was rausgekriegt, oder?*). Für die Lehrperson ist in diesem Abschnitt das Wort „rauskriegen“ ein situatives Synonym für „lesen“ geworden: Ziel des Lesens ist es, etwas aus der Textaufgabe rauszukriegen. (vgl. Min. 02:21...*Was könnte man noch ... rauskriegen aus der Textaufgabe?*). Für S2 bedeutet ‚rauskriegen‘ wohl eher ‚eine Fragestellung erarbeiten und es ausrechnen‘. In Minute 03:15 wird die Fragestellung auch von der Lehrperson thematisiert und von S3 beantwortet. Danach fragt die Lehrperson in Minute 03:26:29 T: *Ja? Mhm. Hast du eine Idee, wie man das rauskriegt-kriegen könnte?* Hier ist ‚rauskriegen‘ zu einem situativen Synonym für ‚lösen‘ oder ‚ausrechnen‘ geworden. Die Bedeutung des Wortes „rauskriegen“ entwickelt sich mit dem Fortschreiten des gemeinsamen Dialoges von einem situativen Synonym von ‚lesen‘ über ‚Fragestellung herausfinden‘ zu einem situativen Synonym von ‚lösen‘, genauso wie der Löseprozess sich entwickelt. Etymologisch betrachtet überschneiden sich die Bedeutungsfelder von ‚lesen‘ und ‚rauskriegen‘. ‚Lesen‘ bedeutet ursprünglich ‚auslesen, herauslesen (z. B. Weintrauben aus der Rebe heraus-lesen, heraus-suchen, aus-lesen, heraus-picken). Sie gehören also zum selben Wortfeld. Das Fachwort „situatives Synonym“ ist meine eigene Übersetzung des Begriffes „paradigmatisches Synonym“ aus der französischen Linguistik: „En linguistique moderne, un paradigme est constitué par l'ensemble des unités entretenant entre elles un rapport virtuel de substituabilité.“ (Dictionnaire de linguistique, 1973, S. 354).

Die Antwort auf die Lehrerfrage von Minute 02:21, nämlich, was man denn noch herauskriegen könnte, wird in einem 20 Turns umfassenden polyadischen Dialog, was in dieser Arbeit auch mit dem Begriff ‚aktiver Polylog‘ bezeichnet wird (vgl. 6.5.4), herausgearbeitet. Dies sind Gesprächssequenzen, bei welchen mindestens drei der fünf Gesprächspartner mündlich teilnehmen. In dieser Sequenz äussert sich nur S4 nicht. S1 und S3 haben mehrmals die Kreatorenrolle inne, z. B. in Minute 02.31, S1: *Mm, also jedes Kaninchen hat, denk ich mal, vier Beine, soweit's gesund ist.* T: *Mhm. (ja).* S3: *Und Hühner zwei.* Die Erarbeitung des Situationsmodells erfolgt ko-konstruktiv, indem sich die Äusserungen der Sprechenden ergänzen und erweitern. Auch diese Erkenntnisse werden wieder aufgeschrieben. Vgl. dazu die Notizen der Lernenden in Transkriptsauszug 1205.3, welcher hier nochmals wiedergegeben (vgl. Abbildung 7.2) wird:

In Bezug auf die leicht unterschiedlichen Notizen ist zu bemerken, dass die einzige Lernende, welche sich notiert, dass die Tiere je einen Kopf haben, Schülerin S1 ist. Sie war es auch, welche diesen Beitrag im Lehr-Lerngespräch äussert. S1 hat also dasjenige, was sie mündlich gesagt hat, auch schriftlich genau festgehalten.

S1: 35 K = Kaninchen + Hühner/Kaninchen: 4 Beine 1 Kopf/ Hühner: 2 Beine 1 Kopf
 S2: 35 Köpfe
 S3: 35 Köpfe/Kaninchen: 4 Beine/Hühner: 2 Beine
 S4: 35 Köpfe/Kaninchen: 4 Beine/Hühner: 2 Beine

Abbildung 7.2 Notizen der Lernenden in Minute 3:12

In Minute 03:15:26 fällt der Lehrperson auf, dass die Fragestellung noch gar nicht formuliert worden ist. (Min. 03:15, T: *Mhm. (Wissen wir)- ach so. Was wollen- was sollen wir () überhaupt ausrechnen?*). Zu bemerken ist, dass an dieser Stelle zum ersten Mal gesagt wird, dass etwas *ausgerechnet* werden soll, dass es sich um eine mathematische Textaufgabe handelt, bei der nicht nur Informationen aus dem Text herausgefiltert (*rausgekriegt*) und allenfalls interpretiert werden müssen, sondern dass diese Informationen dazu dienen, eine Gleichung zu formulieren und diese dann zu lösen. Die Antwort auf die Fragestellung kommt von S3. Die Lehrerin evaluiert die von S3 aufgestellte Fragestellung nicht. Sie fragt stattdessen S4, ob er auch dieser Meinung sei. Es ist das zweite Mal, dass S4 namentlich aufgerufen wird. S4 ist derjenige Gesprächspartner, der sich bisher nicht am Lehr-Lerngespräch beteiligt hat. Eine Selbstwahl als Sprecher gab es bei S4 nicht, und die Äusserungen, welche er nach der Fremdwahl formuliert, belaufen sich auf nur fünf Wörter.

Sobald das Wort ausrechnen gefallen ist (Min. 03:15), greifen die ersten Schülerinnen zum Taschenrechner. Die Lehrperson bemerkt dies sofort und kommentiert es. Min. 03:38:06, T (zu S3): *Ihr wollt //immer gleich mit dem Taschenrechner*. Es ist allerdings einzig S3, welche zum Taschenrechner greift, doch die Lehrperson verwendet ein Pronomen im Plural, *ihr*, welches sich auf eine Mehrzahl der Lernenden bezieht. Zudem benutzt sie das verallgemeinernde Zeitwort *immer*. Sie kommentiert somit mit dieser Äusserung etwas, das ihr beim Schülerverhalten generell auffällt. Der nächste Turn von S3 lässt jedoch vermuten, dass S3 eine Lösungsidee hat und bewusst zum Taschenrechner greift, weil sie etwas ausrechnen will, einen Plan hat (03:40:10 S3 *//Das sind- das sind- das sind -ähm-*).

Erste Lösungsidee: Formulierung eines Antwortsatzes und Erklärung des Rechnungsvorgangs

S3 ist überzeugt, einen Lösungsweg zu kennen, und rechnet ein Ergebnis aus. Um ihre Idee ins Lehr-Lerngespräch einbringen zu können, muss S3 sich erst mündlich gegen S1 (Min. 03:44 *Nein, psst!*) und deren Weg, welcher von der

Lehrperson gutgeheissen wird (Min. 03:44, T *Ja.*), durchsetzen. Erst dann kann sie ihren Weg äussern: „*Das sind 23 Kaninchen und zwei Hühner*“ (Min. 03:45). Im Transkriptauszug 1205.4 ist die Formulierung des Antwortsatzes (Code 5) von der Lernenden S3 und ihre Erklärung, wie sie auf diesen gekommen ist (Code 4), nachzulesen.

Transkriptauszug 1205.4

- 5 03:40:10 S3 //Das sind- das sind- das sind -ähm-
- 2c 03:43:05 S1 Insgesamt fünfunddreissig Tiere.
- 5 03:44:27 S3 Nein, psst!
- 2c 03:45:18 T (zu S1) Ja.
- 2c 03:46:08 S1 Ja, und die Schnecken sind ...
- 5 03:46:29 S3 Das sind dreiundzwanzig Kaninchen und zwei Hühner.
- 5 03:49:19 T Nein.
- 5 03:50:10 S3 Ich meine, ein Huhn.
- 5 03:50:28 T Nein.
- 4a 03:51:19 S3 Das könnte aber sein.
- 4a 03:52:18 T Warum?
- 4a 03:53:24 S3 Weil -äh- die Kaninchen haben ja vier Beine.
- 4a 03:57:29 T Ja.
- 4a 03:58:20 S3 Ja, und zwei- zweiundneunzig.
- 4a 04:00:27 T Ja.
- 4a 04:01:20 S3 (Zweiundneunzig) geteilt durch vier.
- 4a 04:03:10 T Nein, wie kommst du auf zwei-? Also ein Huhn //tust du weg?
- 4a 04:05:00 S3 //Ja weil- ja weil vierundneunzig kann man nicht durch vier teilen.
- 4a 04:08:03 T Mhm. Mhm. Genau.
- 4a 04:10:03 S3 Das wären dann -ähm- wie viel macht das? Zwölf?
- 4a 04:13:15 T Zweiundneunzig (hast du noch //übrig).
- 4a 04:14:10 S3 //Nein. Dreizehn- dreizehn -äh- dreiundzwanzig. Kriegen wir.
- 4a 04:17:25 T Zweiundneunzig durch zwei?
- 4a 04:19:04 S1 (Dann sind es) insgesamt bloss //(vierundzwanzig) Tiere.
- 4a 04:20:07 SN //Drei- //vier! Vier!
- 4a 04:20:23 S1 //Zwanzig Tiere. Müssen insgesamt fünfunddreissig //Tiere sein.
- 4a 04:22:08 T //Vier! Gibt?
- 2c 04:24:12 S1 Es müssen fünfunddreissig Tiere sein.

- 2c 04:26:01 T Es müssen insgesamt aber fünfunddreissig Tiere sein. Nein, (bei uns jetzt).
- 2c 04:30:24 S1 () Kaninchen //und Hühner.
- 2c 04:31:03 S2 //Ja, fünfunddreissig.
- 2c 04:32:12 SN () //Köpfe.

In Minute 03:46 bringt S3 eine aus ihrer Sicht richtige Lösung (*23 Kaninchen und zwei Hühner*), welche sie mit Bestimmtheit präsentiert (Selbstwahl) und auch gegen das schnelle *Nein*, d. h. die negative Evaluation der Lehrperson, zuerst korrigiert (*Ich meine, ein Huhn*) und dann nochmals durchsetzt (Min. 03:51 S3 *Das könnte aber sein*). Da die Lehrperson wohl aufgrund des Beharrens von S3 nachfragt, formuliert S3 ihren Rechenweg: Kaninchen haben vier Beine und die Gesamtzahl der Beine kann man nicht durch vier dividieren. Deshalb rechnet S3 aus, welche Zahl unterhalb von 94 man durch vier dividieren kann. Das ist 92. Diese Zahl wird durch vier dividiert und ergibt 23 Kaninchen. Zwei Beine von den 94 Beinen müssen weggenommen werden, was einem Huhn entspricht. Diese Erklärung von S3 entwickelt sich als dialogische Interaktion zwischen S3 und der aktiv zuhörenden Lehrerin (z. B.: *Ja; Also ein Huhn //tust du weg?*) innerhalb von zwölf Turns. Die Lehrperson ist – von S3 aus gesehen – die adressierte Gesprächspartnerin (Goffman, 1981; Levinson, 1988): S3 antwortet auf die Frage der Lehrperson. S2 und S4 sind Mithörer, d. h. Lernende, welche im Raum sind, aber nicht direkt angesprochen werden. S1 kann am ehesten als Zuhörerin bezeichnet werden, denn sie hat sich im vorhergehenden Gesprächsaustausch (Min. 03:43 und Min. 03:45) aktiv beteiligt und ist von S3 gleichsam in ihrem Gedankengang blockiert worden (Min. 03:44, S3 *Nein, psst!*). S1 schaltet sich in Minute 04:19:04 wieder aktiv ins Lehr-Lerngespräch ein (Selbstwahl): *S1 (Dann sind es) insgesamt bloss //(vierundzwanzig) Tiere.* Schliesslich wird die Lösung von S3 in einem polylogischen Gespräch, bei welchem sich am Schluss auch S2 äussert, als nicht passend beurteilt. S1 und S2 erinnern an die Situationsanalyse in Minute 04:24:12: *S1: Es müssen fünfunddreissig Tiere sein.* (Code 2c)

Repetition des Situationsmodells als ko-konstruktiver Argumentationsgang

Nach einem kurzen Überlegungsfehler der Lehrerin (vgl. Transkriptauszug 1205.5), welche Aufgabe sie gerade behandeln (Min. 4:33 bis 4:43), wird auf ihre Initiierung (*So, und jetzt weiter?*) die im Transkriptauszug 1205.3 erarbeitete und aufgeschriebene Situationsanalyse (z. B. 05:04:11 S1 *Ja, und die Kaninchen und die Hühner haben fünf- sind fünfunddreissig insgesamt*) nochmals erklärt und

die Fragestellung repetiert (05:25:03 S1 *Die wollen wissen, wie viele Kaninchen und wie viele Hühner es sind.*).

Transkriptauszug 1205.5

- 2c 04:33:27 T //Halt mal. Halt mal, halt mal. Wieso haben wir denn aufgeschrieben fünfunddreissig Köpfe, nachdem ihr gesagt habt.
- 2c 04:40:09 S3 Weil da noch zwei ...
- 2c 04:42:05 S2 Nein, das waren//().
- 2c 04:43:20 T //Ja, ihr habt's ja schon Recht. Ich- ich muss das hier umknicken, sonst lese ich immer die obere Aufgabe. **Ok? So**, weil bei dir- bei dir kuck ich mit rein.
- T So, und jetzt weiter?
- 2c 04:55:11 S2 Siebenunddreissig Köpfe.
- 2c 04:57:17 T Ist- ist- ja, waren insgesamt siebenunddreissig// ().
- 2c 05:00:09 SN/ //Weil die Schnecken //(auch Tiere) sind.
S2?
- 2c 05:01:01 SN //Ja. ...//(zwei).
- 2c 05:01:25 T //Die Schnecken weggenommen wegen den Füßen.
- 2c 05:03:29 SN Mhm.
- 2c 05:04:11 S1 Ja, und die Kaninchen und die Hühner haben fünf- sind fünfunddreissig insgesamt.
- 2c 05:09:07 T Mhm. **Also** sind insgesamt fünfunddreissig.
- 2c 05:14:23 S3 Tiere.
- 2c 05:15:16 T Hühnchen und Kaninchen.
- 2c 05:17:17 Ss Ja.
- 2c 05:18:05 T **Gut**. War das die Antwort?
- 2c 05:20:10 Ss Nein.
- 2c 05:21:08 SN Ja.
- 2b 05:21:16 T Was wollen die wissen?
- 2b 05:22:19 SN Die wollen (ja auch //die Beine).
- 2b 05:23:11 SN Die wollen nicht die Anzahl wissen, die wollen ...
- 2b 05:24:20 SN Die wollen die ...
- 2b 05:25:03 S1 ... wissen, wie viele Kaninchen und wie viele Hühner es sind.

Auffallend an diesem Transkriptauszug ist auch hier wieder, dass die Lehrperson das Gespräch strukturiert mit Gliederungssignalen (*okay; so; so, und jetzt weiter; also; gut*), aber dass der Inhalt ko-konstruktiv erarbeitet wird. Die Schüler und Schülerinnen tragen ihren Part dazu bei, substanzielle Äusserungen in

Bezug auf den Lösungsweg zu generieren bzw. hier in diesem Auszug zu repetieren. Ein detailliertes Analysebeispiel soll dies nochmals in der Kodierung nach Krummheuer und Brandt (2001, vgl. Abschnitt 3.3.2) aufzeigen (vgl. Tabelle 7.8).

Tabelle 7.8 Tabelle mit den Codes der Lösungsschritte, Timecode, Sprecher, Äußerung, Verantwortlichkeit Sprecher und Verantwortlichkeit Nicht-Sprecher nach Krummheuer und Brandt, 2001

				Verantwortlichkeit Sprecher: dieser Auszug (und in Klammer ganze Situation)	Verantwortlichkeit Nicht-Sprecher (ganze Situation)
2c	04:55:11	S2	Siebenunddreissig Köpfe.	Kreator/ (Paraphrase)	(Initiator S2, Min. 2:00)
2c	04:57:17	T	Ist- ist- ja, waren insgesamt siebenunddreissig// ().	Traduzierer/ (Paraphrase)	(Formulierer S2, Min. 4:55)
2c	05:00:09	SN/ S2?	//Weil die Schnecken // (auch Tiere) sind.	Kreator/ (Paraphrase)	(Initiator S2, Min. 2:04)
2c	05:01:01	SN	//Ja. ...//(zwei).		
2c	05:01:25	T	//Die Schnecken weggenommen wegen den Füßen.	Kreator/ (Paraphrase)	(Initiator S3, Min. 2:08)
2c	05:03:29	SN	Mhm.		
2c	05:04:11	S1	Ja, und die Kaninchen und die Hühner haben fünf- sind fünfunddreissig insgesamt.	Kreator/ (Paraphrase)	(Initiator S1, Min. 4:24)
2c	05:09:07	T	Mhm. Also sind insgesamt fünfunddreissig.	Paraphrase/ (Paraphrase)	(Initiator S1, Min. 4:30)

Betrachtet man nur diesen Transkriptauszug, so zeigt sich, dass sowohl die Lehrperson (T), als auch Schülerin S1 und Schülerin S2 (und eine Schülerin, welche nicht zugeordnet werden kann, SN) neue Lösungsschritte einbringen. Deshalb wurden diese Äußerungen als ‚Kreator‘ kodiert (Spalte 5 in Tabelle 7.8). Da diese Äußerungen bezogen auf die Erarbeitung des Lösungsweges und bezogen auf die ganze Kleingruppenunterrichtssituation eine Repetition des bisher erarbeiteten Situationsmodells sind, kann man diese Äußerungen auch alle als

Paraphrase bezeichnen. Diese Kodierung ist in Tabelle 7.8 Spalte 5 in Klammern angegeben. Die ursprünglichen Autoren der in den einzelnen Äusserungen genannten substanziellen Beiträge zu den Lösungsschritten sind in der letzten Spalte genannt (Verantwortlichkeit der Nicht-Sprechenden). Es werden nämlich die Ideen von S2, S3 und S1 wieder aufgenommen. Der Lösungsschritt, dass es insgesamt 35 Tiere sind, bestehend aus Hühnern und Kaninchen ohne die Schnecken, wurde ko-konstruktiv erarbeitet. Eine auf die lautliche Form gerichtete Betrachtung des Videos zeigt dies ebenfalls: Die vier Äusserungen von Minute 04:57 bis Minute 05:01 überschneiden sich (Codesignal // im Transkript). Auch die Überlappung der Äusserungen zeigt die Ko-Konstruktion deutlich auf.

Zwischenfazit nach der Erarbeitung des Situationsmodells (Min. 00:00 bis 05:25)
Welcher Gesprächspartner bisher im Gesprächsverlauf welche Rolle für die Erarbeitung des Lösungsweges eingenommen hat, wird in Tabelle 7.9 dargestellt.

Tabelle 7.9 Minute 0 bis 5:25, Erarbeitung des Situationsmodells bis vor der Mathematisierung

	Turns	Wörter	Kreator	Themeninitiiierung
T	57 / 45 %	423 / 60 %	–	8
S1	9 / 7 %	63 / 9 %	4	2
S2	8 / 6 %	27 / 4 %	2	1
S3	22 / 17 %	114 / 16 %	7	3
S4	5 / 4 %	6 / 1 %	–	–
SN/SS	26 / 20 %	68 / 10 %	–	–
T vs. SS	57:70	423:278	0:13	8: 7
Prozente	45 %: 55 %	60 %: 40 %	≈ 0 %: 100 %	≈ 50 %: 50 %

Legende zu Tabelle 7.9: T: teacher, Lehrperson; S1: Schüler oder Schülerin Nr.1 etc.; SN: ein neuer Schüler oder eine neue Schülerin spricht, es ist aber nicht erkennbar, welche Person spricht; Ss: mehrere Schüler sprechen gemeinsam; SS: alle Schüler und Schülerinnen sprechen gemeinsam; Kreator: substanzieller Beitrag für die Aufgabenlösung; Themeninitiiierung: bringt neues (Sub)Thema ein (z. B. Schnecken, Anzahl Beine, Fragestellung, Variable, Gleichung, Lösungsverfahren)

Die Häufigkeiten der Turns und der Wörter dienen als Übersicht und können nur leicht in Bezug auf die Problemlösung gedeutet werden. S3 spricht verhältnismässig viel und die Lehrerin spricht prozentual weniger Wörter als sie im gesamten Lehr-Lerngespräch sprechen wird (T:SS = 70 %:30 %). Interessant

an den Ergebnissen in Tabelle 7.9 sind die Rollenverteilungen der Kreatoräusserungen (Spalte 4) und der Themeninitiierung (Spalte 5). Als Themeninitiierung wurden Äusserungen bezeichnet, welche den Anfang von mehreren thematisch einheitlichen Turns bilden. Bei dieser Definition wurde nicht unterschieden zwischen rein mathematisch-inhaltlichen Initiierungen (wie z. B. in Bezug auf die Fragestellung oder die Anzahl der Beine), strukturellen Initiierungen (reinkommen, Platz nehmen, beginnen) oder metakognitiv-strategischen Initiierungen (lesen, aufschreiben). Die genauere Betrachtung des Transkripts zeigt auf, dass die Lehrperson bisher keine mathematisch-inhaltlichen Initiierungen einbringt. Diese kommen alle von den Schüler*innen. Auch alle substanziellen Lösungsschritte oder Teile davon kommen von den Schüler*innen (Kreatorrolle der Schüler und Schülerinnen). Dieser Lehrerin ist es wichtig, dass die Lernenden aktiv den Problemlöseprozess erarbeiten und ihre Ideen einbringen.

Mathematisierung (ab Min. 05:27): Mathematisierung I: Idee der Variablen (Code 3.1)

In Minute 05:27 beginnen die Lernenden der Gruppe 1205 auf die Initiierung der Lehrperson damit, das Situationsmodell zu mathematisieren. Damit der Beginn der Mathematisierung verstanden werden kann, wird im Transkriptauszug 1205.6 zuerst die vorhergehende Episode nochmals dargestellt.

Transkriptauszug 1205.6 vor der Mathematisierung: Repetition der Fragestellung

- | | | | |
|----|----------|----|---|
| 2b | 05:21:16 | T | Was wollen die wissen? |
| 2b | 05:22:19 | SN | Die wollen (ja auch //die Beine) ... |
| 2b | 05:23:11 | SN | Die wollen nicht die Anzahl wissen, die wollen ... |
| 2b | 05:24:20 | SN | Die wollen die ... |
| 2b | 05:25:03 | S1 | ... wissen, wie viele Kaninchen und wie viele Hühner es sind. |

Die Lehrperson verlangsamt nach diesem Auszug ihr Sprechtempo und ändert ihre Haltung des Kopfes. Sie weist prosodisch und gestisch darauf hin, dass jetzt ein anderer Abschnitt beginnt.

Transkriptauszug 1205.7: Beginn der Mathematisierung

[Sitzhaltung T: Die Lehrperson stützt ihren Kopf auf beide Hände auf.]

- | | | | |
|------|----------|---|--|
| meta | 05:27:18 | T | Aha. So. Und jetzt würde ich euch doch empfehlen, einfach nicht bloss draufloszuschiessen (durch so eine Aufgabe) () Taschenrechner schnell (reinzumachen), |
|------|----------|---|--|

meta	05:37:24	T	sondern mal auch zu überlegen, wie löst man eine Textaufgabe. ... Wenn man was nicht weiss, was macht man dann? ... Bei einer Textaufgabe. Ich habe eine unbekannte Grösse.
	05:51:09	T	[S4]
3.1a	05:52:11	S4	X.
3.1c	05:52:27	T	Ja. Wen setzen wir X?
3.1c	05:55:12	S4	Hühner.
3.1c	05:56:03	SN	(vierundneunzig Beine). Nein.
3.1c	05:57:18	SN	() Hühner und Kaninchen.
3.1c	06:00:10	T	Bitte? [T ändert ihre Händehaltung; die Hände sind verschränkt auf dem Tisch liegend]
3.1c	06:00:29	Ss/ S3oS4	Hühner und Kaninchen.
3.1c	06:02:19	T	Beide zusammen?
3.1e	06:03:20	S3	// () X Y. ... X Kaninchen, Y Hühner.
3.1e	06:03:20	SN	//(einzeln)
3.1e	06:08:19	T	Ja. Gut. Also die- dann macht doch bei den Kaninchen X davor und bei den Hüh- genau.
3.1e	06:14:19	T	[zu S3] Das stimmt nicht, wenn du so- du kannst nicht aufschreiben, vier Beine gleich X. [Notizen S3: 35 Köpfe Kanninchen: 4 Beine = x Hühner: 2 Beine = y]
3.1e	06:19:04	S3	Nein, Kaninchen gleich- X gleich Kaninchen.
3.1e	06:21:17	T	Das musst du wegmachen, das ist nicht richtig. ... Ja? So. [S3 steht auf, um sich einen Radiergummi zu holen]
		T	(Komm) nichts radieren, hier wird ausgestrichen heute. [Notizen S3: 35 Köpfe x = Kanninchen: 4 Beine \neq x y = Hühner: 2 Beine \neq y]
3.1e	06:30:07	T	Also , ihr habt X Kaninchen und ihr habt Y Hühner. Soweit seid ihr euch jetzt einig.
3.1e	06:35:12	Ss	Ja.

Nachdem die Fragestellung in Minute 05:25 von S1 wiederholt worden ist (*die wollen wissen, wie viele Kaninchen und wie viele Hühner es sind*), bestätigt die Lehrperson diese Lernendenaussage deutlich (*Aha. So.*). Dann fährt sie fort mit einem metakognitiven Tipp und schlägt vor, sich zu *überlegen, wie [löst] man eine Textaufgabe löst* (Min. 05:37). Dazu gibt sie noch den Hinweis, dass bei Textaufgaben unbekannte Grössen vorkommen können, und fragt, was man dann machen kann. S4 bringt, aufgerufen durch die Lehrperson, die Idee ein, eine Variable zu setzen (Min. 05:52:11, S4: X.). Diese Äusserung von S4 wurde in der Kodierung als Ko-Kreator bezeichnet, weil S4 zwar diese Idee der Variablen einbringt, aber vermutlich nicht ohne den vorhergehenden Hinweis der Lehrperson (Min. 05:37) auf die unbekannte Grösse darauf gekommen wäre. Die Lehrperson bestätigt den Vorschlag von S4 (*ja*) und fragt nach, wen man als X setzen könnte. Es folgt eine polyadische Interaktionssequenz von acht Äusserungen an deren Ende schliesslich von S3 als Ko-Kreatorin festgelegt wird, dass Kaninchen mit der Variablen X und Hühner mit der Variablen Y bezeichnet werden (Min. 06:00:29, Ss/S3oS4: *Hühner und Kaninchen. T: Beide zusammen? S3: // () X Y ... X Kaninchen, Y Hühner.*) Die Schüler und Schülerinnen schreiben diesen Teilschritt auf ihr eigenes Blatt auf. Die Lehrerin greift bei S3 korrigierend ein (siehe Transkriptauszug inkl. Notizen von S3, Min. 06:14 bis 06:30). Sie überwacht das Fortschreiten der Lernenden. Am Schluss dieser Episode wiederholt die Lehrerin das Ergebnis dieses Lösungsschrittes und holt die einzelnen Schüler und Schülerinnen, welche mit ihrem Notizpapier beschäftigt waren, damit wieder zusammen. Die Schüler und Schülerinnen bestätigen gemeinsam das bisherige Ergebnis: Min. 06:30:07 T: *Also, ihr habt X Kaninchen und ihr habt Y Hühner. Soweit seid ihr euch jetzt einig.* Min. 06:35:12, Ss: *Ja.*

Zwischenfazit zum ersten Teil der Mathematisierung (Code 3.1, Idee der Variablen)
Die Themeninitiiierung bei der Mathematisierung und deren Lösungsstrategie kommt von der Lehrperson. Sie gibt den Tipp sich (nochmals) zu vergegenwärtigen, wie man Textaufgaben im Allgemeinen löst. Die Teilschritte des Lösungsprozesses kommen von den Lernenden, nämlich erstens die unbekannt Grössen als Variablen zu bezeichnen, und zweitens, sich zu überlegen, was genau bei dieser Textaufgabe als Variablen bezeichnet werden kann. S4 und S3 sind jeweils Ko-Kreatoren auf die Hinweise der Lehrperson. Die Lehrerin strukturiert den Lehr-Lerndialog und achtet genau darauf, dass die Schüler und Schülerinnen das Herausgefundene richtig und in sinnvoller Darstellung aufschreiben.

Mathematisierung II: Idee der Gleichungen und Aufstellung derselben (Code 3.2)

Die Lehrerin möchte mit der Frage, *wie viele Tiere es insgesamt* sind (Min. 06:35), einen weiteren Lösungsschritt initiieren. Die Schüler und Schülerinnen antworten jedoch auf diese initiierende Frage mit der seit Längerem, nämlich seit Minute 02:19 bekannten Zahl *fünfunddreissig*. Die Anzahl der Tiere insgesamt wurde bisher schon elf Mal genannt. Die zwei ersten Äusserungen des Transkriptauszugs 1205.8 sind deshalb noch als Situationsbeschreibung kodiert worden. Die Lehrperson reagiert auf die Äusserung der Lernenden, indem sie ein Fachwort (*Gleichung*) einbringt und damit einen konkreten Hinweis gibt, wie man im Lösungsweg weitermachen kann.

Der Transkriptauszug 1205.8 dokumentiert die gesamte Episode ‚Gleichungen aufstellen‘ (Code 3.2). Diese Episode dauert zwei Minuten und besteht aus 37 Äusserungen. Der Abschnitt ist wiederum ein aktiver Polylog (vgl. Abschnitt 6.5.4), denn es äussern sich alle Gesprächsteilnehmenden. Am Ende dieser Episode sind beide Gleichungen genannt und die erste dieser Gleichungen, die Kopfgleichung, ist auch schon schriftlich fixiert worden auf den Notizblättern der Lernenden.

Transkriptauszug 1205.8: Mathematisierung II, Gleichungen aufstellen, Min. 06:35 bis 08:33

- 2c 06:35:28 T Mhm. Wie viele Tiere sind's insgesamt?
- 2c 06:38:03 Ss Fünfunddreissig.
- 3.2a 06:39:12 T Kann man das mit einer **Gleichung** jetzt machen?
- 3.2b 06:41:27 S1 Fünfunddreissig gleich X plus Y?
- 3.2b 06:44:19 T Sehr gut, [S1]. ... Schreibt das mal drunter.
[T schaut auf die Notizblätter von S2 und S3]
 [Notizen S2:
 $35(x + y) =]$
- 3.2b 06:52:20 T [zu S1] Du, die [S2] hat dich nicht verstanden, wie du es gemeint hast.
[S2 schaut auf Notizblatt von S1]
- 3.2b 06:56:11 S2 Aha!
- 3.2b 06:57:22 S1 Ist klar.
- meta 06:58:08 T [zu S2] Ausstreichen! So. Noch mal neu anfangen. ... Hm [nein].
 schr [S2], schreibe
 bitte da drunten weiter, weil wir wollen ja Gleichungen ausrechnen.
 ...
 Wir brauchen Platz.

- [Notizen S2:
 $35(x + y) =$
 $35 = x + y]$
- 07:13:12 T **So.** [S4] ...
- 07:17:00 T [zu S4] Was nimmst du den Taschenrechner in die Hand?
Was möchtest du machen?
- 2b 07:23:01 S4 Wie viel (mal) Hühner sind und wie viel Kaninchen.
- 4a 07:28:07 T Kann ich das jetzt schon ausrechnen?
07:30:03 S4 (Nein.)
- 2c 07:30:18 T Hm, hm. ... Was wissen wir denn noch?
- 2c 07:39:25 Sw (Wie viel Beine es sind).
- 2c 07:41:13 T Insgesamt sind's wie viel Beine?
- 2c 07:43:24 S2 Vierundneunzig.
- 2c 07:44:09 T Vierundneunzig Beine.
07:46:01 S2 Mhm.
- 2c/ 07:47:00 T Und jetzt habt ihr vorhin gesagt, die Kaninchen haben vier Beine
3c und die
Hühner zwei Beine. Die Kaninchen sind X und die Hühner sind Y.
- 3.2c 07:56:19 T Können wir jetzt noch eine Gleichung aufstellen mit Hilfe von den
Beinen?
- 3.2c 07:59:29 S3 (Wir können schon.)
- 3.2c 08:01:15 T (Wir können schon.) Dann machen wir die mal. ... Wie?
- 3.2c 08:06:13 S3 ()
- 3.2c 08:09:23 T [zu S4] [S4], hast du eine Idee?
[T schaut zu S4]
- 3.2c 08:14:19 S1 Geht nicht, vier X// (plus zwei Y)?
- 3.2c 08:16:02 S3 //X mal vier ().
- 3.2c 08:17:12 T Hmm/Wie?
[T schaut jetzt zu S1]
- 3.2c 08:17:27 S1 Vier X plus zwei Y.
- 3.2c 08:19:22 T Ja. Aber sind es die fünfunddreissig Tiere dann zusammen?
- 3.2c 08:22:24 S1 (Weiss ich nicht).
- 3.2c 08:24:01 T Das Ergebnis von dieser //Addition.
- 3.2c 08:25:11 S3 //(X mal vier plus zwei Y).

- 3.2c 08:27:17 T Ja.
 3.2c 08:28:25 S3 Gleich vierundneunzig.
 3.2c 08:29:26 T Genau. Und warum? Jetzt muss man's den- allen andern auch erklären.
 3.2c 08:33:24 S (//)

Die Episode der Mathematisierung kann fachdidaktisch betrachtet in zwei Abschnitte aufgeteilt werden: Aufstellen der ersten Gleichung (Kopfgleichung) und Erarbeitung der zweiten Gleichung (Beingleichung). Diese Abschnitte werden nun nacheinander beschrieben und interpretiert. Ein dritter Punkt, das schriftliche Notieren der zweiten Gleichung von den einzelnen Lernenden, wird erst im nächsten Unterkapitel behandelt.

Nachdem die Lehrerin den Fachbegriff *Gleichung* eingebracht hat (06:39:12 – T: *Kann man das mit einer Gleichung jetzt machen?*), kommt von S1 prompt eine korrekte Antwort, allerdings in Frageform, welche angibt, dass S1 sich ihrer Sache nicht ganz sicher ist (06:41:27 – S1: *Fünfunddreissig gleich X plus Y?*). Die Lehrperson bestätigt diese Antwort und lobt S1 dafür (06:44:19 – T: *Sehr gut, [S1]*). An dieser Stelle wird S1 als Autorin der ersten Gleichung positioniert. Sie wird durch das Lob gewürdigt. Diese Antwort ist so wichtig, dass sie von allen aufgeschrieben werden muss (T: *Schreibt das mal drunter.*) Die Lehrperson hat zwar mit zwei Fragen und dem Stichwort ‚Gleichung‘ Hinweise gegeben, aber die erste Gleichung wird von einer Lernenden (S1) formuliert. Diese Lernende wird auch dementsprechend gewürdigt. Als die Lehrperson nämlich kurz darauf sieht, dass S2 die Gleichung nicht richtig aufgeschrieben hat, verweist sie mündlich wiederum auf S1. Die Lehrperson sagt zu S1: *Du, die [S2] hat dich nicht verstanden, wie du es gemeint hast.* 06:52:20). S2 schaut entsprechend auf das Notizblatt von S1 und verbessert ihren Eintrag auf ihrem eigenen Blatt. S1 ist folglich auch für S2 die echte Autorin der Gleichung, oder im Theoriemodell von Brandt (2004), die Kreative, welche die Hauptverantwortung für diesen Lösungsschritt trägt.

Im nächsten Abschnitt dieser Episode (ab Min. 07:13), bei der es darum geht, die zweite Gleichung aufzustellen, versucht die Lehrerin wiederum – bereits zum vierten Mal – dass S4 eine Idee einbringt. S4 bringt mit seiner Äußerung jedoch keinen Lösungsschritt ein, der weiterhilft. Die Lehrperson stellt deshalb nochmals eine Frage und gibt dadurch einen indirekten Hinweis: *Was wissen wir denn noch?* (Min. 07:30). Die Lehrerin wartet und nach 9 Sekunden sagt eine Schülerin (Sw), dass man weiss, *wie viele Beine es sind*. Nach der Nennung der Anzahl der Beine, was wiederum von einer Schülerin auf die Nachfrage der

Lehrerin geäußert wurde, wiederholt die Lehrerin, was sie als Gruppe bis jetzt festgestellt haben. Die Lehrerin bemüht sich, wie dieser Abschnitt exemplarisch aufzeigt, dass die Lernenden die Kreaterollen im Problemlöseprozess übernehmen können. Und sie macht die Lernenden darauf aufmerksam, was sie schon selbst herausgefunden haben: Min. 07:47:00 – T: *Und jetzt habt ihr vorhin gesagt, die Kaninchen haben vier Beine und die Hühner zwei Beine. Die Kaninchen sind X und die Hühner sind Y.* Dann stellt sie die ganz konkrete Frage, ob sie jetzt nicht mit den Beinen auch eine Gleichung aufstellen können. Ab diesem Punkt im Lehr-Lerngespräch dauert es noch vier Äußerungen – welche übrigens wiederum einen Aufruf der Lehrperson an S4 beinhalten, welcher nicht fruchtet – bis die zweite Gleichung aufgestellt ist. Dies geschieht wiederum von S1 in fragender Intonation. 08:14:19 – *Geht nicht, vier X// (plus zwei Y)?*

Die Lehrperson hatte nicht mit einer Antwort von S1 gerechnet. Sie schaut ab Minute 08:09 zu S4, den sie namentlich aufgerufen hat. Für die Lehrperson war S4 der einzige adressierte Gesprächspartner dieser Äußerung. Die anderen Lernenden waren in diesem Moment für die Lehrperson nur Mithörer (vgl. Abschnitt 3.3.2). Deshalb muss die Lehrperson die Antwort von S1 nochmals hören, um sie bewusst zu hören und aufzunehmen. Sie fragt in Minute 08:17 nach (*Hmm/wie?*). Da die anderen Lernenden für die Fragestellung der Lehrperson in Minute 07:56 auch adressierte Gesprächspartner waren, kann sich S1 äussern, ohne eine Regel der Konversation zu brechen. Die unterschiedliche Adressatenzuschreibung war am Anfang der Tutoringsituation (Min. 0:57 bis 01:15) auch schon Anlass für eine Deutung. Der unterschiedliche Grad der Adressatenzuschreibung durch die Lehrperson kann deshalb so interpretiert werden, dass die Lehrperson, welche die Lernenden ja kennt, von Anfang an versucht, S4 vermehrt ins Gespräch einzubinden. Dies stört die hier anwesenden Schülerinnen nicht, denn sie äussern sich dennoch frei und in Selbstwahl, auch wenn von der namentlichen Nennung her nur S4 angesprochen wird. Die Tutoringsituation ist sowohl für die Lehrperson als auch für die Lernenden eine Gruppensituation, bei der grundsätzlich alle Lernenden angesprochen sind und sich äussern dürfen.

Die Addition der zweiten Gleichung, der Beingleichung, *vier x plus zwei y*, ist von S1 in Minute 08:14 ausgesprochen und auf die Nachfrage der Lehrperson von derselben Schülerin wiederholt worden. S1 ist folglich die Kreaterin der zweiten Gleichung oder zumindest vom Term für die zweite Gleichung. Die Lehrperson fragt zweifach nach, was denn das Ergebnis dieser Addition sei, worauf S3 antwortet. Die Sequenz wird in Tabelle 7.10 nochmals wiedergegeben und auf die Verantwortlichkeit der Sprechenden und der Nicht-Sprechenden hin analysiert.

Die Verantwortlichkeit für die Formulierung der Beingleichung ist laut der Analyse in der Tabelle 7.10 ko-konstruktiv. Die Lehrperson bringt die Idee ein,

Tabelle 7.10 Verantwortlichkeit für die zweite Gleichung (Beingleichung)

Kode	Zeit	Sprecher	Transkript	Verantwortlichkeit der Sprechenden	Verantwortlichkeit der Nicht-Sprechenden	Erklärung der Analyse
2c /3.1c	07:47:00	T	Und jetzt habt ihr vorhin gesagt, die Kaninchen haben vier Beine und die Hühner zwei Beine. Die Kaninchen sind X und die Hühner sind Y.	Paraphrase (von allen)	„alle“	Repetition des vorher Gesagten
3.2c	07:56:19	T	Können wir jetzt noch eine Gleichung aufstellen mit Hilfe von den Beinen?	Kreator T		Idee der Bein-Gleichung
3.2c	07:59:29	S3	(Wir können schon.)			
3.2c	08:01:15	T	(Wir können schon.) Dann machen wir die mal. ... Wie?			
3.2c	08:06:13	S3	()			
3.2c	08:09:23	T (zu S4)	[S4], hast du eine Idee?			
3.2c	08:14:19	S1	Geht nicht, vier X// (plus zwei Y)?	Kreator S1		
3.2c	08:16:02	S3	//X mal vier ().	Kreator S3		a)
3.2c	08:17:12	T	Hmm/wie?			
3.2c	08:17:27	S1	Vier X plus zwei Y.	Imitator S1	Inventor S1	
3.2c	08:19:22	T	Ja. Aber sind es die fünfunddreißig Tiere dann zusammen?	Traduzierter T	Formulierer S1	
3.2c	08:22:24	S1	(Weiss ich nicht).			

(Fortsetzung)

Tabelle 7.10 (Fortsetzung)

Kode	Zeit	Sprecher	Transkript	Verantwortlichkeit der Sprechenden	Verantwortlichkeit der Nicht-Sprechenden	Erklärung der Analyse
3.2c	08:24:01	T	Das Ergebnis von dieser //Addition.	Traduzierer T		
3.2c	08:25:11	S3	//(X mal vier plus zwei Y).	Imitator S3	Inventor S1 und S3	
3.2c	08:27:17	T	Ja.			
3.2c	08:28:25	S3	Gleich vierundneunzig.	Ko-Kreator S3		b)
3.2c	08:29:26	T	Genau. [Blick zu S3] Und warum? Jetzt muss (man's) den- allen andern auch erklären.			

Anmerkungen: a) Die beiden Äußerungen von S1 und S3 werden nahezu gleichzeitig gesagt (vgl. //), deshalb sind beide SchülerInnen Kreatoren dieses Teiles der Beingleichung. b) Das Stichwort *Ergebnis* wurde von T eingebracht, deshalb ist S3 hier nur Ko-Kreator der ganzen Beingleichung.

mit den Beinen eine Gleichung aufzustellen, S1 – und nahezu gleichzeitig S3 – formulieren die Addition, woraufhin die Lehrperson nach dem Ergebnis dieser neuen Addition fragt. S3 bringt dann das Ergebnis der Gleichung ein, nämlich 94. Die Lehrerin positioniert S3 als Autorin der Beingleichung, indem sie S3 auffordert, es den anderen zu erklären (Min. 8:29) und die Gleichung nochmals zu sagen (Min. 8:29, T: *//Jetzt würde ich euch bitten, die Gleichung unter die zweite drunter zu schreiben. Sagst du noch mal, wie die heisst, [S3]?*)

Im nächsten Abschnitt werden die einzelnen Beiträge der Teilnehmenden zur Mathematisierung zusammenfassend anhand von einer Tabelle betrachtet und mit der Erarbeitung des Situationsmodells verglichen.

Zwischenfazit nach der Erarbeitung der Mathematisierung (Min. 05:27 bis 08:33)

Tabelle 7.11 Minute 5:27 – 8:33, Erarbeitung der Mathematisierung

	Turns	Wörter	Kreator	Ko-Kreator	Themeninitiiierung
T	29	T: 297 / 80 %	–	–	6
S1	5	S1: 15 / 4 %	1	1	–
S2	3	S2: 3 / 1 %	–	1	–
S3	6	S3: 23 / 6 %	1	2	–
S4	4	S4: 3 / 1 %	1	1	–
SN/Ss	7	SN: 29 / 8 %	–	1	–
T vs SS	29:25	297: 73	0: 3	0: 6	6: 0
Prozente	53 %: 47 %	80 %: 20 %	≈ 0 %: 100 %	≈ 0 %: 100 %	≈ 100 %: 0 %

Legende: T: teacher, Lehrperson; S1: Schüler oder Schülerin Nr.1 etc.; Ss: mehrere Schüler sprechen gemeinsam; SN: ein neuer Schüler oder eine neue Schülerin spricht, es ist aber nicht erkennbar, welche Person spricht; SS: alle Schüler und Schülerinnen gemeinsam; Kreator: Substanzieller Beitrag für die Aufgabenlösung; Ko-Kreator: Substanzieller Beitrag für die Aufgabenlösung auf einen Hinweis hin; Themeninitiiierung: bringt neues (Sub)Thema ein (z. B. Schnecken, Anzahl Beine, Fragestellung, Variable, Gleichung, Lösungsverfahren)

Aus Tabelle 7.11 kann herausgelesen werden, dass das Lehr-Lerngespräch in Bezug auf die Mathematisierung ein aktiver Polylog ist, bei welchem sich alle

Teilnehmenden äussern. Die Lernenden insgesamt sprechen fast gleich viele Turns wie die Lehrperson (Prozentzahlen: Lehrperson 53 % vs. Lernende 47 %). Auch die Lernenden unterscheiden sich untereinander nicht wesentlich in Bezug auf die Anzahl ihrer Äusserungen. Betrachtet man jedoch die Anzahl der Wörter, so stellt man fest, dass die Lehrperson einen weit grösseren Anteil davon sagt. Dies auch im Vergleich zu Tabelle 7.9, welche die Erarbeitung des Situationsmodells beschreibt. Bei der Erarbeitung des Situationsmodells haben die Lernenden 40 % der Wörter gesprochen, hier bei der Mathematisierung sind es nur noch 20 %.

Die Grundstruktur der Gesprächsführung zeigt wiederum auf, dass die Lehrperson den Lehr-Lerndialog so gestaltet, dass die Lernenden die wesentlichen Beiträge für die Lösungsschritte einbringen. Sie sind die Kreatoren. Im Vergleich zur Erarbeitung des Situationsmodells muss in Bezug auf die Mathematisierung hinzugefügt werden, dass ein weiterer Code beigezogen wurde: derjenige des Ko-Kreators. Der/die Sprechende, welche/r als Ko-Kreator kodiert wurde, bringt Beiträge, welche auf einem Hinweis in vorhergehenden Turns beruhen. Er/sie ist folglich nur Ko-Autor des Lösungsschrittes. Die Themeninitiierung ist bei der Mathematisierung vollständig auf die Lehrperson übergegangen. Dies war bei der Erarbeitung des Situationsmodells noch anders, denn dort hatten auch die Lernenden Themen im Lehr-Lerndialog initiiert.

Schriftliches Notieren der Beingleichung auf den Arbeitsblättern der Lernenden

Für die Lehrperson ist es wichtig, dass das in der Gesamtgruppe mündlich Herausgefundene, hier die Beingleichung, von allen Lernenden korrekt aufgeschrieben wird. Wie man im Transkriptauszug 1205.9 sehen kann, möchte die Lehrerin, dass alle Schüler und Schülerinnen es in identischer Weise aufschreiben: Die Lernenden sollen es unter der anderen Gleichung aufschreiben und mit dem Ergebnis der Addition anfangen und nicht mit den zwei Termen (Min. 08:35 bis 09:12). Die Lehrperson segnet jeden Teil der Beingleichung ($94 / = / \times 4 / y2$) einzeln ab (Min. 08:48 *ja*, Min. 08:54: *ja*, Min. 09:04 *Mhm [ja]*, Min. 09:12 *Mhm [ja], genau.*). Das standardisierte Notieren der Gleichung ist für diese Lehrperson folglich zentral. Die Bestandteile der Gleichung (Terme und Ergebnis) werden von S3 diktiert, während sie es selbst aufschreibt. S1 bringt einen Verbesserungsvorschlag ein, wie man die Beingleichung einfacher aufschreiben kann ($94 = 4x + 2y$): Man kann die Klammern weglassen und die Ziffer und Variable umdrehen. Die anderen hatten $94 = (x \cdot 4) + (y \cdot 2)$ aufgeschrieben. S1 bringt ihren Vorschlag in Minute 09:01 und 09:21 ein. Die anderen gehen darauf ein und die Lehrperson segnet die Variante von S1 als besser ab (Min. 09:26 und Min. 09:31).



Abbildung 7.3 Notieren der Beingleichung von S4. (Anmerkung: Min. 09:54 bis 10:34: Lehrperson hilft S4, die Beingleichung aufzuschreiben. Das mittlere Bild zeigt, dass die anderen Lernenden auch auf das Blatt von S4 schauen. Alle sind auf seine Notizen fokussiert)

Transkriptauszug 1205.9: Schriftliches Notieren der Beingleichung

- 3.2c 08:35:05 T //Jetzt würde ich euch bitten, die Gleichung unter die zweite drunter zu schreiben. Sagst du noch mal, wie die heisst, [S3]?
- 3.2c 08:41:25 S3 X mal vier.
- 3.2c 08:43:11 T Nein, ich möchte nicht, dass ihr das so rum schreibt, ich möchte, dass ihr das anders rum schreibt.
- 3.2c 08:47:07 S3 Also, vierundneunzig
- 3.2c 08:48:28 T Ja.
- 3.2c 08:53:13 S3 Gleich.
- 3.2c 08:54:28 T Ja.
- 3.2c 08:55:27 S3 X ... plus -ah, nein, X mal ... vier.
[Alle SS schreiben während diesem Gespräch; S4 schaut auf das Blatt von S3.]
 [Notizen
 S3/S2: $94 = (x \cdot 4) + (y \cdot 2)$
 S4: $94 = (x \cdot 4)$
 S1: $94 \text{ Beine} = 4x + 2y$
- 3.2c 09:01:23 S1 (Da) können wir schreiben vier X.
- 3.2c 09:03:13 SN Plus.
- 3.2c 09:04:05 T Mhm. [ja]
- 3.2c 09:05:00 S3 Äh- X- nein, Y, Y, Y mal zwei.
- 3.2c 09:12:04 T Mhm. [ja] Genau. Und- ... [S4], was hast du geschrieben? Vier mal X plus?
- 3.2c 09:21:19 S1 (Warum schreibt man nicht gleich) () Vierundneunzig gleich vier X plus zwei Y?
- 3.2c 09:26:04 T Warum schreibt ihr (nicht gleich)? (So) (das von [S1]).

- 3.2c 09:30:19 S2 Können wir auch.
- 3.2c 09:31:13 T Dann macht //das doch mal. Also bitte! ()
 [Notizen von S3 und S2 werden ergänzt:
 S3/S2:
 $94 = (x \cdot 4) + (y \cdot 2)$
 $94 = 4x + 2y$
[T erhebt sich und geht zu S4.]
- 3.2c 09:31:28 SN //()
- 3.2c 09:38:28 T [S1], der [S4]weiss es nicht.
- 3.2c 09:42:03 S1 [zu S4] Vierundneunzig ist gleich, also -äh- X mal vier () vier X () plus zwei Y.
- 3.2c 09:50:14 T Du hattest das falsch.
- 3.2c 09:52:21 SN (Mhm.)
- 3.2c 09:53:28 T Kuck mal. Die Kaninchen sind ja X. Da steht's. Und die haben vier Beine. Also ist X mal vier. Und die Hühner haben zwei Beine und die Hühner sind Y. ... Also musst du hier... verbessern.
 [Notizen S4: $94 = (x \cdot 4) + (y \cdot 2)$]
- 3.2c 10:12:05 S4 Ok.
- 3.2c 10:23:28 S1 Y ... mal zwei Beine sind (die Hühner).
- 3.2c 10:29:08 T Y sind doch die Hühner, [S4].
- 3.2c 10:31:08 SN (notiert) // ()
- 3.2c 10:32:16 SN //Ach so.
- 3.2c 10:34:13 T [S4], schreib's einfach nochmal drunter, sauber. Vierundneunzig gleich ... vier X plus zwei Y.
 [Notizen S4:
 ~~$4 \times 2y$~~
 $94 = (x \cdot 4) + (y \cdot 2)$
 $94 = 2x + 4y$]
- 3.2c 10:43:29 T Und ihr erklärt (uns) nochmal, wie wir zu der Gleichung kommen, weil ich bin mir nicht sicher, ob der [S4] das jetzt //verstanden hat.
[T setzt sich wieder auf ihren Platz.]

Besonders zu erwähnen in diesem Transkriptauszug 1205.9 ist, dass die Lehrperson sich wiederum mehrfach um S4 kümmert. Sie fragt in Min. 9:12, was S4 aufgeschrieben hat. (*[S4], was hast du geschrieben? Vier mal X plus?*). Dann erhebt sie sich von ihrem Platz und geht zu S4, um sein Arbeitsblatt genauer anzuschauen. Gleichzeitig fordert sie S1 auf, ihre Variante für die Beingleichung nochmals für S4 zu sagen. S1 wird als Kreativeur oder Autorin der Beingleichung

gewürdigt und ist damit dafür verantwortlich, dass alle Lernenden der Gruppe diese Gleichung verstanden haben und somit richtig aufnotieren können. Dies ist ein Beispiel dafür, was die Gruppe um Resnick (Michaels, O'Connor, & Hall, with Resnick, 2010) mit der Verantwortung für die Lerngemeinschaft gemeint haben könnte (vgl. Abschnitt 3.3.3).

Bei S4 angekommen, entdeckt die Lehrperson einen Fehler auf seinem Blatt und weist ihn darauf hin. Abbildung 7.3 zeigt, dass inzwischen alle Lernenden auf das Blatt von S4 schauen. S1 weist S4 auf einen Fehler hin. (Min. 10:23:28 – S1: *Y ... mal zwei Beine sind (die Hühner)*. T: *Y sind doch die Hühner, [S4]*). In den Notizen von S4 stand $94 = (\times 4) + (\times 2)$. S4 korrigiert seinen Eintrag nochmals. Die Lehrperson setzt sich wieder auf ihren Stammplatz und fordert die Schülerinnen an, die Erarbeitung der Gleichung für S4 nochmals zu erklären. Transkriptauszug 1205.10 gibt diese Erklärungen wieder.

Transkriptauszug 1205.10: Schriftliches Notieren der Beingleichung, Fortsetzung

- 3.2c 10:48:22 S3 //(Also, kuck!)
- meta 10:49:18 T Wartet mal, er muss erst schreiben, und dann kann er denken.
- 3.2c 10:59:06 T So, ([S3] probier's mal.)
- 3.2c 11:01:17 S1 X haben wir die Kaninchen bezeichnet und die Kaninchen haben auch vier //Beine.
- 3.2c 11:05:18 S3 //Jedes Kaninchen hat vier Beine.
- 3.2c 11:07:06 S2 (Du hast es anders rum) //().
- 3.2c 11:07:29 S2 Ist egal.
- 3.2c S3 Und -ähm- zweimal-
- 3.2c 11:10:10 S3 Erklär's du, [S1]
- 3.2c 11:14:03 S1 Jedes Huhn hat- haben wir mit Y bezeichnet und jedes Huhn hat zwei Beine.
- 3.2c 11:19:11 S4 (Und?) (Hhm.)
- 3.2c 11:21:01 S1 Ja, und ein Kopf, also -ähm- wie soll ich das erklären?
- 3.2c 11:25:22 T () ist alles richtig, [S4], nichts (verbessern) mehr. Oder?
- 3.2c 11:30:16 S2 Ja, wir haben's nur anders.
[Notizen S4:
 $4 \times 2y$
 $94 = (\times 4) + (\times 2)$
 $94 = 2x + 4y$]
- 3.2c 11:31:25 T Ja, er hat's um- er hat's umgekehrt geschrieben wieder. Ah ja. Dann hast du Recht (wenn du jetzt verbessern musst, ja.)

- 3.2c 11:37:07 T Also (wollen wir) das Ganze austreichen, die ganze Zeile noch mal austreichen, und bitte noch mal anfangen.
- 3.2c S2 (lacht)
- 3.2c 11:44:01 S1 (lach nicht.)
- 3.2c 11:45:15 S2 (Ich lache nicht aus.)
- 3.2c 11:46:24 S1 (ja, komm.)
- 3.2c 11:47:27 T Vierundneunzig gleich.
- 3.2c 11:50:06 S1 Mm, zwei Y plus vier X.
 [Notizen S4:
 $4 \times 2y$
 $94 = (\times 4) + (\times 2)$
 $94 = 2x + 4y$
 $94 = 2y + 4x$]
- 4a 11:54:12 T Mhm. Genau. Und jetzt haben wir zwei Gleichungen, endgültig. Die erste heisst, fünfunddreissig gleich X plus Y, und die zweite heisst, vierundneunzig gleich vier X plus zwei Y.

Die Lehrperson unterbricht den Erklärungsversuch von S3 mit dem metakognitiven Hinweis, dass S4 zuerst schreiben muss. Erst dann kann er nochmals nachdenken. Sie macht die Lernenden also darauf aufmerksam, dass es besser ist, sich auf eine Tätigkeit zu fokussieren, um das Verstehen zu fördern. Die Forschung der pädagogischen Psychologie untersucht mit dem Fachbegriff *cognitive overload* (Sweller, 1994) diesen Aspekt. Nach einer Wartezeit von 10 Sekunden fordert die Lehrperson S3 auf, mit ihrer Erklärung weiterzufahren. Allerdings ist es S1, welche damit beginnt, ihre Erklärung zu äussern. Eine Interpretation dieses Widerspruches könnte sein, dass die Lehrperson S3 auffordert, weil diese Lernende schon zuvor mit ihrer Erklärung begonnen hatte. S1 fühlt sich aber für diesen konkreten Fachinhalt, nämlich die Beingleichung in ihrer Schreibweise ($94 = 4x + 2y$) verantwortlich und übernimmt deshalb die Erklärung. S3 fühlt sich aber weiterhin ebenfalls verantwortlich. Dies bewirkt, dass die Erklärung von der ganzen Gruppe gemacht wird. Sogar die verhältnismässig wenig sprechende Schülerin S2 äussert sich. Sie hat bemerkt, dass S4 auf seinem Notizblatt die Gleichung andersherum geschrieben hat (Min. 11:07 und Min. 11:30). S4 hat $94 = 2x + 4y$ aufgeschrieben, also den Term der Hühnerbeine vor den Term der Kaninchenbeine genommen oder die beiden Variablen verwechselt. S2 ist folglich trotz ihrer wenigen Äusserungen voll dabei und konzentriert auf das, was in der Gruppe erarbeitet wird.

In Minute 11:10 übergibt S3 die Erklärung offiziell an S1, wenn sie sagt *Und -ähm- zweimal- Erklär's du, [S1]* (T-1205, Min. 11:10, S3). Gründe dafür

können nur vermutet werden. Es könnte sein, dass S3 sich in Bezug auf die Redemacht geschlagen gibt, weil S1 sowieso schon mehrere Turns am Erklären ist. Es kann aber auch sein, dass S3 weiss, dass S1 die eigentliche Kreativeurin der Beingleichung ist und deshalb die Ehre der Erklärung auch S1 überlassen will.

Emotionen oder die Gefühlswelt der Lernenden sollen auch noch zur Sprache kommen. S2 lacht (in ca. Min. 11:40), vermutlich weil S4 zum x-ten Mal alles neu schreiben muss. Aber S1 bemerkt dann sofort, dass sie S4 nicht auslachen sollen.

In Minute 11:54 fasst die Lehrperson das bisher gemeinsam erarbeitete und bei allen auf den Notizpapieren verfestigte Wissen nochmals zusammen: *T:Mhm. Genau. Und jetzt haben wir zwei Gleichungen, endgültig. Die erste heisst, fünf- unddreissig gleich X plus Y, und die zweite heisst, vierundneunzig gleich vier X plus zwei Y. Damit leitet sie zum nächsten Lösungsschritt über, dem Ausrechnen oder Lösen der Gleichungen, und fragt, ob man damit mit Hilfe von diesen Gleichungen herausfinden [kann], wie viel Kaninchen und wie viel Hühner das sind?* Der Lösungsvorgang und das Rechnen des numerischen Ergebnisses (Code 4 vgl. 6.5.2) dauert in der Tutoringsituation 1205 zehn Minuten und wird im nächsten Abschnitt beschrieben, diesmal ohne dass der gesamte Transkriptauszug wiedergegeben wird.

Lösen der Gleichungen

Das Lösen der Gleichungen erfolgt während der nächsten sechs Minuten (Min. 12:09 bis 18:05) weiterhin als von der Lehrperson geführte Gruppeninteraktion. Ab Minute 18:05 rechnen die Schülerinnen und der Schüler in Einzelarbeit weiter. Auch diese Änderung der Sozialform beruht auf einem Vorschlag der Lehrperson: *Ja. Dann könnt ihr ja jetzt hier alleine mal weiterrechnen* (Min. 18:05:17 T). Sie gliedert und strukturiert die Lehr-Lernsituation demnach weiterhin.

Fachdidaktisch betrachtet kann das Lösen der Gleichungen bei diesem Lehr-Lerngespräch in einzelne Themenbereiche eingeteilt werden: Zuerst wird repetiert, welche Verfahren es gibt, um Gleichungen zu lösen (Min. 12:09 bis 13:28), dann wird diskutiert, welches Verfahren bei diesen Gleichungen vermutlich am besten geeignet ist und nach welcher Variablen die eine der beiden Gleichungen aufgelöst werden soll. Transkriptauszug 1205.11 gibt dies wieder. Am Ende dieses Abschnittes (Min. 16:04) haben alle Lernenden auf ihrem eigenen Arbeitsblatt die nach X aufgelöste Gleichung notiert ($x = 35 - y$). Der nächste Lösungsschritt ist, x in der zweiten Gleichung durch $35 - y$ zu ersetzen (vgl. Transkriptauszug 1205.12). Danach lösen die einzelnen Lernenden schriftlich auf ihren eigenen Notizblättern diese zweite Gleichung auf (ab Min. 18:05). Dabei unterstützt die Lehrperson den Schüler und die Schülerinnen in Einzelhilfe.

Transkriptauszug 1205.11: Verfahren zum Lösen von Gleichungen

- 4a 11:54:12 T Mhm. Genau. Und jetzt haben wir zwei Gleichungen, endgültig. Die erste heisst, fünfunddreissig gleich X plus Y, und die zweite heisst, vierundneunzig gleich vier X plus zwei Y.
- 4a 12:09:12 T Du hast umgedreht, das macht gar nichts. ... Kann ich mit Hilfe von diesen Gleichungen herausfinden, wie viel Kaninchen und wie viel Hühner das sind?
- 4a 12:22:03 S3 (Müsste eigentlich schon.) *[sehr leise]*
- 4a 12:23:14 T (Warum?)
- 4a 12:24:20 S1 (Wenn man die gleichsetzt.)
- 4a 12:26:12 T Hä?
- 4a 12:27:14 S2 Wenn man sie -ähm-
- 4a 12:28:29 T Wenn man sie gleichsetzt?
- 4a 12:30:07 S2 Mhm.
- 4a 12:30:24 T Können //wir-
- 4a 12:31:08 S1 //Das geht gar nicht.
- 4a 12:31:28 T Das geht gar nicht. [S1], warum nicht?
- 4a 12:34:23 S1 Ja, weil die unterschiedlichen () fünfunddreissig und //vierundneunzig.
- 4a 12:38:16 T //Genau. ... Aber du hast eine gute Idee gehabt. Du hast dich erinnert, dass wir das mal gemacht haben in der achten Klasse. ... Erinnert ihr euch noch da dran?
- 4a 12:47:28 T Da hatten wir zwei Gleichungen mit zwei Unbekannten.
- 4a 12:50:13 S3 Das habe ich nie ganz gecheckt.
- 4a 12:53:01 T Mhm. ... Und was gab's denn da für Möglichkeiten zu rechnen?
- 4a 12:59:08 S3 Gleichsetzen?
- 4a 13:02:02 T Gleichsetzen.
- 4a 13:03:16 S3 Oder...
- 4a 13:04:10 T Oder?
- 4a 13:05:07 S3 Etwas anderes.
- 4a 13:06:12 T Es gab noch zwei andere.
- 4a 13:20:26 T Hm[nein]? Wir konnten addieren, die Gleichungen addieren.
- 4a 13:26:20 S3 Subtrahieren? Dividieren?
- 4a 13:28:28 T Hm. [nein] Gleichsetzen oder? ... Einsetzen.
- 4a 13:33:28 S2 Ah ja. Das mit dem-
- 4a 13:37:29 T Ah ja. [S2], und was ist- was machen wir jetzt hier? Welches nehmen wir?

- 4a 13:47:02 SN ()
- 4a 13:48:13 T Hm?
- 4a 13:49:05 S ()
- 4a 13:50:00 T Welche Gleichung erscheint euch denn einfacher? ... Die erste oder die //zweite?
- 4a 13:53:16 Ss //Die erste.
- 4a 13:54:04 T //Die erste ist einfacher. Können wir die erste Gleichung nicht so umformen, dass dann nachher steht, X gleich oder Y gleich?
- 4a 13:54:05 S2 Ja, denk schon.
- 4a 14:01:04 SN Ja, minus Y.
- 4a 14:02:09 T Also dann macht.
- 4a 14:03:02 SN Ah ja.
- 4a 14:03:12 T Kommt, macht einmal. Aber ihr müsst euch dann schon einigen, was ihr macht. Macht ihr's- löst ihr nach X auf oder nach Y?
- 4a 14:09:08 Ss Nach X.
- 4a 14:10:05 S4 Yps- ... X ist auch ().
- 4a 14:12:05 S1 Ok, dann machen wir nach X.
- 4a 14:13:02 T Macht ihr nach //X.
- 4a 14:13:19 S1 //Minus X machen und plus (fünfunddreissig)- nein, das stimmt nicht. Minus fünfunddreissig.
- 4a 14:18:14 T Mhm.
- 4a 14:25:24 S3 (schwierig)
- 4a 14:27:00 T Also, du willst X isolieren, dann muss das Y weg.
- 4a 14:30:09 SN Ja.
- 4a 14:30:16 SN (Wenn man) setzen.
- 4a 14:31:08 T Genau.
- 4a 14:32:04 S ()
- 4a 14:33:15 SN (Nein, du musst)
- 4a 14:34:19 S3 Also, minus.
- 4a 14:35:17 T Ja.
- 4a 14:36:16 S3 (Plus fünfunddreissig.)
- 4a 14:38:06 T Ja.
- 4a 14:38:17 S3 Gleich X.
- 4a 14:39:21 T Ja.

- 4a 14:50:08 T Richtig, [S2], gut. Und du, [S1], hast?
- 4a 14:55:05 S1 () gleich – äh- minus fünfunddreissig, damit das X alleine steht.
- 4a 15:00:23 T Mhm. Wir haben hier X alleine. Kuck mal, die [S2] hat das auch. X gleich fünfunddreissig minus Y.
- 4a 15:08:14 S1 Ach so.
- 4a 15:10:11 T Kriegst du das jetzt auch noch hin?
- 4a S1 (Ja.)
- 4a S1 Was hast du gemacht? Minus Y?
- 4a 15:12:25 S2 Ja, minus Y.
[T geht zum Tisch von S4 hin]
- 4a 15:21:11 T [S4], bei dir ist jetzt ein bisschen durcheinander, alles. Ne? Also, wenn ich eine Gleichung umformen will, dann sollten wir die vielleicht schon noch mal irgendwo hinschreiben.
- 4a 15:31:02 T So. ... Und jetzt will ich X alleine haben. Was machen wir? ... Muss das //hier verschwinden.
- 4a 15:36:09 S4 //(minus) ... minus Y.
- 4a 15:38:22 T Ja, minus Y. Und dann bleibt hier: X gleich.
- 4a 15:43:04 S4 (Fünfunddreissig minus Y.)
- 4a 15:46:08 T Wie? Hast du das verstanden?
- 4a 15:48:14 S4 Mhm.
- 4a 15:48:28 T Ja. [S1], hast du's auch?
- 4a 15:51:01 S1 Ja.
- 4a 15:51:16 T Wie heisst die Gleichung jetzt?
- 4a 15:53:12 S1 Ähm- fünfunddreissig minus Y gleich X.
- 4a 15:56:08 T Genau. Und die [S3] hat's noch ein bisschen anders.
- 4a 15:58:06 S3 (Ja, aber es stimmt, glaube ich.)
- 4a 15:59:20 T Es stimmt trotzdem. Was kann ich jetzt machen?
- 4a 16:03:00 S ()

Auffallend zu Beginn des Transkriptauszuges 1205.11 ist neben der Repetition und damit dem nochmaligen Absegnen der beiden Gleichungen als richtig (*und jetzt haben wir zwei Gleichungen, endgültig*, Min. 11:54, T) von der Lehrperson, dass sie die Fragestellung wiederholt und damit die mathematische Bedeutung der Gleichungen für die Textaufgabe hervorhebt. Die Lernenden reagieren nicht sofort auf die indirekte Aufforderung, jetzt mit dem Auflösen der Gleichungen weiterzumachen und x und y zu berechnen. S3 bricht dann das Schweigen mit

einem Satz, der wohl ausdrückt, dass sie nicht mehr weiss, wie das genau geht (*Müsste eigentlich schon.*) (Min. 12:22:03 S3). S1 bringt dann einen Vorschlag (*Wenn man die gleichsetzt.* Min. 12:24), welcher eine Diskussion über alle Verfahren auslöst, da das Verfahren mit Gleichsetzen hier nicht geht. Dies erkennt die Schülerin S1 auf Nachfrage der Lehrperson und kann es auch mathematisch begründen: Min. 12:31:08 S1: //Das geht gar nicht. T: Das geht gar nicht. [S1], warum nicht? S1: Ja, weil die unterschiedlichen () fünfunddreissig und // vierundneunzig. Die Lehrerin lobt den Hinweis von S1 dennoch: *Aber du hast eine gute Idee gehabt. Du hast dich erinnert, dass wir das mal gemacht haben in der achten Klasse. ... Erinnert ihr euch noch da dran? Da hatten wir zwei Gleichungen mit zwei Unbekannten* (Min. 12:38, T). Die Lehrerin knüpft an die Äusserung von S1 an, auch wenn diese Gleichungen nicht gleichgesetzt werden können. Sie nimmt das Vorwissen der Lernenden auf und erinnert ausführlich daran, dass sie das schon einmal durchgenommen haben. S3 gibt zu, dass dies für sie schwierig war: *Das habe ich nie ganz gecheckt* (12:50:13, S3). In Bezug auf die Interaktionskonstellation ist anzumerken, dass S3 gar nicht gezwungen war, sich zu äussern. Es ist deshalb bemerkenswert, dass sie auf die Äusserung der Lehrperson antwortet und auch weiterhin Antworten gibt, obwohl sie sich eben nicht daran erinnert. Als die Lehrerin nachfragt, welche Möglichkeiten es noch gibt (Min. 12:53, T), antwortet S3 mit derselben Antwort, welche S1 vorher schon gesagt hat und welche hier eben nicht geht (*Gleichsetzen?* Min. 12:50, S3). S3 nimmt ihre Rolle sehr ernst, in dieser Gruppeninteraktion mündlich aktiv zu sein – sie war die erste, welche einen Lösungsvorschlag eingebracht hatte (vgl. Min. 02:00, S3). Schliesslich bringt die Lehrerin die anderen Möglichkeiten ein: *Gleichungen addieren* (Min. 13:20, T), *Einsetzen* (Min. 13:28, T), fragt aber die Lernenden, welche sie hier in dieser Textaufgabe am besten anwenden (Min. 13:37, T). Sie einigen sich auf das Einsetzungsverfahren und darauf, die erste Gleichung, also die Kopfgleichung, nach X aufzulösen. Interaktionsanalytisch ist zu bemerken, dass nahezu jeder Schritt in der Gruppe ausgehandelt wird, was von der Lehrerin auch so verlangt wird: *Kommt, macht einmal. Aber ihr müsst euch dann schon einigen, was ihr macht. Macht ihr's- löst ihr nach X auf oder nach Y?* (Min. 14:03:12, T).

Die Schülerinnen haben in Minute 14:38 (S3), 14:50 (S2) und 14:55 (S1) die erste Gleichung nach X aufgelöst: $x = 35 - y$, wobei die Lehrerin der Schülerin S3 geholfen hat, die Umformung zu machen, und die Lösung von S2 gutheisst. S1 braucht noch ein wenig Hilfe: Die Lehrerin verweist bei ihrer Erklärung an S1 auf das Arbeitsblatt von S2, womit sie das Ergebnis von S2 würdigt. Dies hat zur Folge, dass S1 ihre Mitschülerin nach dem Vorgehen fragt: S1: *Was hast du gemacht? Minus Y?* S2: *Ja, minus Y* (Min. 15: 11, S1).

Die Lehrperson steht auf und begibt sich zu S4, um auch ihm zu helfen. Sie kommentiert sein Arbeitsblatt: *[S4], bei dir ist jetzt ein bisschen durcheinander, alles. Ne?* Und betont nochmals die Wichtigkeit des Aufschreibens: *Also, wenn ich eine Gleichung umformen will, dann sollten wir die vielleicht schon noch mal irgendwo hinschreiben.* (15:21, T). Mit der Unterstützung der Lehrperson hat auch S4 in Min. 14:58 die erste Gleichung nach x aufgelöst. Sie kommen nun zum nächsten Schritt, dem eigentlichen Einsetzen, vgl. Transkriptauszug 1205.12.

Transkriptauszug 1205.12: Das Lösungsverfahren Einsetzen ausführen

- 4a 16:04:07 T Jetzt habe ich ja- weiss ich, wie gross X ist. Was kann ich denn damit machen? [T steht immer noch hinter S4 und schaut ihm – und auch der ganzen Gruppe – über die Schulter] Super, einkreisen. Klasse. Ist eine gute Idee. Jetzt habe ich nämlich schon mal ein Ergebnis.
- 4a 16:13:01 T Und ich habe eine zweite Gleichung. Gut, [S4], sehr gut! Und jetzt kuck ich mir die beiden mal an. ... Was könnte ich damit jetzt machen?
- 4a 16:22:20 S3 ()
- 4a 16:27:04 T Hm?
- 4a 16:28:13 S1 ()
?
- 4a 16:33:15 T *[T bewegt sich auf ihren ursprünglichen Platz zu und setzt sich hin.]* Einmal habe ich die von X gleich fünfunddreissig minus Y und einmal habe ich vierundneunzig gleich vier X plus zwei Y . Was könnte ich denn da tun?
- 4a 16:44:07 T Wir haben vorher von verschiedenen Verfahren gesprochen, Gleichsetzen, Einsetzen, Addieren.
- 4a 16:49:12 S2 (Das habe ich schon vergessen).
- 4a 16:50:29 S2 Einsetzen.
?
- 4a 16:51:20 T Einsetzen?
- 4a 16:52:17 S2 Ja.
- 4a 16:52:27 T Mhm. ... Wo, [S2]?
- 4a 16:56:28 S2 Da.
- 4a 16:58:01 T Da, genau.
- 4a S2 Aber ich habe schon vergessen, wie es geht.
- 4a 17:00:04 S3 ()
- 4a 17:02:11 T Vielleicht fragst du mal die [S1].
- 4a 17:04:05 S1 Hab's auch vergessen, ist schon lange her.

- 4a 17:06:22 T (Wie's geht?) Wenn ihr für – wenn ihr X ausgerechnet habt, wenn ihr wisst, wie gross X ist ... Kuckt mal. [S4], schau mal her. Ich mal jetzt einfach mal bei der [S2] da rein. Ou. [T nimmt das Blatt von S2, legt es in die Mitte, so dass alle SS es sehen können, und umkreist die Gleichungen farbig.]
- 4a 17:20:08 T Kuckt mal. Dieses X habe ich hier stehen.
- 4a 17:24:25 SN Ja, das habe ich jetzt auch ().
- 4a 17:25:26 T X ist gleich – ... Was machen wir?
- 4a 17:29:17 SN ()
- 4a 17:30:15 S4 (Ja.)
- 4a 17:31:09 T Genau. Und die ganze Gleichung heisst dann? Darf ich drauf schreiben, [S2]? ... [S4], kannst du mir diktieren?
- 4a 17:38:05 S4 Vier- vierundneunzig.
- 4a 17:40:03 T Ja. Gleich?
- 4a 17:42:01 S4 Vier mal.
- 4a 17:42:19 T Vier mal.
- 4a 17:44:19 Ss Klammer auf.
- 4a 17:46:03 T Mhm.
- 4a 17:47:00 S4 Fünfunddreissig minus Y.
- 4a 17:49:08 T Ja.
- 4a 17:50:14 Ss Klammer zu.
- 4a 17:51:19 T Und jetzt?
- 4a 17:52:13 S1 Plus zwei Y.
- 4a 17:55:01 T Fertig?
- 4a 17:57:25 S4 (nur noch) plus zwei Y.
- 4a 17:59:17 T Mhm. ... Können wir's alle- konntet ihr's alle so weit nachvollziehen?
- 4a 18:05:00 SN Ja.
- 4a 18:05:17 T Ja. Dann könnt ihr ja jetzt hier alleine mal weiterrechnen.

Die Lehrerin fasst nochmals zusammen, was sie jetzt haben: Sie wissen nun mit einer Gleichung, wie gross X ist (Min. 16:04, T). Die Lehrerin fragt, was das nun nützt bzw. was man damit *machen* kann. S4 kreist diese Gleichung ein, und auch die andere Gleichung. Die Lehrerin wertet dies als Reaktion auf ihre Frage, was man damit tun kann (*Super, einkreisen. Klasse. Ist eine gute Idee.* Min. 16:04, T). Die Lehrerin vollbringt mit dieser Äusserung zwei Sachen: Erstens lobt sie die Handlung von S4 – das ist derjenige Schüler, welcher bisher noch nicht viel zum Fortschritt im Problemlöseprozess beigetragen hat. Das Loben dieses

Schülers kann seine Motivation dranzubleiben fördern. Zweitens äussert sie im nächsten Satzteil, dass dies schon mal ein Ergebnis ist. Mit dem mathematischen Fachbegriff *Ergebnis* betont sie die Wichtigkeit der bisherigen Überlegungen und des Umformens der einen Gleichung. Sie liest die Gleichungen vor bzw. das, was S4 umkreist hat, und macht sodann auf die zuvor erwähnten Verfahren aufmerksam (Min. 16:31 bis Min. 16:44). Die Lernenden bzw. v. a. Schülerin S2, äussern mehrfach ihre Unsicherheit über das Vorgehen mit den Verfahren (Min. 16:49 und Min. 16:58). Die Lehrerin versucht jedoch weiterhin sicherzustellen, dass die Lernenden selbstständig (als Gruppe) weiterfahren können: Sie fordert S2 auf, S1 zu fragen (Min. 17:02). S1 kann es aber laut ihrer eigenen Aussage auch nicht mehr (Min. 17:04:05, S1: *Hab's auch vergessen, ist schon lange her*). Die Lehrperson nimmt nun das Blatt von S2 und fragt, ob sie drauf schreiben darf. Dann fragt sie S4, ob er ihr diktieren kann (Min. 17:31:09, T: *Genau. Und die ganze Gleichung heisst dann? Darf ich drauf schreiben, [S2]? ... [S4], kannst du das mal diktieren?*). Die Lehrerin möchte erreichen, dass die Lernenden, und hier besonders S4 (!), die Kreatoren der umgeformten Gleichung sind. Sie selbst will sich nur als Handlangerin präsentieren, in der Terminologie von Krummheuer und Brandt (2001) als Imitator: Sie schreibt auf, was ein anderer gesagt hat (vgl. Abschnitt 3.3.2; vgl. Abbildung 7.4). Diese Lehrerin versucht bewusst, die Lernenden dazu zu bringen, die Verantwortung für die Problemlösung zu übernehmen.



Abbildung 7.4 Lehrperson schreibt die von S4 diktierete Gleichung auf das Notizblatt von S2

Nach dem schriftlichen Fixieren der Gleichung $94 = 4(35-y) + 2y$ macht die Lehrperson eine Verständnissicherung: Min. 17:59:17, T: *Mhm. ... Können wir's*

alle- konntet ihr's alle so weit nachvollziehen? Nach der Bestätigung seitens der Lernenden schlägt sie nun Einzelarbeit vor: Min. 18:05:17, T: *Ja. Dann könnt ihr ja jetzt hier alleine mal weiterrechnen.*

Individuelles Lösen der Gleichung

Der nächste Transkriptauszug zeigt die mündlichen Interaktionen der Lehrperson mit den einzelnen Lernenden auf, während diese die Gleichung lösen.

Transkriptauszug 1205.13: Unterstützung beim individuellen Ausrechnungsvorgang

Transkriptauszug 1205.13: Unterstützung beim individuellen Ausrechnungsvorgang

- 4a 18:05:17 T Ja. Dann könnt ihr ja jetzt hier alleine mal weiterrechnen.
- 4a 18:08:13 S3 ()
- 4a 18:09:19 T Ja?
- 4a 18:10:15 S3 ()
- 4a 18:13:02 T Da liegt ein Taschenrechner.
- 4a 18:14:07 S3 Ah doch, doch.
- 4a 18:14:25 T Ja, wir wollen das Y ja ausrechnen, [S2].
- 4a 18:23:17 S2 ()
- 4a 18:25:24 T Hm?
- 4a 18:26:19 S2 ()
- 4a 18:33:08 T Mhm. Die [S3] hat die erste Zeile. Hast du sie auch? [*T blickt zu S4*]
Noch nicht. [S1]?
- 4a 18:40:26 S1 Nein.
- 4a 18:41:28 T Auch noch nicht. Dann warten wir noch einen Moment. Und du [*zu S3*] kannst ja auch weiterrechnen.
- 4b 19:13:26 S3 Dreiundzwanzig. Hühner. ... Glaube ich.
- 4a 19:24:27 T (noch ein bisschen warten?)
- 4a 19:27:02 S3 Ach so.
- 4a 19:31:06 T Also. ... Jetzt muss man die Gleichung auflösen, [S4]. Die [S2] kommt schon ohne uns weiter. Die vierundneunzig bleibt, und das multipliziere ich- ja?
- 4a 19:45:28 S4 Aus.
- 4a 19:47:05 T Und vier mal fünfunddreissig gibt? Haben wir ja schon ausgerechnet.
- 4a 19:53:01 T Hundertvierzig. ... //(Vier mal.)
- 4a 19:57:05 S4 //Minus- minus Y.
- 4a 19:59:08 T Gibt minus vier Y. Plus?

- 4a 20:04:05 S4 Zwei Y.
- 4a 20:05:05 T Genau. Plus zwei Y. Und was mache ich jetzt? () Y- Y berechnen.
- 4a 20:10:03 S4 (Ist) ... plus vier Y.
- 4a 20:17:23 T Die zusammenfassen.
- 4a 20:19:10 S4 ()
- 4a 20:19:25 T Mhm. ... Dann haben wir vierundneunzig gleich hundertvierzig.
- 4a 20:27:20 S4 Plus sechs Y.
- 4a 20:29:05 T Minus zwei Y plus zwei Y gibt sechs- Du hast vier Euro Schulden und gibst zwei zurück, (zwei).
- 4a 20:36:29 S4 Zwei Y.
- 4a 20:38:14 T Plus oder minus?
- 4a 20:39:28 S4 Minus.
- 4a 20:46:05 S4 Und jetzt
- 4a 20:47:14 T Was mache ich (jetzt/hier)?
- 4a 20:53:18 S4 Hundertvierzig auf die Seite nehmen.
- 4a 20:56:08 T (Dann wird's) aber negativ. ... Und das ist negativ. () der negative Anteil?
- 4a 21:05:17 S4 ()
- 4a 21:05:26 T Ja?
- 4a 21:06:16 S4 Ja.
- 4a 21:07:07 T Also, dann haben wir...
- 4a 21:08:22 S4 ()
- 4a 21:09:17 T Zwei Y plus vierundneunzig gleich einhundertvierzig. () aber jetzt musst du selber so weiterrechnen.
- 4a 21:17:04 S4 (Ja.)
[T bewegt sich zu S2]
- 4a 21:17:25 T Ja. Und was ist mit euch beiden? [zu S2 und S1]
- 4b 21:21:09 S2 Wir haben dreiundzwanzig raus.
- 4b 21:22:14 T Du hast dreiundzwanzig.
- 4b 21:23:12 S1 (Und ich) mit minus.
- 4a 21:24:11 T Mhm. Dann hast du einen Fehler gemacht.
- 4a 21:28:16 S1 ()(plus vier).
- 4a 21:29:26 T Zusammengefasst gibt minus zwei. Das ist richtig. Dann hast du minus vierundneunzig, dann hättest du aber auf der Seite null.

- 4a 21:36:08 S1 Ach so.
- 4a 21:36:29 T Dein- deine Umformung von hier nach hier stimmt nicht. Der Schritt stimmt nicht. ... Hundertvierzig minus vierundneunzig gibt hier, auf der Seite? ... Dreiundzwanzig.
- 4a 21:49:27 T Und da drüben ist die Vierundneunzig verschwunden, ja. Streichs aus und machs nochmal.
- 4a S1 Und jetzt?
- 4a S2 ()
- 4a 22:02:01 T Mhm. Genau.

Nachdem die Lehrperson den Lernenden die Aufforderung gegeben hat, die Gleichung selbstständig aufzulösen, brauchen dennoch einige Lernende einen weiteren Antrieb: Die Äusserung von S3 ist auf dem Video nicht verständlich, zu vermuten ist jedoch, dass S3 die Zahlen für viel zu gross gehalten hat, um sie alleine berechnen zu können. Da verweist die Lehrerin S3 auf den Taschenrechner: Min. 18:13 T: *Da liegt ein Taschenrechner.* Die Schülerin S2 braucht noch einen Hinweis, was sie denn berechnen soll: Min. 18:14 T: *Ja, wir wollen das Y ja ausrechnen, [S2].* Die Lehrerin lässt sich nicht erweichen, die Gleichung gleich selbst aufzulösen, sondern gibt den Lernenden Hinweise, damit diese selbst loslegen können. Diesen Ansatz zieht die Lehrerin durch, denn als S3 in Min. 19:13 ihre Lösung sagt (*Dreiundzwanzig. Hühner. ... Glaube ich.*) reagiert sie nicht mit einer Bestätigung, sondern räumt den anderen Lernenden noch mehr Zeit ein (Min. 19:24:27, T (*noch ein bisschen warten?*)). Diesen Schritt des Auflöserns der Gleichung sollen nun alle selbstständig vollziehen. Die Lehrperson erhebt sich (Min. 19:27) und geht zu S4. Sie sagt nochmals, was zu tun ist: *Also. ... Jetzt muss man die Gleichung auflösen, [S4]* (Min. 19:31, T). Sie unterstützt diesen Schüler nun auch in schriftlicher Form, d. h. sie schreibt selbst drei Rechenschritte auf das Blatt des Schülers auf (vgl. Abbildung 7.5). Auf die ganze Tutoringsituation gesehen ist es das dritte Sich-Umplatzen der Lehrperson hin zu S4. Die Lehrperson löst nun zusammen mit S4 die Gleichung. S4 ist dabei geistig präsent, denn er schreibt die letzten Zeilen auf seinem Lösungsblatt selbst auf.

Der letzte Abschnitt des Transkriptauszuges 1205.13 zeigt, dass sich die Lehrperson zu S2 hinbewegt und mit ihr und zugleich mit S1 die Lösung dieser Gleichung bespricht. S3 hat ihr Ergebnis ja schon in Minute 19:13 gesagt. Die Lehrperson bemerkt noch einen Fehler auf dem Lösungsblatt von S1, welchen sie S1 erklärt. Die Lehrperson weiss jetzt, dass alle Lernenden die Lösung und den richtigen Lösungsweg auf ihren je eigenen Notizblättern stehen haben. In Minute 22:13 leitet sie mit den Gliederungssignal *so* und einer zusammenfassenden Frage

Abbildung 7.5 Notizblatt von S4. Anhand der deutlich erkennbaren unterschiedlichen Schriftzüge kann man erkennen, welchen Teillösungsschritt die Lehrperson während ihrer Hilfestellung auf das Notizblatt des Schülers S4 geschrieben hat, nämlich die Zeilen 2, 3 und 4

$$\begin{aligned}
 94 &= 4 \cdot (35 - z) + 2z \\
 84 & \\
 94 &= 140 - 4z + 2z \\
 94 &= 140 - 2z \\
 2z + 94 &= 140 \quad | -94 \\
 2z &= 46 \quad | :2 \\
 \underline{z} &= \underline{23} \quad \text{Zähler} \\
 \underline{x} &= \underline{12} \quad \text{Karrindore}
 \end{aligned}$$

zum letzten Lösungsschritt über, dem Formulieren der Antwort. Tabelle 7.12 beschreibt, wie das Lehr-Lerngespräch in diesem zehnmütigen Abschnitt des Lösen der Gleichungen partizipatorisch strukturiert ist.

Tabelle 7.12 T-1205, Minuten 11:54 – 22:02, Lösen der Gleichungen

	Turns	Wörter	Kreator	Ko-Kreator	Themen-initiierung
T	88 / 51 %	793 / 79 %	3	–	2
S1	17 / 10 %	72 / 7 %	1	–	–
S2	11 / 6 %	23 / 2 %	1	2	–
S3	15 / 9 %	34 / 3 %	2	–	–
S4	23 / 13 %	45 / 4 %	1	–	–
SN/Ss	19 / 11 %	37 / 4 %	2	–	–
T vs. SS	88:85	793:211	3:7	0:2	2:0
Prozente	51 %: 49 %	79 %: 21 %			

Legende: T: «teacher», Lehrperson; S1: Schüler oder Schülerin Nr.1 etc.; Ss: mehrere Schüler sprechen gemeinsam; SN: ein neuer Schüler oder eine neue Schülerin spricht, es ist aber nicht erkennbar, welche Person spricht; SS: alle Schüler und Schülerinnen gemeinsam gezählt; Kreator: substanzieller Beitrag für die Aufgabenlösung; Themeninitiierung: bringt neues (Sub)Thema ein (z. B. Schnecken, Anzahl Beine, Fragestellung, Variable, Gleichung, Lösungsverfahren)

Auffallend an Tabelle 7.12 ist insbesondere, dass die Lehrperson hier zum ersten Mal im ganzen Tutoringsgespräch die Kreatorrolle einnimmt¹⁸. Es ist nämlich sie, welche zwei der drei erwähnten Lösungsverfahren für Gleichungen einbringt (vgl. Transkriptauszug 1205.14).

Transkriptauszug 1205.14

- 12:38:16 T //Genau. ... Aber du hast eine gute Idee gehabt. Du hast dich erinnert, dass wir das mal gemacht haben in der achten Klasse. ... Erinnert ihr euch noch da dran?
- 12:47:28 T Da hatten wir zwei Gleichungen mit zwei Unbekannten.
- 12:50:13 S3 Das habe ich nie ganz gecheckt.
- 12:53:01 T Mhm. ... Und was gab's denn da für Möglichkeiten zu rechnen?
- 12:59:08 S3 Gleichsetzen?
- 13:02:02 T Gleichsetzen.
- 13:03:16 S3 Oder ...
- 13:04:10 T Oder?
- 13:05:07 S3 Etwas anderes.
- 13:06:12 T Es gab noch zwei andere.
- 13:20:26 T Hm[nein]? Wir konnten addieren, **die Gleichungen addieren**.
- 13:26:20 S3 Subtrahieren? Dividieren?
- 13:28:28 T Hm. [nein] Gleichsetzen oder? ... **Einsetzen**.

Zudem bringt sie auch ein, wie man das Lösungsverfahren ‚Einsetzen‘ handhabt. (13:54:04 – T: [...]. *Können wir die erste Gleichung nicht so umformen, dass dann nachher steht, X gleich oder Y gleich?*). Die anderen als Kreator kodierten Äusserungen bringen die Lernenden ein (vgl. Tabelle 7.12). Es ist jedoch wiederum die Lehrperson, welche die Themeninitiierung einbringt, auch in diesem Lösungsabschnitt. Die Lehrperson spricht (wiederum) 80 % der Gesamtheit der geäußerten Wörter.

Antwort auf die Fragestellung der Textaufgabe

Die Formulierung einer Antwort, d. h. der letzte Lösungsschritt aus unserem von der Theorie abgeleiteten Analysemodell dauert bei dieser Gruppe 30 Sekunden und umfasst 25 Äusserungen (vgl. Transkriptauszug 1202.15).

¹⁸ Genaugenommen sind Themeninitiierungen auch Kreatorrollen, da diese aber bei der Beschreibung und Interpretation der Tutoringsituation unterschieden wurden, werden sie auch hier getrennt.

Transkriptauszug 1202.15: Antwort auf die Fragestellung

- 5 22:13:24 T So. Was haben wir jetzt eigentlich ausgerechnet?
- 5 22:17:00 S3 Die Hühner.
- 5 S2 Die Hühner.
- 5 22:18:00 T Die Hühner?
- 5 22:18:23 S4 //Y.
- 5 22:19:00 S3 //Ja.
- 2b 22:19:17 T Genau. (Aber woll)- wir wollen noch wissen, wie viele Kaninchen das sind.
- 5 22:22:24 S2 Einundsiebzig.
- 5 22:24:15 T Wie viel?
- 5 22:25:05 S2 Einundsiebzig.
- 5 22:26:00 T Um Gottes Willen!
- 5 22:26:15 SN ()
- 5 22:27:22 S1 Das geht doch nicht.
- 5 22:28:20 S3 Sechsendvierzig Beine sind's schon mal
- 5 22:29:19 SN Ähm-().
- 5 22:31:01 SN X ist schon ().
- 5 22:31:29 S2 Ja, wenn- vierundneunzig Beine sind's doch insgesamt. Und wenn () ...
- 5 22:35:25 S1 Ich glaub, sind 12 Kaninchen.
- 5 22:37:22 S2 Dreiundzwanzig-(sind es Kaninchen).
- 5 22:39:23 S1 Oder Beine.
- 5 22:40:25 S3 Zwölf Kaninchen.
- 5 22:43:05 S1 Würd ich auch sagen
- 5 22:44:08 T [*zur Kamerafrau*] Sollen wir aufhören? [*zu SS*] Habt ihr sie?
- 5 22:46:15 S3 Ja, Zwölf Kaninchen!
- 5 22:47:18 T Zwölf Kaninchen. Gut. ... Und zwölf Kaninchen. Genau. Und jetzt könnt ihr aufhören, das war's. Vielen Dank.

Die Lehrperson fragt nach, was die Lernenden denn jetzt ausgerechnet haben und die Lernenden wissen die Antwort (Min. 22:17, *die Hühner*; y). Diese Antworten werden absegnet (Min. 22:19:17, T, *Genau.*) und die Lehrerin fragt zusätzlich nach der Anzahl der Kaninchen.

Es stellt sich heraus, dass diese Nachfrage nötig war, denn das Ergebnis von «23» kann nicht als Indiz gewertet werden, dass die Fragestellung von allen Lernenden richtig beantwortet werden kann. Die Schülerin S2 schlägt nämlich

vor, dass es 71 Kaninchen sind. Sie hat vermutlich die Zahl 23 von der Zahl 94 subtrahiert, da die Gruppe vorher in der Gleichung die Zahl 94 als Summe hatte ($94 - 23 = 71$). Es wird in der Gruppe diskutiert, ob diese Zahlen die Anzahl Beine bedeuten oder die Anzahl Tiere. Schliesslich sind sich alle einig, dass es zwölf Kaninchen sind (und 23 Hühner). Zu bemerken ist, dass sich in diesem letzten Abschnitt alle Lernenden zu Wort melden, was darauf hinweist, dass alle Lernenden bis zum Ende der Kleingruppenunterrichtssituation (mehr oder weniger) konzentriert dabeigeblichen sind.

Der Vollständigkeit halber wird auch beim letzten Lösungsschritt die Verteilung der Partizipationsrollen aufgezeigt (vgl. Tabelle 7.13).

Tabelle 7.13 T-1205, Min. 22:13 – 22:47, Antwort auf die Fragestellung

	Turns	Wörter	Kreator	Ko-Kreator	Themen-initiierung
T	7 / 28 %	46 / 48 %	–	–	2
S1	4 / 16 %	15 / 16 %	1	–	–
S2	5 / 20 %	17 / 18 %	–	2	–
S3	4 / 16 %	11 / 12 %	2		–
S4	1 / 8 %	1 / 1 %	–	–	–
SN/Ss	4 / 16 %	5 / 5 %	–	–	–
T vs. SS	7:18	46:49			
Prozente	28 %: 72 %	48 %: 52 %			

Legende: SN: ein neuer Schüler oder eine neue Schülerin spricht, es ist aber nicht erkennbar, welche Person spricht; SS: alle Schüler und Schülerinnen gemeinsam gezählt; Kreator: substanzieller Beitrag für die Aufgabenlösung; Themeninitiierung: bringt neues (Sub)Thema ein (z. B. Schnecken, Anzahl Beine, Fragestellung, Variable, Gleichung, Lösungsverfahren)

Tabelle 7.13 stellt wie die vorhergehenden Tabellen dar, welcher Gesprächspartner in diesem Lösungsschritt wie viele Äusserungen und Wörter sagt, wer bei wie vielen Unterpunkten im Lösungsverfahren die Kreatorenrolle einnimmt und wer dafür verantwortlich ist, die Themeninitiierung in den Gesprächsverlauf einzubringen. Dieser letzte Abschnitt ist jedoch mit nur 30 Sekunden so kurz, dass eine vergleichende Interpretation in Bezug auf die zuvor analysierten Lösungsschritte nicht überbewertet werden darf. Auffällig ist, dass die Lehrperson das (oder die) neue(n) Themen einführt (22:13:24 – T: *So. Was haben wir jetzt eigentlich ausgerechnet?*; 22:19:17 – T: *Genau. (Aber woll)- wir wollen noch wissen, wie viele Kaninchen das sind.*). Die Lösungsschritte oder die Ergebnisse kommen von den Lernenden.

In der Videobetrachtung erkennt man, dass alle Lernenden, auch S4, aktiv sind, was sich in der mündlichen Aktivität der Redeverteilung spiegelt (vgl. Tabelle 7.13). Die Lernenden sprechen hier in diesem Lösungsabschnitt weit mehr Turns als die Lehrperson (72 % vs. 28 %).

Diese Tutoringsituation endet nach zweiundzwanzig Minuten und fünfundvierzig Sekunden. Ein Rückblick auf das Vorgehen wird nicht gemacht. Alle Lernenden haben auf ihren Notizen den vollständigen Lösungsweg und als Resultat die Anzahl der Hühner sowie diejenige der Kaninchen aufgeschrieben, allerdings ohne einen Antwortsatz in Worten zu formulieren. Sie machen auch keine Probe. Das vom Forschungsteam vorgeschlagene Zeitmass von ca. 15 Minuten wurde um gut ein Drittel überschritten, was eventuell ein dafür Grund sein kann, dass hier nun «abgebrochen» wird. Die Lehrerin bedankt sich beim Schüler und den Schülerinnen¹⁹.

7.4.1.3 Fallkommentierung und Beizug der Kontextinformationen

Die Schüler und Schülerinnen und ihr Verhalten einzeln betrachtet

Im folgenden Kapitel werden die einzelnen Lernenden mit ihrem unterschiedlichen Ausmass an Redebeiträgen, ihrer unterschiedlichen Rolle in Bezug auf die Autonomiegrade ihrer Fachbeiträge und ihr Verhalten gegenüber den anderen Lernenden getrennt voneinander beschrieben und interpretiert. Zudem werden ihre Resultate der zusätzlichen Aufgabe beschrieben und in Bezug gesetzt zur gewählten Lösungsvariante der Tutoringsituation und zu ihrem individuellen Beitrag, welchen sie in der Entwicklung der Lösungsschritte eingebracht haben.

Schülerin S1

Schülerin S1 spricht die meisten Wörter dieser Lernendengruppe, nämlich 235 Wörter, was 10 % der Gesamtsumme der Wörter ausmacht und 32 % der Wörter der Lernenden. Ihre Äusserungen sind zumeist Selbstwahlen. Sie hat sich während des Lehr-Lerngesprächs auch mehrmals gemeldet, ohne dass sie direkt adressiert war (vgl. Transkriptauszug 1205.1 Min. 01:09 oder Transkriptauszug 1205.8 Min. 08:14):

¹⁹ Zur Erinnerung: Die Kleingruppenunterrichtssituationen wurden im Auftrag des Forschungsteams abgehalten und aufgenommen und waren somit sowohl für die Lehrpersonen als auch für die Lernenden ein ungewohntes Setting. Zudem war es für die Lernenden eine Zeit, die sie in der Schule verbringen mussten: Die Lehrperson hat vier Lernende dafür ausgesucht.

$81 - 6 = 75$ $23 - 1 = 22$ $75 = \overset{x}{\text{Kinderwagen 3}} + \overset{y}{\text{Kinderwagen 4}}$ $75 = 3x + 4y \qquad 22 = x + y$ <p><i>[3 Fehlansätze zum Lösen der Gleichungen hier nicht wiedergegeben]</i></p> $22 - x = y$ $75 = 3x + 4(22-x)$ $75 = 3x + 88 - 4x$ $75 = 88 - 1x \quad /-75$ $0 = 13 - 1x \quad /:1x$ $\underline{x = 13}$ $22 - 13 = 9$ <p>Antwort: Es gibt 13 Kinderwägen mit 3 Rädern, 9 Kinderwägen mit 4 Rädern und einen Zwillingskinderwagen mit 6 Rädern.</p>

Abbildung 7.6 Notizblatt der Transferaufgabe von Schülerin S1, abgetippt

schreibt sofort – in dem Sinne, dass sie an dieser Stelle nichts korrigieren oder durchstreichen muss – die beiden richtigen Gleichungen hin. Sie findet auch einen gangbaren Weg, die Gleichungen zu lösen, kommt auf das richtige Ergebnis und schreibt einen vollständigen Antwortsatz hin. Sie macht keine Probe, aber da auch während der Tutoringsituation nie von der Probe gesprochen wurde, ist es hier nicht sonderlich erstaunlich, dass auf dem Lösungsblatt der Schülerin keine Probe gemacht wird.

Schülerin S1 hat den Lösungsweg der Tutoringsituation gut auf die zusätzliche Aufgabe übertragen können. Sie erhält die maximale Punktzahl von 6 Punkten (vgl. Abschnitt 6.5.3). Sie löst die Aufgabe auf demselben Weg, wie es die Lernenden als Gruppe im Lehr-Lerngespräch gemacht haben. Schülerin S1 hat während der Gruppenarbeit viel zur Lösungsentwicklung beigetragen und konnte dadurch ihr Wissen vertiefen und verankern.

Schülerin S3

Schülerin S3 ist die andere Lernende, welche viel spricht. Sie wirkt in der mündlichen Lehr-Lernsituation sehr präsent: Sie stellt sofort nach dem Durchlesen der Aufgabe die erste Frage (01:39:07, S3: *Livia ist ein Name?*), d. h. sie traut sich problemlos, sich zu melden. Sie bringt auch sehr schnell eine für die Aufgabe substantielle Bemerkung ein (Min. 02:00:08, S3: *(Haben) Weinbergschnecken-haben doch keine Beine, oder?*) Zudem hat sie sehr schnell eine Idee, was das

Ergebnis sein könnte (Min. 03:46:29, S3: *Das sind dreiundzwanzig Kaninchen und zwei Hühner.*)

Verglichen mit den anderen Lernenden spricht S3 die meisten Kreatoräusserungen. Jedoch sind nicht alle ihre Äusserungen produktiv im Sinne von «zur Lösung führend», wie man besonders an ihrem ersten spontanen Ergebnisvorschlag erkennt (vgl. Transkriptauszug 1205.4, Min. 3:46 bis 4:22). Zu Beginn der gemeinsamen Erarbeitung bringt S3 jedoch einige wertvolle Beiträge, so dass die Lehrerin ihren Vorschlag gutheisst und explizit als denjenigen von S3 kennzeichnet: *Ok. (-) genau. Dann schreibt ihr mal auf euer Blatt den Vorschlag von der [S3].* (Min. 2.11). Auch als die Erarbeitung der Mathematisierung beginnt, ist S3 aktiv am Gespräch beteiligt. Sie bringt die Aufteilung der Variablen ein (Min. 06:03:20, S3: // () X Y. ... X Kaninchen, Y Hühner.) Die Gleichungen werden allerdings als erstes von S1 formuliert (Min. 6:41 und 8:14). Die Lehrerin glaubt aber weiterhin, dass S3 den Lösungsweg verstanden hat und bittet sie, wie oben schon gesagt wurde, den Weg S4 zu erklären (Min. 10:59:06, T: *So, ([S3] probier's mal).* S3 jedoch übergibt die Erklärung an S1. Wie schneidet nun diese Lernende bei der schriftlichen Einzelarbeit ab?

Lösungsweg und Resultate der zusätzlichen Aufgabe von Schülerin S3

Auf dem Arbeitsblatt zur zusätzlichen Aufgabe von Schülerin S3 sieht man, dass sie versucht, die Textaufgabe mit drei Variablen zu lösen (vgl. Abbildung 7.7).

$x = 3$ Räder	$23 = x + y + z$	$23 = x + y + z$
$y = 4$ Räder	$23 - x - y = z$	$23 - x - z = y$
$z = 6$ Räder		
$23 = x + y + z$		
$23 - y - z = x$		

$81 = x3 + y4 + z6$		
$81 = 3(23 - y - z) + 4(23 - y - x) + 6z$		
$81 = 69 - 3y - z + 92 - 4y - x + 6z$		
=		
$81 = 3x + 4y + 6z$		
$81 =$		

Abbildung 7.7 Notizblatt der Transferaufgabe von Schülerin S3 (Nr. 120525), abgetippt

Ihr Lösungsversuch kann verschieden interpretiert werden. Richtig an ihrem Ansatz ist, dass sie die Kinderwagen mit je unterschiedlicher Anzahl Rädern mit je einer unterschiedlichen Variablen bezeichnet. Zudem stellt sie zwei Gleichungen auf, welche eine wahre Aussage zur Textaufgabe darstellen. Lösen lassen sich diese Gleichungen jedoch nicht, weil es dazu noch eine dritte Gleichung bräuchte. Die Schülerin hat nicht gemerkt, dass sie keine dritte Variable braucht, dass nämlich die Anzahl der Zwillingskinderwagen schon in der Aufgabenstellung genannt ist: „Es gibt auch einen Zwillingskinderwagen mit 6 Rädern.“

Man könnte bemerken, dass Schülerin S3 die Textaufgabe nicht genau genug gelesen hat. Auf das aufmerksame Durchlesen hat die Lehrperson in der Tutoringsituation mehrfach hingewiesen²¹. Beim Rückblick auf das Lehr-Lerngespräch, erscheint es erstaunlich, dass ausgerechnet Schülerin S3 nicht merkt, dass die Anzahl der Zwillingswagen angegeben ist, denn bei der Textaufgabe war sie es, welche als erstes geäußert hat, dass die Weinbergschnecken keine Beine haben, und, durch den Einschub von S2, auch darauf gekommen ist, dass man folglich nur mit 35 Tieren rechnen muss (vgl. Transkriptauszug 1205.3).²²

Schülerin S3 erhält drei Punkte für die zusätzliche Aufgabe: einen für die Zuteilung der unterschiedlichen Variablen und zwei für die Gleichungen (vgl. Abschnitt 6.5.3). Sie versucht die Transferaufgabe grundsätzlich mit derselben Lösungsvariante zu lösen, wie es die Lernenden als Gruppe im Lehr-Lerngespräch gemacht haben, also mit einem linearen Gleichungssystem.

Schülerin S2 und Schüler S4 sind innerhalb dieses Lehr-Lerngesprächs diejenigen, welche sich sehr wenig äussern. Sie nehmen jedoch ganz unterschiedliche Rollen ein.

Schülerin S2

Schülerin S2 kann als stille Mitdenkerin bezeichnet werden. Sie äussert sich ein paar (wenige) Male (Selbstwahl der Lernenden) (z. B. Min. 02:04, S2: *(aber die haben Köpfe) (zählen die aber auch)*), und dies sogar bei (fast) allen Lösungsschritten. So ist es diese Schülerin, welche einen Fehler auf dem Notizblatt von S4 entdeckt, was zeigt, dass sie stets geistig aktiv dabei ist.

²¹ Diese Lehrerin betont mehrmals am Anfang des Lehr-Lerngespräches, dass die Aufgabe gelesen werden muss (Min. 01:31, T: *Mhm. Gut. Wir -wir machen also die Zweite. Die müsst ihr jetzt erst mal lesen.* / 01:56:24, T: *Vielleicht warten wir jetzt erst mal, bis alle den Text gelesen haben. [S4], du hast ihn auch gelesen?*) Das (aufmerksame) (durch)lesen der Textaufgabe ist wichtig und braucht Zeit.

²² Hat allenfalls der Unterschied, dass der Zwillingswagen sehr wohl Räder hat, die Weinbergschnecken aber eben gar keine Beine, diese Schülerin verwirrt?

Auch aus ihrem Aufgabenblatt zur zusätzlichen Aufgabe geht wie bei Schülerin S3 hervor, dass sie drei unterschiedliche Variablen setzt und somit die Textaufgabe nicht lösen kann. Ihr Arbeitsblatt wird nicht abgebildet, denn es sieht sehr ähnlich aus wie dasjenige von S3. Auch S2 erhält in der Auswertung 3 Punkte. Auf die Rolle von S4, dem Schweiger der Gruppe, wird im nächsten Abschnitt speziell eingegangen.

Schüler S4, der Hahn im Korb

Lassen wir zuerst die Zahlen sprechen: Die Äußerungen von S4 im ganzen Tutoringsgespräch bestehen aus sehr wenigen Worten (62 Wörter in 37 Turns). Er spricht nur 9 % der Turns und 3 % der Wörter. Wenn alle Gesprächspartner in etwa gleich berechtigt bei der Beteiligung gewesen wären, hätte S4 20 % der Turns und Wörter gesprochen. Auch im Vergleich der Lernenden untereinander – wonach S4 bei einem ausgewogenen Verlauf des Rederechts 25 % der Turns und Wörter hätte sprechen dürfen – spricht er nur 17 % der Turns und 8 % der Wörter. Auch ist die durchschnittliche Länge seiner Sätze besonders kurz: Er sagt im Schnitt pro Turn nur 1.68 Wörter, was deutlich aufzeigt, dass S4 jeweils nur ein oder zwei Worte sagt. Man kann ihn nicht einmal als Stichwortgeber bezeichnen, denn seine Äußerungen bestehen oft aus „Mmh“, „Ja“, „Nein“ oder „noch nicht“. Die Lehrerin versucht sehr oft im Verlauf des gesamten Lehrer-Lerngesprächs (auch) S4 ins Gespräch einzubinden: Sie spricht ihn des Öfteren sogar namentlich an. Etliche Sequenzen mit der «Beteiligung» von S4 verlaufen sehr ähnlich: S4 spricht meistens nur dann, wenn er dazu aufgerufen wird. Es folgt ein exemplarisches Beispiel, welches auch schon im Transkriptauszug 1205.3 wiedergegeben worden ist.

Transkriptauszug 1205.16: Erste Äußerungen von S4 (bei der Erarbeitung der Fragestellung)

- 03:21:03 S3 Wie viele Kaninchen und wie viele Hühner es hat.
 03:23:23 T [S4] bist du auch der Ansicht?
 03:24:29 S4 Mhm. Mhm. Ja.
 03:26:29 T Ja? Mhm. Hast du eine Idee, wie man das rauskriegt- kriegen könnte?
 03:31:28 S4 (Nein, noch) nicht.
 03:33:27 T Noch nicht? Hast du gesagt, noch nicht?
 03:37:04 S4 Mhm.

Die Lehrerin möchte S4 in die Gruppe einbinden und gleichzeitig wohl auch bewirken, dass er das Gesagte von S3 inhaltlich versteht, und fragt ihn deshalb explizit, ob er auch dieser Ansicht sei. Er antwortet mit Ja, nützt aber sein Rede-recht nicht weiter aus. Die Lehrerin stellt ihm deshalb die Frage, wie man denn

da weiterfahren könnte. Er weiss es nicht bzw. äussert sich nicht dazu. Die vollständige Analyse der Äusserungen von S4 zeigt, dass die meisten Sequenzen vergleichbar sind: Er wird von der Lehrperson aufgerufen, d. h. seine Äusserungen sind (fast) nie eine Selbstwahl. An einer Stelle äussert er sich nicht einmal, wenn er dazu aufgefordert wird:

Transkriptauszug 1205.17 (vgl. Transkriptauszug 1205.8)

Vierte Sequenz, bei der S4 aufgerufen wird, sich aber dennoch nicht zu Wort meldet.

- | | | | |
|------|----------|-----------|---|
| 3.2c | 07:56:19 | T | Können wir jetzt noch eine Gleichung aufstellen mit Hilfe von den Beinen? |
| 3.2c | 07:59:29 | S3 | (Wir können schon.) |
| 3.2c | 08:01:15 | T | (Wir können schon.) Dann machen wir die mal. ... Wie? |
| 3.2c | 08:06:13 | S3 | () |
| 3.2c | 08:09:23 | T (zu S4) | [S4], hast du eine Idee? |
| | | | <i>[Wartezeit ca. 10 Sekunden, bis eine andere Schülerin sich äussert.]</i> |
| 3.2c | 08:14:19 | S1 | Geht nicht, vier X// (plus zwei Y)? |
| 3.2c | 08:16:02 | S3 | //X mal vier () |
| 3.2c | 08:17:12 | T | Hmm/wie? |

Schülerin S1 «erlöst» S4, indem sie ihre Idee ins Gruppengespräch einbringt. Oder sie schnappt ihm das Rederecht weg. Wir wissen nicht, wie sich dies für S4 emotional anfühlt.

Eine Sequenz mit Beteiligung von S4 fällt positiv zu seinen Gunsten aus:

Transkriptauszug 1205.18 (vgl. Transkriptauszug 1205.12)

- | | | | |
|----|----------|----|--|
| 4a | 17:25:26 | T | X ist gleich – ... Was machen wir? |
| 4a | 17:29:17 | SN | () |
| 4a | 17:30:15 | S4 | (Ja). |
| 4a | 17:31:09 | T | Genau. Und die ganze Gleichung heisst dann? Darf ich drauf schreiben, [S2]? ... [S4], kannst du das mal diktieren? |
| 4a | 17:38:05 | S4 | Vier- vierundneunzig. |
| 4a | 17:40:03 | T | Ja. Gleich? |
| 4a | 17:42:01 | S4 | Vier mal. |
| 4a | 17:42:19 | T | Vier mal. |
| 4a | 17:44:19 | Ss | Klammer auf. |
| 4a | 17:46:03 | T | Mhm. |

4a	17:47:00	S4	Fünfunddreissig minus Y.
4a	17:49:08	T	Ja.
4a	17:50:14	Ss	Klammer zu.
4a	17:51:19	T	Und jetzt?
4a	17:52:13	SN	Plus zwei Y.
4a	17:55:01	T	Fertig?
4a	17:57:25	S4	(nur noch) plus zwei Y.
4a	17:59:17	T	Mhm. ... Können wir's alle- konntet ihr's alle so weit nachvollziehen?
4a	18:05:00	SN	Ja.

Diese Sequenz, in der es S4 gut gelingt, die Beingleichung zu wiederholen bzw. zu diktieren, so dass alle Lernenden es aufschreiben können, wird von der Lehrperson im Nachhinein bei der schriftlichen Rückmeldung ans Forschungsteam speziell erwähnt. Der Lehrerin ist aufgefallen, dass S4 sich hier auf fachlich überzeugende Äusserungen einlässt. Sie sagt „*Er blüht auf*“.

Die Lehrerin sorgt sich während des Lehr-Lerngespräches sehr um S4, wie wir gesehen haben: Sie versucht sehr oft, ihn einzubeziehen, sie steht mehrmals auf und unterstützt ihn persönlich beim Aufschreiben der Notizen. Auch während ihrer schriftlichen Reflexion, der CD-Bearbeitung zu den 1:4-Videosequenzen (vgl. Abschnitt 6.1), thematisiert sie sehr oft Schüler S4. Auf die anderen Lernenden geht sie viel weniger spezifisch ein. Sie sagt in der Reflexion zudem, dass S4 sich selbst spontan für die tutorielle Situation gemeldet hat. Dies freute die Lehrperson besonders, weil dieser Schüler *sonst kein Wort mit mir und selten mit den Klassenkameraden spricht* (Datenquelle: CD-Reflexion der Lehrperson, generelles Feedbackblatt).²³

Aspekte des Verhaltens der Lehrperson I205

Wir haben in Bezug auf die Interaktionsstruktur gesehen, dass diese Lehrerin das Lehr-Lerngespräch leitet, denn sie organisiert und strukturiert das Gespräch. Sie wählt die Aufgabe aus oder «bremst» eine Schülerin, welche zu schnell vorwärts machen will, ohne auf das Tempo der anderen zu achten (Min. 01:54:03: S2: *Was sollen wir da jetzt rauskriegen?* T: *Vielleicht warten wir jetzt erst mal, bis alle den*

²³ Bezieht man dieses Kontextwissen ein, so kann der Spruch der Lehrerin, dass S4 *der Hahn im Korb* ist, auch so interpretiert werden, dass er (von ihr und von den Mädchen) die volle Aufmerksamkeit erhalten wird. Es zeigt sich im Verlaufe des Lehr-Lerngespräches, dass er inhaltlich keine substanziellen Äusserungen macht, dass es aber zu vielen Zeitpunkten um ihn und sein Verständnis der Aufgabe geht.

dass bereits in der vierten Minute des Gespräches eine Schülerin glaubt, das richtige Ergebnis gefunden zu haben. Die Lehrerin nimmt diese Schülerin, S3, ernst und lässt sie ihre Antwort begründen (vgl. dazu den Transkriptauszug 1205.4, „erste Lösungsidee“)²⁵. Der Polylog der ganzen Gruppe geht nach dem Einschub von S3 wieder zurück auf die Situationsanalyse, bevor die Gruppe dann zur Mathematisierung vorrückt²⁶.

Ein weiterer fachlich zentraler Punkt ist, dass diese Lehrerin versucht, ihre Lernenden so anzuleiten, dass sie systematisch an eine Textaufgabe herangehen:

T: Aha. So. Und jetzt würde ich euch doch empfehlen, einfach nicht bloss draufloszuschliessen (durch so eine Aufgabe) () Taschenrechner schnell (reinzumachen), sondern mal auch zu überlegen, wie löst man eine Textaufgabe. Wenn man was nicht weiss, was macht man dann? ... Bei einer Textaufgabe. Ich habe eine unbekannte Grösse. (Min. 05:27:18).

Es finden sich etliche Stellen, welche solche metakognitiven Hinweise zum Problemlösevorgang aufzeigen. So ist für diese Lehrperson das schriftliche Notieren des Gesagten wesentlich (z. B. Min. 02:41:1, T: *Also, dann müsst ihr jetzt aufschreiben: Kaninchen Doppelpunkt*). Sie achtet zudem sehr genau darauf, dass alle Lernenden die Erkenntnisse – z. B. die Gleichung – in derselben Weise, wie sie es gelernt haben, aufschreiben. (z. B. Min. 06:58:08, T [zu S2]: *Ausstreichen! So. Noch mal neu anfangen. ... Hm [nein]. [S2], schreibe bitte da drunten weiter, weil wir wollen ja Gleichungen ausrechnen. ... Wir brauchen Platz.*)

Eine weitere Äusserung der Lehrerin soll nochmals hervorheben, dass sie des Öfteren versucht, auf wichtige Elemente im systematischen Vorgehen hinzuweisen. In Minute 5:18 stellt sie z. B. implizit die Frage, was denn eigentlich die Fragestellung war; in der nächsten Äusserung der Lehrperson stellt sie die Frage explizit (vgl. Min. 5:21). Nachfolgend ein Ausschnitt aus dem Transkriptauszug 1205.5.

Ausschnitt aus Transkriptauszug 1205.5

²⁵ Es zeigt sich jedoch, als S3 ihren Rechnungsweg erklärt, dass sie sich viel zu wenig fachliche Gedanken gemacht hat, die Situationsanalyse nicht genau genug durchgegangen ist und die Gesamtzahl der vorhandenen Köpfe nicht einbezogen, sondern nur auf die Anzahl Beine geachtet hat.

²⁶ Der Wechsel in der Farbkodierung zwischen Situationsanalyse und Mathematisierung in Min. 7 und 8 ist auf die Feinkodierung jeder Äusserung zurückzuführen und nicht auf eine Unregelmässigkeit im Vorgehen, denn es ist normal, dass in einem Gespräch mit fünf Teilnehmenden nicht alle genau in derselben Sekunde zur Mathematisierung vorstossen.

2c	05:09:07	T	Mhm. Also sind insgesamt fünfunddreissig.
2c	05:14:23	S3	Tiere.
2c	05:15:16	T	Hühnchen und Kaninchen.
2c	05:17:17	Ss	Ja.
2c	05:18:05	T	Gut. War das die Antwort?
2c	05:20:10	Ss	Nein.
2c	05:21:08	SN	Ja.
2b	05:21:16	T	Was wollen die wissen?
2b	05:22:19	SN	Die wollen (ja auch //die Beine).
2b	05:23:11	SN	Die wollen nicht die Anzahl wissen, die wollen ...
2b	05:24:20	SN	Die wollen die ...
2b	05:25:03	S1	... wissen, wie viele Kaninchen und wie viele Hühner es sind.

Mit dieser zweifachen Erwähnung der Fragestellung bewirkt die Lehrperson, dass eine Schülerin die Fragestellung klar formuliert.

Die Zeitverteilung (vgl. Zeitstrahl), wie lange die einzelnen Lösungsschritte dauern, ist nicht besonders auffällig. Einzig die Phase des Ausrechnens bzw. des Lösens der Gleichungen nimmt in dieser Gruppe recht viel Zeit in Anspruch, nämlich zehn Minuten (von Min. 11:54 bis 22:02), was fast die Hälfte der gesamten Zeit ist. Auffallend im Vergleich zu einigen anderen Gruppen im Datensatz ist, dass gar nicht erwähnt wird, dass man noch eine Probe machen könnte, um das Ergebnis zu überprüfen²⁷. Auch ein Rückblick auf das Vorgehen wird nicht gemacht, obwohl dieser Lehrerin eine systematische Herangehensweise wichtig erscheint. Wir dürfen jedoch nicht zu schnell generalisieren: Die Probe und der Rückblick könnten auch aus Zeitgründen weggefallen sein, denn eigentlich sollten die tutoriellen Settings nur etwa 15 Minuten dauern (und nicht 23 Minuten).

Beim Durchsehen der *Klassenlektion* dieser Lehrperson zu den Textaufgaben (T-1205-L1) sind einige Ähnlichkeiten im Vorgehen der Lehrperson aufgefallen. Da unser Datensatz auch Klassenlektionen zu Textaufgaben enthält, interessierte nämlich, inwiefern ein ähnliches Vorgehen zu beobachten war. Zwei Stellen seien hier erwähnt: Es geht darin um das Lesen und um das systematische Vorgehen. Die Lehrperson sagt in der Klassenlektion nach 18 Minuten, als die Arbeit an einer bestimmten Textaufgabe schon 9 Minuten im Gange ist, 18:02:28, T: [...] *Lest noch mal den Text. Was steht denn da in dem Text drin?* Die Aufforderung zu

²⁷ Man könnte nämlich nun anhand der 12 Kaninchen und 23 Hühner nochmals ausrechnen, ob diese tatsächlich zusammen 94 Beine haben.

Lesen (vgl. das Unterkapitel «Die Bedeutungsfelder der Worte „lesen“ und „raus-kriegen“») bedeutet für diese Lehrperson «genau durchforsten, erfassen, genau lesen, schauen, was man noch herauskriegen könnte». Sie macht ihre Lernenden immer wieder darauf aufmerksam, nicht nur in der Kleingruppenunterrichtssituation. Das systematische Vorgehen ist ihr auch im Klassenunterricht wichtig. So wirft sie der Klasse auch an einer Stelle vor, dass sie immer *gleich losrechnen wollen*, ohne genau zu wissen, was gefragt und was zu tun ist:

Transkriptauszug 1205. Klassenlektion L1

00:31:05:03 SN Wetten (?) Weil das ist, wenn das der Umfang ist, weil, der (), wir brauchen ja (sechsendneunzig) Meter. Und wenn ... aber das ist ja kein ... Rechteck, ah, Scheisse! Das geht nicht.

00:31:18:22 T Ihr wollt gleich losrechnen.

Diese Reaktion der Lehrperson erinnert sehr an die Stelle in der Tutoringsituation, bei der sie sofort reagiert, als S3 den Taschenrechner hervorholt. Min. 03:38:06, T (zu S3): *Ihr wollt //immer gleich mit dem Taschenrechner.*

7.4.1.4 Synthese des Falles 1205

Nach der detaillierten Mikroanalyse des gesamten Lehr-Lerngespräches der Gruppe 1205 werden zentrale Erkenntnisse basierend auf den Dimensionen und Kriterien für die Fallanalyse (vgl. 6.6) zusammengefasst. Die Gruppe 1205 löst an einem Gruppentisch sitzend gemeinsam die Textaufgabe Nr. 2 mit (nur) einem einzigen Lösungsweg, nämlich demjenigen mit zwei Variablen und zwei Gleichungen (lineares Gleichungssystem). Dies bedeutet zugleich, dass alle Lernenden denselben Weg einschlagen und es somit nicht zu einer Diskussion über Vor- und Nachteile dieses Lösungsweges im Vergleich zu anderen Lösungswegen kommen kann. Die Gruppe braucht 23 Minuten für die Lösung, was im Vergleich zu den anderen Gruppen des Datensatzes eine lange Zeit ist. Es gibt nur sechs weitere Gruppen von 37, welche mehr als 20 Minuten für eine einzelne Aufgabe benötigen (vgl. Tabelle 7.4, Spalte 3). Diese lange Zeitdauer begründet sich durch ein sorgfältiges Vorgehen der Lehrperson: Sie lässt den Schülern und Schülerinnen Zeit für vollständige Notizen und bezieht alle Lernende ins Unterrichtsgespräch ein. Es findet ein gemeinsames Erarbeiten des Lösungsweges statt, indem die Lernenden sehr oft die Kreatorenrolle übernehmen können – oder müssen. In der Fallanalyse ist in Bezug auf die Schriftlichkeit mehrfach aufgefallen, dass die Lehrerin Gewicht legt auf das Aufschreiben der einzelnen Lösungsschritte (z. B. Min. 02:41, T: *Also, dann müsst ihr jetzt aufschreiben: Kaninchen Doppelpunkt.* (vgl. Transkriptauszug 1205.3). Die Schreibutensilien werden schon beim Hereinbitten der Lernenden betont. Minute 00:12, T: *Eure Schreibsachen*

müsst ihr mitbringen. (vgl. Transkriptauszug 1205.1). Sie leitet die Lernenden zu sinnvollen bzw. richtigen Notizen an und kontrolliert dies auch. Minute 06:58, T: *[zu S2] Ausstreichen! So. Noch mal neu anfangen. ... Hm [nein]. [S2], schreibe bitte da drunten weiter, weil wir wollen ja Gleichungen ausrechnen. ... Wir brauchen Platz.* (vgl. Transkriptauszug 1205.8). Oder Minute 11:37, T [zu S4]: *Also (wollen wir) das Ganze ausstreichen, die ganze Zeile noch mal ausstreichen, und bitte noch mal anfangen.* (vgl. Transkriptauszug 1205.10). Darüber hinaus spricht sie weitere Punkte des methodischen Vorgehens an. Minute 05:37, T: *... sondern mal auch zu überlegen, wie löst man eine Textaufgabe. ... Wenn man was nicht weiss, was macht man dann? ... Bei einer Textaufgabe. Ich habe eine unbekannte Grösse.* (vgl. Transkriptauszug 1205.7).

In Bezug auf den Problemlöseprozess soll hier in der Synthese nochmals betont werden, dass alle in der Theorie hergeleiteten Schritte zum Lösen einer Textaufgabe in dieser Gruppe im Lehr-Lerngespräch besprochen werden. Sie werden durch Gesprächswörter (Gliederungssignale vgl. Abschnitt 4.2) markiert, so dass durch den klaren Aufbau des Lehr-Lerngespräches es auch für die Lernenden im Verlaufe des Erarbeitungsprozesses klar wird, wann ein nächster Lösungsschritt beginnt. Auch dazu soll ein Beispiel angefügt werden, bei welchem der Lösungsschritt sogar als abgeschlossen markiert wird. Min. 06:30, T: *Also, ihr habt X Kaninchen und ihr habt Y Hühner. Soweit seid ihr euch jetzt einig.* (vgl. Transkriptauszug 1205.7). Dieses Beispiel zeigt zudem schön auf, was für Qualitäten die Interaktionskultur dieses Lehr-Lerngespräches hat: Die Aufgabe soll gemeinsam erarbeitet werden, und zwar so, dass alle mit dem Vorgehen einverstanden sind (und es somit verstanden haben).

Die gesamte Tutoringsituation läuft generell als fragend-entwickelndes Unterrichtsgespräch ab, wobei die Lehrerin das Gespräch stark leitet, denn sie ist jeweils für die Themeninitiierung (z. B. Min. 06:39:12, T: *Kann man das mit einer Gleichung jetzt machen?*) und für die Strukturierung des Lernvorganges (z. B. Min. 05:37:2, T: *sondern mal auch zu überlegen, wie löst man eine Textaufgabe. Wenn man was nicht weiss, was macht man dann? ... Bei einer Textaufgabe. Ich habe eine unbekannte Grösse.*) zuständig. Sie gibt des Öfteren klare Hinweise, was nun im Verlaufe der Erarbeitung schriftlich fixiert werden muss (z. B. Min. 06:44:19, T: *Sehr gut, [S1]. ... Schreibt das mal drunter.*). Die Lehrperson initiiert somit die meisten Lösungsschritte, achtet aber darauf, dass die Lernenden auf die einzelnen zentralen Lösungselemente hingeführt werden und das entscheidende Stichwort einbringen können. Dazu geht sie oft kleinschrittig – im positiven Sinne des Wortes – vor und leitet die Lernenden zu einem systematischen Problemlöseprozess an. Dies kann in der Übersichtstabelle zur Charakterisierung der einzelnen Lösungsschritte demonstriert werden: Tabelle 7.14 zeigt numerisch auf, dass die

Lehrperson die meisten Themeninitiiierungen bringt, dass aber v. a. Lernende, besonders S1 und S3, sehr viele Kreatoräußerungen machen (können) und somit für wichtige Elemente des Lösungsweges zuständig sind.

Die Lernenden werden in etlichen Äußerungen der Lehrperson als Autoren oder Autorinnen (in den Worten von Krummheuer & Brandt 2001 als Kreatoren oder Kreatorinnen) positioniert. Zwei Beispiele aus den Transkriptauszügen sollen hier wiederholt werden. Minute 02:11, T: *Ok. (-) genau. Dann schreibt ihr mal auf euer Blatt den Vorschlag von der [S3]. Wie viele Köpfe sind's jetzt noch?* (vgl. Transkriptauszug 1205.3) und Minute 06:52, T: *[zu S1] Du, die [S2] hat dich nicht verstanden, wie du es gemeint hast.* Die Lernenden werden für ihren Input von Lösungsschritten gewürdigt und sollten ihn deshalb auch den anderen Lernenden erklären können. Das Gespräch ist ein Gruppengespräch: Die Lernenden, manchmal aufgefordert durch die Lehrerin, tauschen sich untereinander aus und geben Erklärungen, so dass sie sich ihrer Lösungsschritte nochmals bewusst werden und die Verantwortung für den Problemlöseprozess in einigen Abschnitten übernehmen (müssen). Aus diesem Grund wurde die Äußerung aus Minute 08:29: *Genau. Und warum? Jetzt muss man's den- allen andern auch erklären.*) als Titel dieses Falles gewählt. Dieses Lehr-Lerngespräch bzw. diese Lehrperson unterstützt die Ko-Konstruktion der Problemlösung.

7.4.2 Fall 1117: T: „So, [S1], du bist der Sache doch ziemlich auf der Fährte, komm!“ – Verantwortungsübernahme einer Schülerin

7.4.2.1 Situierung des Falles 1117 und Rahmeninformationen

Die Lernenden der Gruppe 1117 wählen die Sitzplätze an ihrem Gruppentisch selbst aus: Die beiden Mädchen (S1 und S2) und die beiden Jungen (S3 und S4) sitzen jeweils nebeneinander, der Stuhl des Lehrers befindet sich zwischen den Lernenden S2 und S3. Es fällt in Bezug auf die Geschlechterverteilung der Lernenden auf, dass (auch fachliche) Nebengespräche der Lernenden meistens nur mit dem direkten Sitznachbarn gleichen Geschlechtes stattfinden.

Diese Gruppe wurde für die detaillierte narrative Beschreibung und Interpretation ausgesucht, weil sie aufgrund der Fragestellungen dieser Arbeit und dem Vergleich mit den anderen Gruppen des Datensatzes folgende Besonderheiten aufweist: In Bezug auf die fachdidaktische Perspektive ist hier besonders, dass zwei Lösungswege nacheinander besprochen werden. Der erste Lösungsweg, zwei Gleichungen mit zwei Variablen (also lineares Gleichungssystem), wird jedoch abgebrochen, weil nicht alle Lernenden auf diesen Weg einsteigen. Der zweite

Tabelle 7.14 Häufigkeitsauszählungen ganze Tutoringsituation 1205

	Turns	% Turns	% Turns SS	Wörter	% Wö	% Wö SS	Schnitt Wö/ Turn	Ganze Sätze	Kreator	Ko-Kreator	Themen-initiierung
T	190	46 %		1695	70 %		8.92	N.N	3	–	18
S1	43	10 %	19 %	235	10 %	32 %	5.46	24	7	1	2
S2	27	7 %	12 %	78	3 %	11 %	2.89	14	3	5	1
S3	54	13 %	24 %	207	9 %	28 %	3.79	23	12	2	3
S4	37	9 %	17 %	62	3 %	8 %	1.68	3	2	1	–
SN + Ss	63	15 %	28 %	150	6 %	20 %	2.89	16	N.N	N.N	N.N
T vs. SS	190: 224	46 %: 54 %		1695: 732	70 %: 30 %						

Anmerkungen: Schnitt Wö/Turn soll die durchschnittliche Wortlänge eines Turns jedes/r Teilnehmenden repräsentieren.

Die Anzahl ganzer Sätze soll einen Hinweis geben, wie oft die Lernenden nur Stichwortgeber sind.

N.N. = Nicht ausgezählt (non numeratum), Gründe: Die Lehrperson macht sowieso meist ganze Sätze, das ist deshalb keine Besonderheit und muss nicht ausgezählt werden. Die Kreatoräußerungen und die Themeninitiierung wurden bei Äußerungen, bei denen der/die Sprecher*in nicht klar erkennbar ist, nicht gemacht, da es nicht interpretierbar ist ohne den/die Sprecher*in zu kennen.

Lösungsweg, „Wenn alles Hühner wären“ (der logische oder elegante Lösungsweg, vgl. 6.2.4), wird bis zum korrekten Ergebnis durchgeführt und mehrfach erklärt. Die Gruppe bearbeitet die Aufgabe Nr. 2 in 20 Minuten, was recht lange ist, aber aufgrund der Besprechung von zwei Lösungswegen gut verständlich.

Betrachtet man die Interaktionsqualität des Gespräches, so fällt im Vergleich zu den meisten anderen Gruppen auf, dass die Lernenden einen grossen Anteil sowohl der Turns (67 %) als auch der Wörter (53 %) äussern. Zudem hat die Häufigkeitsauszählung der Peersequenzen ergeben, dass 31 % der Lernendenäusserungen auf eine Lernendenäusserung folgen, dass es folglich sehr viele echte Schüler-Schülerinnen-Sequenzen in diesem Lehr-Lerngespräch gibt. Ein Grund dafür kann schon vorweggenommen werden: Schüler S3 fragt, nachdem das Ergebnis in Minute 16 schon feststeht, wie die Schülerin S1 auf dieses Ergebnis gekommen ist. S3 leitet somit einen „extended discourse“ ein (Schleppenbach et al., 2007), bei welchem nach der Lösung ausführlich über den Lösungsweg gesprochen wird. In dieser Gruppe wird der Lösungsweg mehrfach von der Schülerin S1 erklärt, sie hat die Verantwortung für «ihren» Lösungsweg übernommen (vgl. den gewählten Titel für diesen Fall). Dieses Lehr-Lerngespräch enthält somit eine anschauliche Vorführung, wie es einer Lehrperson gelingen kann, dass die Lernenden sich nach und nach als Autoren ihres Lösungsweges betrachten.

Rahmeninformationen des Falles 1117

Aufgabe Nr 2: Kopf-Beine-Aufgabe

*In einem Gehege sieht Livia Kaninchen, Hühner und zwei Weinbergschnecken.
Alle Tiere zusammen haben 37 Köpfe und 94 Beine.*

Dauer: 20 Minuten, ca. 286 Äusserungen

Redeverteilung Turns: T: SS = 33 %: 67 %,

Redeverteilung Wörter: T: SS = 47 %: 53 %

Teilnehmende: zwei Mädchen (S1, S2), zwei Knaben (S3, S4), Lehrer (T)

Lösungswege in der Tutoringsituation: XY (Min. 04:47 bis 13:00), danach

„Wenn alles Hühner wären“ (WaHw) (Min. 13:00 bis 18:40)

Lösungswege in der Transferaufgabe (S1 – S4):

WaHw, ausprobieren – xy, WaHw, ausprobieren – im Kopf? – ausprobieren

Korrektes Ergebnis in der zusätzlichen Aufgabe (S1 – S4): (S1 – S4): ja – ja –

nein – ja: 3 korrekte Ergebnisse!

Antwortsatz in der zusätzlichen Aufgabe: (S1 – S4): ja – nein – nein – ja
 Punkte bei der zusätzlichen Aufgabe: (S1 – S4): 3 – 3 – 0.5 – 3, LP: 9.5 P
 Punkte Notizblätter: (S1 – S4): 5 – 5 – 2 – 1.5, LP: 13.5 Punkte
 Echte Peersequenzen: 31 %
 Setting: Gruppentisch (vgl. Abbildung 7.8)

LP

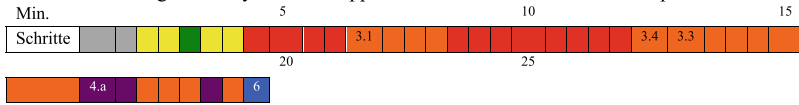
S2w	S3m
S1w	S4m

L- Kamera



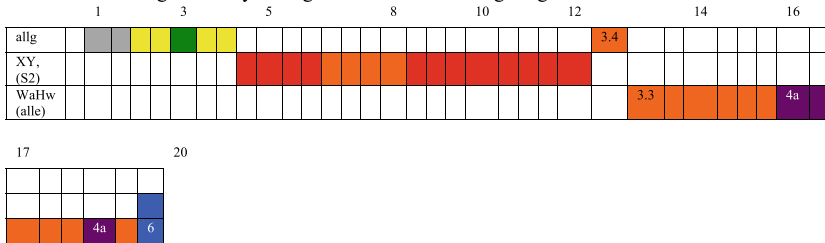
Abbildung 7.8 Die Teilnehmenden der Gruppe 1117: S1, w, weisses T-Shirt, S2, w, dunkle Kleidung, LP, m, S3, m, helles Hemd, S4, m, dunkler Pullover

Zeitstrahl der Aufgabenanalyse. Die Gruppe äussert durchschnittlich 7 Turns pro Feld.



Legende: Textverständnis, Situationsanalyse, Mathematisierung I, Mathematisierung II, Ausrechnen, Antwortsatz, Rückblick, Schriftlichkeit

Zeitstrahl der Aufgabenanalyse aufgeteilt nach den Lösungswegen



Legende: Textverständnis, Situationsanalyse, Mathematisierung I, Mathematisierung II, Ausrechnen, Antwortsatz, Rückblick, Schriftlichkeit

7.4.2.2 Hauptteil: Microanalysen

Anfangssequenz des Falles 1117

Die Anfangssequenz wird in drei Einheiten unterteilt: Eröffnung der Gruppenlektion, Verteilung der Aufgabenblätter und Erteilen des Arbeitsauftrages. Diese Sequenzen werden in drei Transkriptauszügen (vgl. 1117.1 bis 1117.3) dargestellt und nacheinander beschrieben und interpretiert.

Transkript 1117.1, Minuten 00:09:24 bis 00:46:16

[Die Schüler und Schülerinnen kommen herein. Sie reden dabei miteinander. Die Lehrperson beginnt zu sprechen, bevor alle Schüler und Schülerinnen sitzen; die Schüler und Schülerinnen installieren sich, während die Lehrperson die Gruppenlektion eröffnet.]

0 00:09:24 T So...okay, nehmt euch bitte einen Stift

[Der Lehrer setzt sich, nimmt seinen Stift aus dem Hosensack und versorgt ihn in der Hemdentasche.]

1 00:29:02 T So, ich hab eine kleine, kurze Aufgabe für euch, schaut sie, /oh! Niete, /

[Der Lehrer merkt, dass er S4 ein falsches Blatt geben will. Er steht wieder auf, um vom Nebentisch das richtige Aufgabenblatt zu nehmen. Während seines Umhergehens spricht er weiter zu allen Schülerinnen und Schülern].

1	00:46:16	T	Schaut sie euch bitte erst mal so an, und denkt mal drei vier Minuten selbst drüber nach, und wenn ihr meint, ihr wolltet was dazu sagen, dann sagt ihr das.
---	----------	---	--

[Alle Schüler und Schülerinnen bekommen von der Lehrperson ein eigenes Aufgabenblatt. S2 nimmt nach kurzem Lesen der Aufgabe beide Hände zum Kopf. Sie sagt etwas Unverständliches zu S1].

1	T (zu S4)	...so bitte! <i>[S4 bekommt als Letzter das Aufgabenblatt]</i>
---	-----------	--

Der Lehrer eröffnet die Gruppenlektion mit zwei Gliederungssignalen, «So ... okay», während er selbst noch steht und die Schüler und Schülerinnen sich auf ihren Plätzen installieren. Er bittet seine Lernenden als erstes, einen Stift auszupacken (Min. 00:29, T: *So...okay, nehmt euch bitte einen Stift*). Dieser Akt entspricht der impliziten Aufforderung, dass die Lernenden sich während der Lektion Notizen machen sollen und dass das schriftliche Rechnen auf dem eigenen Blatt erlaubt ist. Es kann als Hinweis darauf gedeutet werden, dass die schriftliche Darstellung einiger Lösungsschritte eine hilfreiche Strategie ist, um auf die Lösung zu kommen. Beim Betrachten der Videosequenz fällt auf, dass der Lehrer auch einen Stift hervornimmt, dass er folglich dasselbe tut, was er den Schülern und Schülerinnen anordnet. Jedoch versorgt der Lehrer seinen Stift gleich wieder in die Hemdentasche: Diese Geste zeigt auf, dass der Lehrer eine andere Rolle innehaben wird als die Lernenden. Der Stift der Lehrperson befindet sich am Anfang der Lektion dennoch griffbereit.

Ein drittes Gliederungssignal des Lehrers, «so», in Min. 00:29 begleitet die Verteilung der Aufgabenblätter. Der Lehrer formuliert während des Verteilens auch, wie er sich vorstellt, dass die Gruppensituation abzulaufen hat: Die Schüler und Schülerinnen sollen grundsätzlich gemeinsam die Aufgabe lösen. Zuerst sollen sie drei oder vier Minuten die Aufgabe selbstständig anschauen und dann ungezwungen etwas dazu sagen (T Min. 00:29:02: *Wenn ihr meint, ihr wolltet etwas dazu sagen, dann sagt ihr das*). Im Laufe der Eröffnungssituation wird klar (vgl. dazu Transkriptauszug 1117.3), dass der Lehrer wirklich will, dass die Schüler und Schülerinnen die Aufgabe gemeinsam lösen. Dies zeigt sich an der folgenden Äusserung in Minute 01:39 T: *Ihr dürft ruhig lauter sprechen, dann kriegt man das auch mit, // also!* Er erwähnt explizit, dass jeder Teilnehmende alles mitbekommen soll, was die eine oder der andere sagt. Der Lehrer äussert folglich einen *teacher move*, welcher die Gemeinschaft der Lernenden in diesem

Gespräch einrichten und aufrechterhalten soll (*keeping everyone together* in den Worten von Michaels et al., 2010).

Der Bearbeitungsauftrag dieser Lehrperson in Minute 00:46 kann zudem als Modelling der Gesprächsart und des Vorgehens angesehen werden: Zuerst sollen die Lernenden selbstständig denken und danach etwas sagen. Sich im Gespräch zu äussern ist erwünscht, die Aufgabe soll gemeinsam erarbeitet werden.

Erste Reaktionen der Lernenden auf die Textaufgabe

Die erste Reaktion der Schülerin S2 auf die Aufgabenstellung in Min. 00:43 – sie nimmt beide Hände hoch zum Kopf und bedeckt ihre Wangen (vgl. Abbildung 7.9) – kann als Verzweiflungsgeste gedeutet werden. Beim Lernenden S3 fällt auf, dass er zuerst seinen Taschenrechner sucht; er fragt dabei auch S4, ob er einen Taschenrechner hat. Sein Bewegungsablauf, also das Suchen und Hervorholen des Taschenrechners, dauert circa zwanzig Sekunden, während denen die anderen Lernenden sich schon mit der Aufgabe befassen (vgl. dazu Transkriptsauszug 1117.2). Der Schüler S4 ist im Gegensatz zum Schüler S3 sogleich an der konkreten Textaufgabe interessiert, denn er liest sie sofort, d. h., sobald die Aufgabenstellung für ihn sichtbar wird, obwohl er anfänglich (bis zu Minute 00:50) noch kein eigenes Blatt vor sich hat. Er liest die Aufgabe auf dem Blatt des Nachbarn (vgl. Abbildung 7.9).



Abbildung 7.9 Erste Reaktion der Lernenden 1117 auf die Aufgabe

Legende: T-1117-L-3.2 Min. 00:43

Vorne im Bild: S1: Schülerin mit weisser Bluse, S4: Schüler mit schwarzem Pull-over,

Hinten im Bild: S2: Schülerin mit schwarzer Bluse, S3: Schüler mit hellem Hemd

Transkript 1117.2, Min.N 00:56:04 bis 00:59:03

0	00:56:04	SN	()
0	00:56:23	S2	(Schade, *nicht*)
4a	00:59:03	S3	(Taschenrechner) {flüsternd}

[S3 dreht sich zu seinem Rucksack um und sucht seinen Taschenrechner, bevor er sich endgültig mit der Aufgabe auseinandersetzt.]

Transkriptauszug 1117.3 dokumentiert die ersten zwei Gesprächssequenzen, in denen die Schüler und Schülerinnen inhaltlich auf die Textaufgabe eingehen.

Transkript 1117.3, Min. 01:34:05 – 02:25:08

2c	01:34:05	S3	Du! {flüsternd}
2c	01:35:07	S4	Hm? {flüsternd}
2c	01:35:16	S3	Das sind ja die-, zusammen fünfunddreissig (Tiere).
2c	01:39:03	T	Ihr dürft ruhig lauter sprechen, dann kriegt man das auch mit, // also!
2c	01:41:26SS		// {lachen}
2c	01:43:15	S4	(Wieso) das? {flüsternd}
2c	01:45:26	S3	Weil Schnecken keine Beine haben.
2c	01:46:18	S1	(Weil Schnecken keine) Beine haben-
2c	01:50:14	S2	Aber...na ().

[S3 rechnet auf seinem Taschenrechner herum; S1 schreibt auf ihrem Blatt, nimmt danach ihren Rechner hervor. S4 und S2 schauen auf ihre Blätter und schreiben etwas auf.]

2c	02:22:11	S3	Das Kaninchen hat ja bekanntlich vier Beine.
2c	02:24:06	S4	{lacht}
2c	02:25:08	S3	(ein Huhn zwei)

[S3 schreibt etwas auf seinem Notizblatt auf.]

[Es haben alle Schüler und Schülerinnen etwas auf ihrem Blatt stehen. Sie sind mit ihren eigenen Berechnungen beschäftigt.]

[S1 schaut zu S2, sie sprechen leise etwas Unverständliches.]

Während die anderen Schüler und Schülerinnen sich Gedanken machen zur Aufgabe und am Schreiben sind, spricht S3 seinen Nachbarn S4 an. Als dieser ihm seine Aufmerksamkeit zuwendet, äussert S3 seine erste Erkenntnis zur

Textaufgabe, nämlich dass es *zusammen fünfunddreissig Tiere* sind (Min. 1:53, S3). Der Lehrer reagiert auf diese Schüleräußerung mit der Bemerkung, dass sie *ruhig lauter sprechen dürfen* (Min. 1:39, T), damit alle es hören können. Der Lehrer fordert die Lernenden also auf, die Lösung gemeinsam zu erarbeiten. S4 fragt bei seinem Nachbarn S3 nach, wieso das so ist, dass es nur 35 Tiere sind. Vermutlich hat S4 die auf den ersten Blick organisatorische Äußerung des Lehrers, welche direkt auf den Turn von S3 folgt, als Hinweis verstanden, dass S3 etwas Schlaues gesagt hat. Er fragt deshalb nach, *wieso das* so ist, worauf sowohl S3 als auch S1 (fast) gleichzeitig sagen, dass *Schnecken keine Beine haben* (Min. 1:45/1:46). Die Schüler und Schülerinnen (zumindest S3 und S1) sind folglich daran, ein Situationsmodell zu entwickeln (Code 2.c im Transkriptauszug). S3 ist derjenige, welcher es mündlich zum Ausdruck bringt. Seine vier Äußerungen sind in dieser Sequenz Kreationen. Er hat erkannt, dass die Schnecken von der Anzahl der Köpfe subtrahiert werden müssen und dass Hühner und Kaninchen eine unterschiedliche Anzahl Beine haben. Das sind alles Äußerungen, welche den Problemlöseprozess zu dieser Textaufgabe weiterführen.

Ab Minute 03:25 besprechen die Schüler und Schülerinnen ihre Lösungsansätze in Zweiergruppen. Die Gesprächsdyaden sind geschlechtergetrennt, d. h. es sprechen S1 und S2 sowie S3 und S4 jeweils zusammen. Sie unterhalten sich sehr leise flüsternd, so dass kein Transkript erstellt werden konnte.

Beginn der gemeinsamen Aufgabenbearbeitung: Erarbeitung eines Situationsmodells

In Minute 03:49:25 eröffnet der Lehrer mit einem Gliederungssignal «so» eine vorerst von ihm geleitete gemeinsame Aufgabenbearbeitung. Sein erster Versuch in Minute 01:39 hat bekanntlich noch nicht zu einer gemeinsamen Bearbeitung durch alle Lernenden geführt (vgl. Transkriptauszug 1117.3). Er fordert die Lernenden explizit auf, ihre Denkansätze auszutauschen. Transkriptauszug 1117.4 gibt dies wieder.

S2: $4y + 2x = 94$ $y + x + 2 = 37$	S3: 35 Tiere mit Beinen
S1: 1 Kaninchen: 1 Kopf, 4 Beine 1 Huhn: 1 Kopf, 2 Beine 1 W-Schnecke: 1 Kopf, -	S4: 37 2W $37 - 2W = 35$

Abbildung 7.10 Notizen der Lernenden von T-1117 bis Min. 4:32:27

Transkriptauszug 1117.4

- 2c 03:49:25 T **So**, vielleicht ist jetzt eine gute Gelegenheit, dass wir schon mal so die Denkansätze uns eh- austauschen. Mag jemand *etwas* zu seinen Überlegungen sagen?
- 2c 04:01:09 T (So) kurz, was ihr euch gedacht habt... Einfach mal hier so rum, [S2], fängst du an?
- 2c 04:06:03 S2 Ja. Also es müssen eigentlich siebenunddreissig Tiere sein, und... ja-, ...und die Weinbergschnecken, die haben halt keine Beine, soweit ich das weiss, {lacht}.
- 2c 04:19:16 T Ja, gehen wir einmal *davon* aus, nicht?
[T blickt kurz zu S3, wohl weil S3 zuerst etwas von den 35 Tieren gesagt hat. Äusserung von T sorgt für gute Stimmung.]
- 2c 04:20:24 S2 Und {lachend} und deswegen muss man die Beine halt durch die Kaninchen und durch die Hühner-... sozusagen teilen, ja, // das heisst, das sind dann-
- 2c 04:28:19 T // aufteilen, mhm?
- 2c 04:30:02 S2 ... insgesamt nur noch, also es sind dann fünfunddreissig Kaninchen und Hühner.
[T schaut auf Blatt von S3, dann auf Blatt von S4 und auf Blatt von S1.]
- 2c 04:32:27 T **Okay**, das steht hier beim [S3] auch, fünfunddreissig Tiere mit Beinen, genau. Und beim [S4] steht das auch, und bei [S1] ist das auch okay.

Der Lehrer unterbricht die Gedankengänge und Nebengespräche der Schüler und Schülerinnen nach etwa drei Minuten. Zu Anfang der Tutoringsituation in Minute 00:46 hat er die Anweisung gegeben, *zuerst mal drei, vier Minuten selbst nachzudenken* (vgl. Transkriptauszug 1117.1). Die von ihm gegebene Zeitdauer für das Nachdenken wird von ihm eingehalten.

Bevor er das Gespräch als polyadisches Gruppengespräch eröffnet (vgl. Abschnitt 6.5.4), schaut er von einem Schüler zum anderen und auf die Notizblätter. Er merkt, dass die Schüler und Schülerinnen nun das Bedürfnis haben, miteinander zu kommunizieren, denn die beiden Mädchen haben schon etwas zusammen besprochen und S3 hat auch schon mehrmals etwas zu seinem Banknachbarn S4 gesagt. Der Lehrer muss nun nur noch die Gruppe als Vierergruppe vereinen, denn zuvor sprechen die Schüler und Schülerinnen sehr leise und nur zu einem Partner gerichtet statt zu allen Interaktanden.

Auffallend an der Eröffnungsaussage ist, dass der Lehrer vom Wortlaut seiner Äusserung her den Schülern und Schülerinnen die Selbstwahl des nächsten Sprechers übergeben will, (*Mag jemand *etwas* zu seinen Überlegungen sagen?* Min. 03:49:25), dass er jedoch in der konkreten Situation nicht auf eine Selbstwahl der Lernenden für den nächsten Sprechers wartet. Er ruft S2 nahezu sofort

auf. Es gibt zwischen den Äußerungen der Lehrperson keine Redepause von einigen Sekunden, welche für einen freiwilligen Sprecherwechsel gegeben sein muss. Eine naheliegende Vermutung diesbezüglich ist, dass der Lehrer bewusst S2 aufruft, weil er schon im Voraus gesehen hat, dass S2 etwas Besprechenswertes auf ihrem Notizblatt aufgeschrieben hat (vgl. Abbildung 7.10). Der Lehrer erweckt folglich bloss den Anschein, als ob er zufällig S2 aufruft. Dass er bewusst S2 aufruft, offenbart sich explizit an späterer Stelle (Min. 04:47).

Transkriptauszug 1117.4 wurde als polyadisches Gespräch bezeichnet, was begründet werden muss, weil nur zwei Sprecher sich tatsächlich mündlich äussern. Von der Einleitungssequenz her (vgl. Min. 03:49:25) ist jedoch klar, dass die Äußerungen an alle Gesprächsteilnehmenden gerichtet sind (worauf die *Worte wir; austauschen* hinweisen). Die Abschlussequenz (Min. 04:32:27) bestätigt dies gleichfalls. Dort unternimmt der Lehrer wiederum einen *teacher move*, welcher darauf zielt, dass alle Teilnehmenden einbezogen werden (*keeping everyone together* in den Worten von Micheals et al., 2002; vgl. Abschnitt 6.5.6). Der Lehrer kontrolliert die Notizen aller Schüler und Schülerinnen, was hier auch als „schriftliche Beteiligung“ bezeichnet werden kann, denn mitschreiben zeugt von mitmachen und an der Problemlösung arbeiten. Der Lehrer achtet darauf, dass alle die Lösungsschritte bis zu dieser Stelle nachvollzogen und aufgeschrieben haben. Ein weiteres Zeichen dafür, dass alle einbezogen sind, ist der Blick der Lehrperson nach Min. 04:19:16 zu S3. Der Lehrer bestätigt die Äußerung von S2, dass *Schnecken keine Beine haben*, und schaut zu S3, welcher eigentlich über das ganze Gespräch hin betrachtet der Kreator dieses Lösungsschrittes ist. Er hat diese Erkenntnis in Min. 01:45:26 als Erster gesagt.

Die thematische Progression kann so zusammengefasst werden, dass die Gruppe zuerst in Zwischengesprächen (Min. 01:35), dann in einem offiziellen Unterrichtsgespräch mit der Lehrperson (Min. 04:06) feststellt, dass die *Weinbergsschnecken keine Füsse haben* und dass man folglich *die 94 Beine auf die Hühner und Kaninchen aufteilen* muss. Die Notizen aller Schüler und Schülerinnen bestätigen dies (siehe Abbildung 7.10). Ab Minute 04:47:20 initiiert der Lehrer einen nächsten Abschnitt bzw. Lösungsschritt, indem er fragt, wie man weitergehen könnte (vgl. dazu Transkriptauszug 1117.5). Von nun an wird länger, nämlich acht Minuten, über die Möglichkeit gesprochen, diese Textaufgabe mit Gleichungen zu lösen. Dies ist der erste Lösungsweg, welcher in Betracht gezogen wird.

Gleichungen

Die «organisatorische» Eröffnungssequenz dieser Episode (Transkriptauszug 1117.5) ist von der Struktur her sehr ähnlich wie die Einstiegssequenz des Transkriptes 1117.4 zur gemeinsamen Erarbeitung der Aufgabe. Der Lehrer fragt im ersten Satz (Min. 04:47:20) alle Schüler und Schülerinnen, *wie man da jetzt weiter vorgehen kann*, wendet sich dann aber ganz ohne Redepause, welche zu einem Sprecherwechsel mit Selbstwahl der Schüler und Schülerinnen hätte führen können, direkt an S2. Speziell ist an dieser Stelle besonders, dass S2 nicht aufgefordert wird, sich zu äussern, sondern aufgerufen wird, ihr Übungsblatt mit ihren Notizen allen als Diskussionsgrundlage zur Verfügung zu stellen. Das von S2 Geschriebene ist thematisch betrachtet die Eröffnungs-“äusserung“, aufgrund derer die Schüler und Schülerinnen über Gleichungen zu sprechen beginnen. Der Lehrer hat das Fachwort *Gleichungen* genannt: Er setzt folglich gewissermassen einen Titel über die nächste Gesprächssequenz. Seine Äusserung von Minute 04:47:20 ist die Themeninitiierung zum nächsten Lösungsschritt ([S2] *hat hier schon irgendwas mit Gleichungen angefangen*). Er sagt, worum es im nächsten Abschnitt gehen soll, aber die inhaltliche Ausgestaltung, also die Idee oder der Kurationsakt, wird der Schülerin S2 überlassen. Die Idee, eine Gleichung zu machen, stand nämlich bereits auf dem Notizblatt von S2 ohne vorhergehende Aufforderung der Lehrperson. Der Lehrer weist nur darauf hin. Er paraphrasiert folglich nur die Ursprungsidee von S2 und gibt somit S2 die Position der Autorin²⁸.

Transkriptauszug T-1117.5

- 3.2c 04:47:20 T Gut, eh-, wie könnten wir jetzt da weiter...*[Der Lehrer bewegt seine Hand von einem Schüler zum anderen]*... vorgehen, [S2] hat hier schon irgendwas mit Gleichungen angefangen, *könntest du*, könntest du das mal so legen,
- 3.2c 05:02:17 T dass die Jungs das auch sehen können?
[S2 bewegt ihr Blatt leicht nach vorne]
- 3.2c 05:05:03 S3 Ja, (so seh) ich viel mehr *[ironisch]*.
[S2 schiebt ihr Blatt noch weiter in die Tischmitte.]
- 3.2c [Notizen S2:
 $4y + 2x = 94$
 $y + x + 2 = 37$]

²⁸ Vgl. dazu die Schlusssequenz dieser Tutoringsituation. In Min. 18:40 würdigt die Lehrperson den Ansatz von S2, welche mit Gleichungen vorgehen will (Min. 18:40: *und so wie es die eh-, [S2] hier stehen hat, hätten wir es auch machen können, das wären jetzt zwei Gleichungen mit zwei Unbekannten gewesen.*).

- 3.2c 05:07:26 S1 Das sind die Karnickel () // (nicht) ?
- 3.2c 05:09:21 S2 // Nein, das sind die Anzahl der Beine, // vier mal die Beine der Kaninchen und zweimal die Beine der Hühner.
- 3.2c 05:12:18 S1 //Ja, also die-...ja.
- 3.2c 05:16:14 T Was haltet ihr von dem Ansatz hier?
- 3.2c S2 (Ist falsch).
- 3.2c 05:22:11 S3 Das [*S3 weist auf das Blatt von S2*] ist (soweit) richtig.
- 3.2c 05:25:03 T Was genau ist richtig?
- 3.2c 05:26:18 S3 Dass ... [*S3 weist nochmals auf das Blatt von S2*] ... die Tiere mit vier Beinen plus die Tiere mit zwei Beinen insgesamt vierundneunzig Beine haben.
- 3.2c 05:29:13 SN // ()
- 3.2c 05:41:12 T Mhm.
- 3.2b 05:46:21 T Ja?
- 3.2b 05:46:25 S2 Die Anzahl der Köpfe sind-, Anzahl der Köpfe-, Anzahl der Köpfe sind siebenunddreissig. (Das bringt einem nicht weiter.)
[S2 ist am Überlegen und Schreiben.]
[S3 und S4 sind nicht mehr auf das Notizblatt von S2 und das Lehr-Lerngespräch zwischen den anderen Teilnehmern fokussiert.]
- 3.2b 05:51:13 S1 *Nein*
- 3.2b 05:52:18 T Moment, die Anzahl der Köpfe plus die // Anzahl der Köpfe plus die Anzahl der Köpfe?
- 3.2b 05:54:12 SN // ()
- 3.2b 05:56:12 S2 Ja, plus zwei mal die Anzahl ...// also,
- 3.2b 05:59:07 T // Welches Tier hat denn zwei Köpfe?
- 3.2b 06:00:22 S3 Acht, (). {lacht} [*im Nebengespräch*]
- 3.2b 06:01:20 SN {lacht}
- 3.2b 06:01:17 S2 Nein!
- 3.2b 06:02:08 SN Äh.
- 3.2b 06:02:25 S2 Nein, Quatsch!
- 3.2b 06:03:28 S3 Ach *nein*, (plus zwei X) [*im Nebengespräch*].
- 3.2b 06:04:24 S1 Also das verstehe ich, ja klar, aber das da unten?
- 3.2b 06:06:29 SN X plus zwei ().
- 3.2b 06:08:22 S1 Das ist // klar, dass jedes einen Kopf hat.

- 3.2b 06:09:23 S4 // () durch sechs.
 3.2b 06:10:27 S2 Ja deswegen-, also-
 3.2b 06:12:03 S3 [S3 zu S4] Ja mach-, lass mich erstmal // machen hier.
 3.2b 06:14:18 S2 // () Anzahl der Kaninchen die Anzahl der Hühner und zweimal die Anzahl // eh-, und zweimal die () plus zwei.

Transkriptauszug 1117.5 kann von der Thematik her in zwei Sequenzen unterteilt werden: Zuerst wird über die Beingleichung (Kode 3.2c), erst danach (ab Min. 05:46) über die Kopfgleichung gesprochen (Kode 3.2b). Diese Reihenfolge entspricht der Ordnung auf dem Notizblatt von S2, welches, zumindest im oberen Abschnitt, als „Wandtafel“ bzw. als Diskussionsgrundlage für alle Schüler und Schülerinnen dient. In den meisten anderen Tutoringsituationen werden zuerst die Kopfgleichung und danach erst die Beingleichung besprochen. Diese Sequenzen werden nun beschrieben und interpretiert.

Die Beingleichung

Nach der Aufforderung des Lehrers schiebt S2 ihr Blatt etwas in die Tischmitte, allerdings so zögerlich, dass S3 die Bemerkung macht, so sehe er auch nicht viel mehr (Min. 05:05:03). Die (indirekte) Aufforderung des Lehrers, über die Notizen von S2 zu sprechen, gelingt aber letztlich gut, denn S1 geht auf das Geschriebene ein und fragt etwas zur ersten aufgeschriebenen Gleichung nach. Deshalb verbalisiert S2 einen Teil ihrer Notizen in Min. 05:09:21 und geht darauf ein, dass die Terme der ersten Gleichung die Anzahl Beine bedeuten. Da kein weiterer Lernender etwas dazu sagt, muss sich der Lehrer wieder einschalten, um das gemeinsame Lehr-Lerngespräch aufrecht zu erhalten. In Minute 05:16 sagt er: *Was haltet ihr von dem Ansatz hier?* S2 bringt ihre Unsicherheit zum Ausdruck und sagt ganz leise, dass *es falsch ist*. S3 sagt auf die Aufforderung des Lehrers in Minute 05:16, ohne dass er oder sonst jemand der Teilnehmenden auf die Unsicherheitsäußerung von S2 direkt eingeht, dass *das soweit richtig ist* und weist auf das Blatt von S2. Dem Lehrer ist diese Schüleräußerung zu ungenau, weshalb er insistiert: *Was genau ist richtig?* (Min. 05:25:03). Es ist anzunehmen, dass er die pädagogische Absicht verfolgt, dass die ganze Gleichung im polyadischen Lehr-Lerngespräch klar ausgesprochen werden soll, so dass mindestens zwei Kommunikationskanäle (das Geschriebene und das Mündliche) und mindestens zwei Lernende die Gleichung formuliert und gewissermassen erklärt haben. In Bezug auf die Beingleichung gelingt ihm dies auch, denn S3 formuliert die Beingleichung in Minute 05:26:18 vollständig: *Dass...die Tiere mit vier Beinen, plus die Tiere mit zwei Beinen, insgesamt vierundneunzig Beine haben.*

Die Kopfgleichung

S2 bemüht sich, auch auf ihre zweite Gleichung einzugehen, ist sich aber in dieser Sache noch viel unsicherer als bei der Beingleichung (Min. 05:46:25 letzter Satz in dieser Äusserung: *Das bringt einem nicht weiter*). Ich vermute, dass S2 plötzlich durch die Ziffer 2 ohne eine Variable ($y + x + 2 = 37$) verunsichert ist (Min. 05:56 S2 *Ja, plus zwei mal die Anzahl ...// also*). Es folgt ein Gespräch zwischen der Lehrperson, S1 und S2 über die zweite aufgeschriebene Gleichung von S2. Am Ende dieser Sequenz (Min. 06:14:18) hat S2 die Klarheit über ihre Gleichungen (wieder) gewonnen: *Anzahl der Kaninchen, die Anzahl der Hühner und zwei mal die Anzahl // eh-, und zwei mal die () plus zwei*. S1 versteht noch nicht alles, was sie zum Ausdruck bringt. Die Jungen sind seit Minute 05:45 nicht mehr auf das Gruppengespräch fokussiert, sondern sie rechnen einen anderen Lösungsweg²⁹. Im nächsten längeren Transkriptauszug (1117.6) wird (indirekt) über den Variablenbegriff gesprochen, welcher immer wieder eine grosse Schwierigkeit für die Lernenden darstellt (vgl. Hefendehl-Hebeker & Rezat, 2015; Malle, 1993).

Was bedeutet x, was bedeutet y?

S2 hat in Min. 06:14 ihre zweite Gleichung ($y + x + 2 = 37$) verbalisiert. Der Lehrer blickt zu S1, diese hat aber in Min. 06:04 gesagt, dass sie es nicht versteht. Vermutlich aus diesem Grund stellt der Lehrer in Min. 06:28 in langsamem, deutlichem Ton eine Frage, welche alle Lernenden und besonders S4 wieder auf das Gruppengespräch lenken soll. Die Bedeutung des Einsatzes von Variablen wird im nächsten Abschnitt mehrfach thematisiert (vgl. Transkriptauszug 1117.6).

Transkriptauszug 1117.6

[Die Lehrperson schaut S1 an.]

- 3.2b 06:27:17 S1 (Das) versteh ich nicht.
 3.1b 06:28:23 T Was ist X?
 3.1b 06:32:05 S1 Ja hier oben sind-, hier oben () die Anzahl.
 3.1b 06:34:26 S4 () wir können ja X hoch zwei nehmen und für Hühner X.
 3.1b 06:39:00 S2 (Hm, und) X hoch zwei irritiert wegen dem Y.
 [Notizen S4:
 $4x^2 + 2x = 94$]
 3.1b 06:40:22 S2 Ach so, das meinst du! Nein.
 3.1b 06:50:04 S2 Und hier würd ich nehmen (dann wär jetzt das) mit den Köpfen da-.

²⁹ Dieser Lösungsweg kann weder aus dem Transkript noch aus den Notizblättern nachgezeichnet werden.

- [15 Sekunden Unterbruch durch eine Schülergruppe, welche ins Zimmer will. Sie entschuldigen sich und gehen wieder hinaus.]*
[Der Lehrer richtet sich auf seine linke Seite und spricht vornehmlich zu S3 und S4.]
- 3.1b 07:17:28 T Was war denn das jetzt mit diesen Variablennamen?
[Die Lehrperson spricht relativ laut, so dass S2 und S1 nicht vom Gespräch ausgeschlossen werden.]
- 3.1b 07:22:06 S2 Warum hast du (X Quadrat)?
- 3.1b 07:23:18 S4 Ja weil die Hühner zwei Beine haben.
- 3.1b 07:25:13 S3 Und die Kaninchen vier *[in betont klarem, allwissendem Ton.]*
- 3.1b 07:26:19 S1 Ja.
- 3.1b 07:27:11 S3 Und zwei Quadrat ist natürlich vier.// ()
- 3.1b 07:31:14 S1 // Nein er meinte X Quadrat. Wenn du für die Kaninchen X Quadrat einsetzen würdest, dann wär das- mal X, weil ein Huhn hat nur zwei Beine.
- 3.1b 07:39:14 T Wenn ich zehn Hühner habe, dann hätte ich dann hundert Beine. Weil zehn-, ...
- 3.1b 07:44:28 S1 Ach so!
- 3.1b 07:45:11 T ... zum Quadrat hundert ist.
- 3.1b 07:48:02 S2 Also kann man da Y // reinnehmen für-
- 3.1b 07:49:07 T // Ehm-
- 3.1b 07:51:04 S2 Das heisst vier mal-
- 3.1b S1 Nein.
- 3.1b 07:55:21 S3 (Guck mal), [S3 beginnt wieder ein Nebengespräch mit S4.]
- 3.1b 07:56:22 T Was be-, was bedeutet X, was bedeutet Y?
- 3.2c *[T weist dabei auf das Blatt von S2]*
 [Notizen S2:
 $4y + 2x = 94$
 $y + x + 2 = 37$]
- 3.2c 07:59:24 S2 // Sagen wir mal-... also vierundneunzig Beine.
- 3.2c 08:00:12 S3 // (Wir können auch)-, vierundneunzig, durch drei, mal zwei!
- 3.2c 08:03:25 S2 Und zwei mal-
- 3.2c 08:06:05 S3 () nein ungefähr [Nebengespräch zu S4].
- 3.2c 08:08:18 S2 Also, zwei mal die Anzahl...der Hühner ...
- 3.2c 08:13:08 T Mhm.

- 3.2c 08:13:18 S2 ... sind halt die Beine.
- 3.2c 08:14:24 T Mhm.
- 3.2c 08:15:20 S2 Die Beine Anzahl für die Hühner.
- 3.2c 08:16:21 T Mhm.
- 3.2c 08:17:12 S2 Und vier mal die Anzahl der Kaninchen // () Y.
- 3.2c 08:19:20 T // Mhm.
- 3.2a 08:20:28 S2 Wären es-...ehm, halt die Anzahl der Kaninchen...und eigentlich müsste doch dann-...hm-, siebenunddreissig Köpfe, nein fünfunddreissig Köpfe gleich vierundneunzig Beine im Prinzip.
- 3.2a 08:37:24 S2 Hm?
- 3.2a 08:39:04 SS Nein.
- 3.2a 08:40:11 S2 () (keine Ahnung).

In diesem ganzen Abschnitt stellt der Lehrer bewusst dreimal eine Frage, welche sich um den Variablenbegriff dreht. Er hat gemerkt, dass noch nicht allen Lernenden klar ist, was die Variable X bedeutet bzw. wofür eine Variable in einer Gleichung steht.

Im Abschnitt von Minute 07:17:28 bis Minute 07:48:02 geht es um die Notizen von S4, welcher folgende Gleichung aufgeschrieben hat: $x^2 + 2x = 94$. Der Lehrer blickt auf das Blatt von S4 und verweist mit seiner Hand in die Richtung des Blattes. Er richtet die Frage, *was war denn das jetzt mit diesen Variablennamen?* vornehmlich an S4, aber so laut und deutlich, dass alle Gruppenteilnehmenden sich als adressierte Gesprächspartner verstanden fühlen können. Der Lehrer verfolgt wohl die Absicht, auf einen Fehler von S4 indirekt hinzuweisen. Dazu stellt er die weiterführende Frage, *was denn die Variablennamen* bedeuten. Die Schülerin S2 wendet sich darauf an S4. Sie stellt eine etwas engere Frage als die Lehrperson und erklärt somit implizit, was das Problem an der Gleichung von S4 ist, nämlich x^2 . *Warum hast du (X Quadrat)?* Die Schülerin S2 stellt damit die Nachfrage des Lehrers genauer, expliziter. S2 macht mit ihrer Äußerung organisatorisch einen aktiven Polylog aus dem Gespräch, so dass alle anderen Schüler und Schülerinnen antworten können. Die Nachfrage des Lehrers zur Gleichung von S4 ist an alle Lernenden gerichtet worden. Sie bezweckt nicht nur einen Dialog zwischen dem Lehrer und S4, sondern einen Polylog, was sich an der Reaktion von S2 zeigt. Zudem engt S2 die Frage inhaltlich ein bzw. macht sie konkreter, indem sie direkt auf das Problem der Gleichung, nämlich das x^2 , von S4 hinweist. Die anderen Lernenden antworten zu dritt auf die Frage, in der Annahme, dass S4 mit x^2 recht hat. Mit der Frage von S2 wird

das Lehr-Lerngespräch ein egalitäres Gespräch unter den Lernenden. S4 macht einen Erklärungsversuch seiner Gleichung. S3 schaltet sich ein in einem ironischen Ton, welcher andeutet, dass S3 davon ausgeht, dass die Gleichung von S4 stimmt. Auch S1 gibt zu verstehen (*Ja Min. 07:26:19*), dass es stimmt, und dass sie es verstanden hat. Die Stelle soll nochmals im Wortlaut der Lernenden betrachtet werden (Min. 07:22 bis 07:31).

07:22 S2 Warum hast du x Quadrat ?

07:23 S4 Ja weil die Hühner zwei Beine haben.

07:25 S3 Und die Kaninchen vier.

07:26 S1 Ja.

07:27 S3 Und zwei Quadrat ist natürlich vier.// ()

07:31 S1 //Nein er meinte X Quadrat. Wenn du für die Kaninchen X Quadrat einsetzen würdest, dann wär das- mal X , weil ein Huhn hat nur zwei Beine.

Auffallend ist, dass nicht nur S4, der Kreator dieses (falschen) Lösungsansatzes, versucht seine Gleichung zu erklären, sondern dass S3 ganz selbstverständlich die (falsche) Lösung von S4 zu verdeutlichen versucht. Die Intonation von S3 ist ziemlich ironisch im Sinne von „warum versteht S2 das jetzt nicht? Es ist doch ganz einfach.“ In Min. 07:31 ergänzt zudem S1 die anfängliche Erklärung von S3. S1 erklärt nochmals bzw. mehr im Detail, wieso S4 x^2 geschrieben hat ($2^2 = 4$). Mit dieser „Verschlimmbesserung“ von S1 fühlt sich nun plötzlich auch der Lehrer angesprochen, vermutlich weil ihm nun ganz klar ist, dass mehrere Lernende bisher nicht eingesehen haben, dass der Lösungsansatz von S4 nicht passt. Er äussert sich nun direkt und bringt ein Beispiel, welches aufzeigt, dass der Lösungsansatz von S4 nicht passt. S1 sieht es ein (S1, Min. 07:31 *Ach so*) und S4 streicht seinen Ansatz auf seinem Notizpapier wieder durch (Abbildung 7.11).

$$\del{4x^2 + 2x = 94}$$

Abbildung 7.11 Auszug aus dem Notizblatt von S4 in Minute 07:32

Ein Fazit zu diesen 30 Sekunden (von Min. 07:17:28 bis Min. 07:48:02): Die konkretere auf die Aufgabenstellung bezogene Formulierung der Lehrerfrage durch eine Schülerin veranlasst eine Erklärung der (falschen) Formel. Dies bewirkt eine Präzisierung der Gedankengänge von drei Schülern und Schülerinnen gleichzeitig. Zudem gewinnt S2 zunehmend an Sicherheit über ihren Lösungsansatz. Sie verweist während ihrer Äusserung in Min. 07:48 auf ihr Blatt

und schlägt nochmals vor, y einzusetzen statt x^2 . *Also kann man da Y // reinnehmen für-* (Min. 07:28). Zuvor, z. B. in Minute 05:16 und 05:46, war sie noch unsicher über ihren Weg und hat ihn gleich selbst als falsch bezeichnet. Der Lehrer geht davon aus, dass die meisten Lernenden immer noch nicht wissen, was die Variablen x und y bedeuten und fragt deshalb in Minute 07:56:22 *Was be-, was bedeutet X , was bedeutet Y ?*

Aus irgendeinem Grund, der nicht genau zu bestimmen ist, gelingt es dem Lehrer nicht, dass sich die ganze Gruppe mit dem Ansatz von S2 seriös und zielführend beschäftigen will, obwohl er mehrfach betont, dass die Idee gut ist (Min. 08:44, *Ist ein interessanter Ansatz jetzt hier. Min. 09:50 [S2] hat gerade *etwas* Interessantes aufgeschrieben. Ich denke // das-, das wäre Wert, mal drüber zu reden.*). Es ist zu vermuten, dass der Lehrer unbedingt möchte, dass die Lernenden selbstständig einen substanziellen Beitrag zum Lösungsweg finden, denn er will auf keinen Fall den Ansatz mit zwei Gleichungen selbst erklären oder ausführen. Der Lehrer stellt „bloss“ unterschiedliche Fragen, welche alle darauf abzielen, dass die Lernendengruppe mit dem Lösungsweg, welchen S2 vorgeschlagen hat, weiterfahren. Der Transkriptauszug 1117.7 gibt wieder, wie der Lehrer die Schüler und Schülerinnen zur gemeinsamen Weiterarbeit an den zwei Gleichungen bewegen will.

Transkriptauszug 1117.7

- | | | | |
|------|----------|----|--|
| 3.2b | 10:34:19 | T | Könnt ihr *irgendetwas* anwenden, was wir vorhin...hatten an Technik?... Bei den anderen beiden Aufgaben. |
| 3.2b | 10:51:08 | S2 | Hm. |
| | 11:27:23 | S3 | Beine. |
| 3.2a | 11:28:21 | T | Meint ihr, dass wir diesen Ansatz weiterverfolgen sollten, oder ehm-, gibt es da noch ganz andere Möglichkeiten da ranzugehen? Lohnt sich das? |
| 3.2a | 11:37:14 | SN | Mhm. |
| 3.2a | 11:38:11 | T | Hier weiterzumachen. Sollen wir es machen, sollen wir es nicht machen?
<i>[Die Schüler und Schülerinnen schauen auf ihre Notizen, reagieren nicht.]</i> |
| 3.2a | 11:52:18 | T | Also, wenn ihr möchtet, kann ich euch noch ein bisschen mehr helfen, wir können-...an diesem Ansatz können wir weiter arbeiten. |
| 3.2a | 12:06:04 | SN | () |
| 3.2a | 12:12:00 | T | Ja, einverstanden? |
| 3.4 | 12:15:19 | T | Das heisst, der [S4] der-...rechnet jetzt vor sich hin. |

- 3.4 12:20:26 S3 () entfällt.
- 3.4 12:23:09 T Rechnest du auch vor dich hin?
- 3.4 12:26:07 T Wollen wir es zusammen machen oder wollt ihr noch mal alleine probieren?
- 3.4 12:33:16 SN Hm?
- 3.4 12:34:05 SN {lacht}
- 3.4 12:34:26 T *Nein*, ich meine, wenn jemand auf *einer* // Fährte ist.
- 3.4 12:36:25 O // () (Verwaltung) Frau [Name] bitte.
- 3.4 12:38:23 T Wenn jemand auf einer Fährte ist, dann kann er die ja schon verfolgen, *ist* ja okay.
- 3.3 12:57:09 T Wollen wir *etwas* anderes probieren?
- 3.3 13:00:05 S3 Ja.

Der Lehrer versucht, die Aufmerksamkeit der Schüler und Schülerinnen auf die Ähnlichkeit mit anderen schon erledigten Gleichungen zu lenken: *Könnt ihr *irgendetwas* anwenden, was wir vorhin ... hatten an Technik?... Bei den anderen beiden Aufgaben.* (T Min. 10:28). Da aber während längerer Zeit³⁰ keine Antwort kommt, stellt der Lehrer den Lernenden in Min. 11:28 eine allgemeine strategisch-organisatorische Frage: *Meint ihr, dass wir diesen Ansatz weiter verfolgen sollten, oder ehm-, gibt es da noch ganz andere Möglichkeiten da ranzugehen? Lohnt sich das hier weiterzumachen? Sollen wir es machen, sollen wir es nicht machen?* Da wieder keine zeitnahe Reaktion erfolgt, schlägt er vor, dass er ihnen auch helfen kann (Min. 11:52). Schliesslich fragt der Lehrer die Schüler und Schülerinnen auch nach ihrer bevorzugten Sozialform: *Wollen wir es zusammen machen oder wollt ihr noch mal alleine probieren* (Min. 12:26), worauf er jedoch wieder keine klärende Antwort erhält. In Minute 12:57:09 bringt er deshalb einen anderen Vorschlag in die Diskussion ein, nämlich einen anderen Weg einzuschlagen. Er lässt jedoch den Abbruch des ersten Lösungsweges von den Lernenden absegnen. Die Lernenden müssen einverstanden sein, einen anderen

³⁰ Normalerweise dauern die Übergänge von einer Gesprächsausserung bis zur nächsten in der deutschen Sprache von unter einer Sekunde bis etwa 1.9 Sekunden und auch lange Pausen dauern bloss 2–3 Sekunden (Zifonun, Hoffmann, & Strecker, 1997, S. 239). Auch wenn im Unterricht die Pausen der Sprechenden durchaus länger sein können als bei Alltagsgesprächen, zeigt dieser Transkriptauszug doch, dass der Lehrer das Unterrichtsgespräch nicht so in Gang bringt, wie er möchte. Aus diesem Grund übernimmt der Lehrer immer wieder selbst den Turn, obwohl mehrere Möglichkeiten für einen Turnwechsel aufgegleist worden sind.

Weg auszuprobieren: Min. 12:57, T: *Wollen wir *etwas* anderes probieren?* S3: *Ja.*

Was wäre denn, wenn es alles Hühner wären?

Im folgenden Abschnitt wird dieser Lösungsweg ausführlich und anschaulich geschildert, damit der/die Lesende den Inhalt der Transkriptauszüge in den folgenden Abschnitten und deren Analyse einfacher nachvollziehen kann. Dieser Lösungsweg wird auch in anderen Kleingruppenunterrichtssituationen vereinzelt angewendet. Er wird hier gemäss der Bezeichnung der Lehrperson 1118 auch öfters mit dem Namen „logische Lösung“ bezeichnet (T-1118-L-3.2, 05:29:20, T: *Also der S4 der hat sich das einfach logisch überlegt ... ja? Was haben die Tiere gemeinsam- sie haben gemeinsam Köpfe und sie haben auf jeden Fall gemeinsam zwei Beine.*). Im Kodiersystem der Aufgabenanalyse wurde dieser Ansatz als WaHw (Wenn alles Hühner wären) abgekürzt (vgl. 6.2.4). Wenn es in den Gesprächsausserungen um diesen Lösungsweg geht, steht der Kodiercode 3.3. Für die Feineinteilung der Lösungsschritte dieses Ansatzes siehe Abbildung 7.12.

Man geht in diesem Ansatz als Hypothese davon aus, dass alle 35 Tiere Hühner wären. 35 Hühner hätten folglich 70 Beine. Nun steht in der Aufgabenstellung, dass es 94 Beine im Gehege hat, d. h., es sind 24 Beine zu viel vorhanden, wenn alles zweibeinige Tiere, also Hühner, wären. Die Anzahl der Beine, welche zu viel sind, können nicht zu den Hühnern gehören, sonst hätte es zu viele Tiere insgesamt (nämlich 47³¹). Die übrigen Beine müssen demnach den Kaninchen gehören, weil Kaninchen vier Beine haben, also zwei mehr als die Hühner. Wenn man aus einem zweibeinigen Tier ein Vierbeiniges machen will, fügt man den zweibeinigen Tieren je zwei Beine zu. Folglich muss man die 24 Beine, welche übrig sind, durch zwei dividieren. Das ergibt dann die Anzahl Tiere mit vier Beinen, in dieser Aufgabenstellung folglich die Anzahl Kaninchen, welche es im Gehege hat. Die Grundidee ist, dass sich Tiere mit zwei Beinen (z. B. Hühner) und Tiere mit vier Beinen (z. B. Kaninchen) durch zwei Beine unterscheiden. Die Gesamtanzahl der Beine ist in der Aufgabenstellung angegeben. Um andere Unterschiede zwischen Hühnern und Kaninchen geht es bei dieser Aufgabe nicht. Um es mit dem Fachbegriff zu sagen: In der Situationsanalyse dieser Textaufgabe geht es um die Anzahl Köpfe und Beine und nicht z. B. um den Preis, den die Tiere kosten. Man könnte diesen Lösungsansatz auch von den vierbeinigen Kaninchen her anpacken (vgl. Abb. 1117.4, Spalte 6). Dann müsste man die 46 Beine, welche es zu wenig hat, durch zwei dividieren, um auf die Anzahl Hühner zu kommen.

³¹ Vgl. dazu die Stelle in Min. 13:19.

3.3	Mathematisierung	A	„Wenn alles Hühner wären...“	35 Hühner	35 Kaninchen
		B	Beine von dieser Tierart berechnen	70 Beine	140 Beine
		C	Differenz zur Anzahl vorhandener Beine (94)	24 Beine übrig, zu viel „ohne Tier“	46 Beine zu wenig
		D	Hühner und Kaninchen unterscheiden sich durch 2 Beine	2 Beine dazugeben	2 Beine wegnehmen
		E	Anzahl dieser Beine durch 2 teilen -> gibt Anzahl anderer Tierart	gibt Kaninchen	gibt Hühner

Abbildung 7.12 Aufgabenanalyse, Kodierschema, Teil „logische Lösung“ = WaHw, Kode 3.3

Im Transkriptauszug 1117.8 leitet der Lehrer auf diesen Ansatz hin. Zu Beginn entsteht ein polyadisches Unterrichtsgespräch, bei welchem drei Schüler und Schülerinnen mündlich partizipieren.

Transkriptauszug 1117.8

- 3.3 13:01:11 T Was wäre denn, wenn es alles Hühner wären?
- 3.3 13:08:12 T Denkt mal nicht in Formeln, denkt mal nicht in dem Ganzen-..., ganzen Kalkül-Kram.
- 3.3 13:13:08 S2 Also dann wären es-...siebenunddreissig Tiere.
- 3.3 13:18:25 S1 Hm?
- 3.3 13:19:21 S3 Dann wären es zweiundvierzig Hühner, wenn es vierundneunzig Beine wären.
- 3.3 13:22:22 S1 Ja ().
- 3.3 S1 Vierundneunzig durch zwei, stimmt.
- 2.c 13:25:08 T Ja, mm-, mal ohne die Weinbergschnecken. Machen wir es nicht so schwierig. Die Weinbergschnecken habt ihr ja schon...weggedacht.
- 3.3 13:37:23 T Klar, also wir gehen jetzt von fünfunddreissig Tieren aus...ja? Was wäre, wenn diese fünfunddreissig Tiere alles Hühner wären?
- 3.3 13:46:08 S3 () siebzig Beine.
- 3.3 13:46:26 T Richtig.
[10 Sekunden Pause]
- 3.3 13:55:09 T Sind aber nicht siebzig.
- 3.3 14:25:02 T Was ist komisch daran?
- 3.3 14:28:02 S3 Ich hab nur gerade was gedacht.
- 3.3 14:29:24 T Ja, sag mal, denk mal laut.
- 3.3 14:32:18 S ()
- 3.3 14:33:16 S2 {lachen}

- 3.3 14:45:11 T Also nochmal, wenn es fünfunddreissig Hühner wären, dann hätten die zusammen siebzig Beine.
- 3.3 14:50:10 S1 // Ja (vierundzwanzig übrig).
- 3.3 14:51:04 S3 Ja, und das ist doch hier-..., das ist doch // ().
- 3.3 14:53:12 T // Aha, und was machen wir mit denen?
- 3.3 14:55:01 S1 // Ja wenn man (dann)... zwanzig durch vier teilen würde ...
- 3.3 14:55:05 S3 // () das ist doch wirklich hier, das mach ich, () die Länge, () ist das doch () mit den komischen-
- 3.3 15:04:20 T Wie mach ich aus einem Huhn ein Karnickel?
- 3.3 15:08:12 S3 // Zwei zusammennehmen {lachend}.
- 3.3 15:09:03 S1 // (Also) zwei Beine zusammen.
- 3.3 15:09:20 T Genau.
- 3.3 15:10:29 S1 (Ah ja), () vierundzwanzig übrig wären, dann ()... nein ()... nein.
- 3.3 15:17:19 T Ja?
- 3.3 15:22:16 S3 Kuck mal das ist () ihr Vorbild. ()
- 3.3 15:28:07 T Kann man machen, ja...// muss man aber nicht.
- 3.3 15:32:03 SN // () gemacht.
- 3.3 15:32:23 SN ()
- 3.3 15:34:09 T *Nein*, deshalb hatte ich ja vorhin gesagt, vielleicht hilft das, aber ihr-, im Moment sind wir ja auf einer anderen Fährte so ein kleines bisschen, und eh-,
- 3.3 15:47:15 SN ()

Der Lehrer schlägt mit dem Satz *Was wäre denn, wenn es alles Hühner wären?* (Min. 13:01) einen anderen Lösungsweg vor und sagt dazu, dass die Schüler und Schülerinnen diesmal nicht in Formeln denken sollen. Es folgen drei Schüleräußerungen, welche sich nur teilweise aufeinander beziehen. Schülerin S2 sagt, dass es dann 37 Tiere seien. Sie meint damit wohl 37 Hühner. Schüler S3 geht nicht auf die Äusserung von S2 ein, sondern er tut seinen Rechnungsweg kund. Er rechnet von der Gesamtanzahl der Beine her und kommt auf 42 Hühner (S3 *Dann wären es zweiundvierzig Hühner, wenn es vierundneunzig Beine wären.*). S1 bestätigt diese Rechnungsweise und das falsche Resultat von S3 (S1 *Ja, vierundneunzig durch zwei, stimmt*). Der Lehrer geht nicht auf den Rechnungsfehler von S3 und S1 ein und auch nicht auf deren Lösungsweg, sondern lenkt mit seiner Äusserung auf die Gesamtanzahl Tiere, welche S2 drei Äusserungen zuvor eingebracht hat. Er formuliert seine erste Hypothese nochmals, diesmal indem er

die 35 Tiere explizit nennt. (Min. 13:25:08, T: *Ja, mm-, mal ohne die Weinbergschnecken. Machen wir es nicht so schwierig. Die Weinbergschnecken habt ihr ja schon...weggedacht. Klar, also wir gehen jetzt von fünfunddreissig Tieren aus...ja? Was wäre, wenn diese fünfunddreissig Tiere alles Hühner wären?*). Die Ausgangsfrage zu diesem Lösungsweg wird folglich in der zweiten Formulierung formal länger (sie besteht aus mehr Wörtern) und inhaltlich klarer (die Anzahl 35 ist explizit genannt). Speziell zu erwähnen ist in Bezug auf die ganze Lehrpersonen-äusserung, dass sie betont, dass die Lerngruppe die Weinbergschnecken ja schon mal weggedacht hat (*Die Weinbergschnecken habt ihr ja schon...weggedacht*). Der Lehrer macht auf einen erfolgreichen Lösungsschritt der Lerngruppe aufmerksam.

Auf die Frage *Was wäre, wenn diese fünfunddreissig Tiere alles Hühner wären?* antwortet S3 mit den Anzahl Beinen, welche die Hühner hätten (S3 (*sie*)*bsie*zig *Beine*). Der Lehrer evaluiert dies positiv mit einem deutlichen *richtig*. Da von den Schülern und Schülerinnen aber während fast zehn Sekunden keine weitere Äusserung gemacht wird, gibt der Lehrer nochmals einen Hinweis: *Sind aber nicht siebzig*. Es folgt wiederum keine Reaktion auf diesen Hinweis. Es ist auffallend, dass dieser Lehrer viel Geduld hat bzw. den Problemlöseprozess so entschleunigt, dass die Lernenden genug Zeit zum Nachdenken haben. Die beiden Jungen jedoch drifteten in ein Nebengespräch ab³². In Minute 14:45 formuliert der Lehrer seine Hypothese nochmals und lässt den Lösungsschritt von S3 in seine Formulierung einfließen. *Also nochmal, wenn es fünfunddreissig Hühner wären, dann hätten die zusammen siebzig Beine*. Dieser „*teacher move*“ kann als „*revoicing move*“ bezeichnet werden (vgl. Micheals & O’Connor, 2002, vgl. Abschnitt 6.5.6), welcher die Fortschritte der Gruppe sprachlich verknüpft. Die neue Hypothese, die der Lehrer ab Minute 13 in die Gruppe eingebracht hat, ist in den anderthalb Minuten dieser Sequenz nun dreimal formuliert worden. Sie ist in der sprachlichen Formulierung immer länger geworden und mit mehr Detailinformationen versehen worden. (*Was wäre denn, wenn alles Hühner wären? -> Was wäre, wenn diese fünfunddreissig Tiere alles Hühner wären? -> Also nochmal, wenn es fünfunddreissig Hühner wären, dann hätten die zusammen siebzig Beine*.)

Nach der dritten Formulierung der „Hühner-Hypothese“ antwortet S1, dass es dann 24 Beine übrig hat (Min.14:50). Der Lehrer geht sofort darauf ein und fragt, was man mit denen machen könnte. S1 schlägt vor, dass man sie durch vier dividieren könnte. Die Reaktion des Lehrers darauf ist die Frage, *wie mach ich aus einem Huhn ein Karnickel?* (Min. 15:04). Der Lehrer geht wohl davon

³² Man versteht nicht, was sie sagen. Es ist jedoch aufgrund des Videos zu vermuten, dass es sich um kein ernstes Fachgespräch handelt.

aus, dass S1 die vierundzwanzig Beine, welche übrig sind, den Kaninchen zuordnen will. Und Kaninchen haben je vier Beine, also teilt man die Beine durch vier. Die Lernende S1 hat nicht erkannt, dass die vierundzwanzig Beine in dieser Hypothese schon zu den zweibeinigen Hühnern gehören, dass also die Tiere, welche zu den Kaninchen werden sollen, schon zwei Beine haben. S3 und S1 sagen darauf, dass man zwei Hühner oder Hühnerbeine zusammennehmen muss, und der Lehrer evaluiert dies positiv (*genau*). Es folgt ein Gedankenunterbruch dieses Lösungsweges bedingt durch ein Nebengespräch der beiden Jungen und eine hereinkommende Person. Das Abschweifen des Gesprächsablaufs auf das Nebengespräch von S3 und S4 und der kurze Gesprächsunterbruch des Gruppengesprächs durch eine versehentlich hereinkommende Person dienen dem Lehrer dazu, den Fokus wieder ganz konkret auf den neuen Lösungsansatz zu richten. Er ruft die Schülerin S1 auf und ermuntert sie, da weiterzudenken und den anderen zu kommunizieren, was sie denkt.

Der Lösungsansatz „WaHw“ wird zum Lösungsansatz von S1

Im folgenden Ablauf des polyadischen Gruppenunterrichtsgesprächs lässt sich zeigen, dass der vom Lehrer eingebrachte Lösungsansatz „Wenn alles Hühner wären“ zum Lösungsansatz von S1 wird. S1 wird im Ablauf des Gesprächs zunehmend zur Autorin des ganzen Lösungsweges, bzw. sie wird vom Lehrer (vgl. Transkriptauszug 1117.9) und danach von den Lernenden (vgl. die weiteren Transkriptauszüge) als Autorin positioniert. Zu Beginn dieser Sequenz ruft der Lehrer die Schülerin S1 namentlich auf und macht ihr Mut, ihre Gedanken öffentlich kundzutun (*So, [S1], du bist der Sache doch ziemlich auf der Fährte, komm!* Min. 15:48). Betrachten wir nun zuerst den Transkriptauszug 1117.9, in welchem S1 in einem Dialog mit dem Lehrer für alle hörbar den Lösungsweg ausführt und die Lösung nennt.

Transkriptauszug 1117.9

- | | | | |
|-----|----------|----|---|
| 3.3 | 15:48:18 | T | So, [S1]. |
| 3.3 | 15:49:27 | S1 | Ja! |
| 3.3 | 15:50:28 | T | Du bist der Sache doch ziemlich auf der Fährte, komm! |
| 3.3 | 15:53:17 | S1 | Ja, dann sind halt siebenundzwanzig Beine noch übrig, wenn man-, eh-, vierundzwanzig. Und vierundzwanzig durch zwei // wenn man pro Huhn noch zwei dazu machen muss, dann wird es ein-...ja |
| 4a | 15:59:08 | T | // ja. |
| 4b | 16:02:26 | S1 | Karnickel {lacht}. |
| 4b | 16:03:16 | T | Ja genau. |

- 4b 16:04:09 S1 Dann wären das zwölf.
 4b 16:05:18 T Was?
 4b 16:07:21 S1 Ja zwölf Kaninchen, // von den-, von den-,
 4b 16:08:25 T // Okay.
 4b 16:09:28 S1 ... fünfunddreissig Hühnern.
 4b 16:10:17 T Ja, und dann sind es wieviel-?
 4b 16:12:18 S3 (Dreiundzwanzig.)
 4b 16:13:00 S1 Eh, dreiundzwanzig...ehm-, Hühner ...
 4b 16:16:00 T Ja.
 4b 16:16:18 S1 ... und zwölf Kaninchen.
 4c 16:17:13 T Dann rechne mal kurz die Probe, ob das stimmen kann.
 4c 16:30:29 S3 Ja ().
 4c 16:31:24 S4 () (doch nicht)!
 4c 16:32:21 S3 Mm (stimmt).

Die Lernende S1 hat den vom Lehrer angedachten bzw. initiierten Lösungsweg begriffen und expliziert ihn relativ ausführlich in Min. 15:53 (*Ja, dann sind halt siebenundzwanzig Beine noch übrig, wenn man-, eh-, vierundzwanzig. Und vierundzwanzig durch zwei // wenn man pro Huhn noch zwei dazu machen muss, dann wird es ein-...ja //Karnickel*). Auffallend am Gesprächsablauf ist wiederum, dass der Lehrer, neben seinen Hörsignalen (*//ja*) und Evaluationen (*ja genau*), Nachfragen stellt, damit die Lernende auch wirklich alle einzelnen Gedankengänge verbal äussert. So fragt er in Min. 16:05 mit dem Fragewort *Was*, was die errechnete Zahl 12 bedeutet, und er fragt in Min. 16:10 explizit nach, wie viele Hühner es denn sind. In Min. 16:17 weist der Lehrer noch auf die Probe hin. Nach fast 17 Minuten Lehr-Lerngespräch hat die Gruppe – bzw. genaugenommen S1 – die Lösung gefunden. Der Weg zur Lösung wurde von der Schülerin S1 erklärt.

Interessant ist, dass das Lehr-Lerngespräch noch fast drei Minuten weiterläuft. Der Schüler S3 initiiert mit seiner Nachfrage einen „extended discourse“ (Schleppenbach et al., 2007). Als „extended discourse“ werden von Schleppenbach et al. (2007) diejenigen Gesprächssequenzen bezeichnet, bei denen eine Schülerantwort zur richtigen Lösung der Beginn einer längeren Diskussion über den Lösungsweg, über mathematische Regeln und über die Gedankengänge darstellt (Schleppenbach et al., 2007, p. 381). Es ist ein verlängertes Unterrichtsgespräch nachdem die Lösung bereits bekannt ist. Von den 37 untersuchten Tutoringsgesprächen haben

nicht sehr viele eine längere Sequenz, in welcher nach der Lösungsformulierung über den Weg zur Lösung diskutiert wird (vgl. Tabelle 7.1).

Ein langer Rückblick: S3 fragt mehrmals nach Erklärungen

Die Schüler und Schülerinnen befolgen die Aufforderung des Lehrers (Min. 16:17, T: *Dann rechne mal kurz die Probe, ob das stimmen kann.*) und berechnen, jeder für sich in schriftlicher Form, die Probe. Die von der Gruppe – bzw. von S1³³ – errechnete Lösung stimmt, was S3 mündlich bestätigt. Während des Ausrechnens bemerkt S3 jedoch, dass er doch noch nicht ganz verstanden hat, was S1 ihnen allen erklärt hat. Er bittet sie, ihr Blatt umzudrehen, damit er sehen kann, was sie gemacht hat. Der Transkriptauszug 1117.10 gibt diese Szene wieder.

Transkriptauszug 1117.10

3.3 16:45:22 S3 Dreh mal um!

3.3 16:46:06 SN Ja ().

3.3 16:47:19 S3 Ich möchte das auch sehen... Zeig mal bitte, was du gemacht hast!

3.3 16:53:17 S1 Ich hab gar nichts hab ich gemacht. {lachend} Wir sind davon ausgegangen, dass es fünfunddreissig Hühner sind. Wenn es fünfunddreissig Hühner (gi-) sind, dann gibt es siebzig Beine, aber wir haben aber vierundneunzig Beine. Bleiben noch vierundzwanzig Beine übrig, und wenn du vierundzwanzig durch zwei teilst, wenn du aus einem Huhn ein Karnickel machen willst, dann brauchst du noch zwei noch zwei Beine... pro Huhn, dann teilst du vierundzwanzig durch zwei und dann kommt (zwölf raus).

Beachtenswert in diesem Auszug ist in Bezug auf das Positioning, dass der Schüler S3 direkt die Schülerin S1 anspricht und nicht den Lehrer oder die ganze Gruppe. S3 betrachtet folglich S1 als Autorin der Lösung, welche ihm ihr Wissen vermitteln kann (*Zeig mal bitte, was du gemacht hast!*). Die vorsichtige oder schüchterne Antwort von S1, *Ich hab gar nichts gemacht*, kann so interpretiert werden, dass sie sich selber noch nicht ganz als Autorin des Lösungsweges betrachtet. Dessen ungeachtet erklärt sie dem Schüler S3 den Lösungsweg in einem 68 Wörter umfassenden und zügig formulierten Monolog. Dieser Turn ist

³³ Es ist schwierig, genau zu bestimmen, welche Gesprächsteilnehmende der oder die eigentlichen Autoren oder Autorinnen des Lösungsweges sind. Der Lehrer kennt verschiedene Lösungswege und initiiert diesen Lösungsweg in seinem Lehr-Lerngespräch. Die Schülerin S1 verbalisiert mit Hilfe des Lehrers etliche Lösungsschritte und errechnet dann auch die Lösung. Da jedoch zumindest zu Beginn dieses Lösungsansatzes auch andere Lernende sich am Gespräch beteiligen, wird vorerst an dieser Stelle die Lösung als Gruppenlösung bezeichnet. Dies auch deshalb, weil alle Lernenden die Lösung kontrollieren mit dem Berechnen der Probe.

der zweitlängste und inhaltlich der am meisten zusammenhängende des ganzen Lehr-Lerngespräches³⁴. S1 beginnt mit dem Personalpronomen *wir* (und nicht mit *ich*) und stellt folglich diese Lösung als Lösung der Gruppe dar.

Ein weiterer Aspekt dieser Sequenz betrifft die Schriftlichkeit im Lehr-Lerngespräch. S3 hat gewünscht, dass S1 ihr Notizblatt umdreht, damit er sehen kann, was sie geschrieben hat. Er hat im Grunde genommen zuerst nicht nach einer mündlichen Erklärung gefragt. Der schriftlich fixierte Lösungsweg hat Gewicht und ist fester Bestandteil dieses Lehr-Lerngespräches³⁵. S1 geht auf die Nachfrage zum Lösungsweg mündlich ein. Sie dreht ihr Blatt nur kurz um, nimmt es dann aber sogleich wieder zu sich und erklärt den Ansatz verbal in ihren eigenen Worten. Auf den Inhalt der Erklärung bezogen kann gesagt werden, dass diese erste Erklärung von S1 an S3 alle Lösungsschritte enthält. Sie beginnt mit der Hypothese (*Wir sind davon ausgegangen, dass es fünfunddreissig Hühner sind.*), berechnet dann die Beine der Hühner, sagt, dass es aber vierundneunzig Beine hat und somit vierundzwanzig Beine übrigbleiben. Diese vierundzwanzig übrigen Beine muss man durch zwei dividieren, weil man noch je zwei weitere Beine braucht, um aus einem Huhn ein Kaninchen zu machen. Und vierundzwanzig dividiert durch zwei ergibt zwölf.

Auf diese erste Erklärungssequenz von S1 folgt eine zweite Erklärungssequenz von S1, weil S3 nochmals nachfragt. Der Transkriptauszug 1117.11 gibt diesen Abschnitt wieder.

Transkriptauszug 1117.11

- | | | | |
|-----|----------|----|---|
| 3.3 | 17:14:23 | S3 | Nochmal {leicht ironisch}. |
| 3.3 | 17:15:24 | SS | {lachen} |
| 3.3 | 17:17:27 | S1 | Oh, im Ernst () // (willst du) mich nicht verarschen? |
| 3.3 | 17:19:13 | S3 | //Ja! |
| 3.3 | 17:20:06 | T | Mhm. |
| 3.3 | 17:21:17 | S1 | Wir haben fünfunddreissig Hühner. |
| 3.3 | 17:23:01 | S3 | Ja, sind siebzig // Beine. |
| 3.3 | 17:24:17 | S1 | // Und vierundneunzig Beine. |

³⁴ Es gibt noch wenige/mehrere ähnlich lange Turns, aber diese behandeln unterschiedliche Themen. Der längste zusammenhängende Turn ist derjenige des Lehrers am Ende des Gespräches. In Min. 18:40 sagt er 78 Wörter als Zusammenfassung des Lösungsweges von S2.

³⁵ Vergleiche dazu, dass der Lehrer ganz zu Beginn als erstes gesagt hat, dass die Lernenden einen Stift nehmen sollen oder dass er in Min. 04:32 kontrolliert, ob alle Schüler und Schülerinnen den ersten Lösungsschritt aufgeschrieben haben.

3.3	17:26:01	S3	Ja.
3.3	17:26:12	S1	Und vierund-, fünfunddreissig (Hühner haben nur) siebzig Beine.
3.3	17:28:15	S3	Ja.
3.3	17:29:15	S1	Also bleiben vierundzwanzig // Beine übrig.
3.3	17:30:14	S3	// Ja, sind zwölf...Kaninchen.
3.3	17:34:13	S4	(halbe Kaninchen).
3.3	17:35:17	S1	Ja es wären dann zwölf halbe // Kaninchen, () aber auch ganze Kaninchen haben...
3.3	17:36:06	T	// Mhm.
3.3	17:39:17	S3	Eben // vierundzwanzig Beine-

S3 wagt es in Minute 17:14 nochmals – mit dem prägnanten Wort *Nochmal* – nach einer erneuten Erklärung zu fragen. Die anderen Schüler lachen und S1 glaubt ihm zuerst nicht, dass er den Lösungsweg immer noch nicht verstanden hat. Das vehemente *Ja* von S3, welches die Antwort auf die Nachfrage *Oh, im Ernst* von S1 ist, überzeugt S1 dann doch, dass die Nachfrage von S3 seriös gemeint ist. In Minute 17:21 beginnt sie ihren zweiten Erklärungsversuch. Diesen gestaltet sie so, dass sie nach jedem Teillösungsschritt eine kürzere Redepause einschaltet. Diese Pause dient in der Gesprächsorganisation dazu, dass S3 mit einem Hörsignal bestätigen kann, dass er diesen Teilschritt verstanden hat (vgl. Min. 17:24 bis 17:26 S1: *Und vierundneunzig Beine* – S3: *Ja*) oder dass S3 selbst im Lösungsprozess weiterfahren kann, wenn er die Fortsetzung zu diesem Teillösungsschritt weiss (vgl. Min. 17:21 bis Min. 17:23 S1: *Wir haben fünfunddreissig Hühner*, – S3: *Ja, sind siebzig //Beine*). Im Gegensatz zum ersten monologischen Erklärungsversuch ist diese Sequenz von S1 so aufgebaut, dass Turnwechsel möglich sind. Es ist ein Lehr-Lern-Dialog, beim welchem die Wissensvermittlerin S1 dem nachfragenden Gesprächspartner S3 mehr Zeit zum Denken gibt als sie es in ihrem monologischen ersten Erklärungsversuch getan hat.

Anzumerken ist gegen Ende dieser Sequenz (Min. 17:34), dass ein weiterer Schüler, nämlich S4, sich an der Erklärung beteiligt. S4 zeigt damit, dass er diesen Lösungsweg verstanden hat, da er den falschen Gedanken von S3 klar erkennt. S3 erwidert auf die Feststellung von S1, dass 24 Beine übrigbleiben, in einem ironisch-fragenden Ton, dass es dann zwölf Kaninchen sind, worauf S4 ins Gespräch einschreitet und sagt, dass es nur *halbe Kaninchen* wären. S4 vermutet bei S3 vermutlich die Unklarheit in Bezug darauf, dass man die 24 Beine nur durch zwei dividiert und nicht durch vier. S1 versucht auf diese Unklarheit nochmals einzugehen und beginnt einen weiteren Erklärungsversuch (Min. Min.

17:40 bis Min. 18:05). Dieser ist im Transkriptauszug 1117.12 wiedergegeben. Man muss an dieser Stelle noch festhalten, dass S4, obwohl er den Lösungsweg verstanden hat, nicht weiter die Rolle des Wissensvermittlers übernimmt. S4 überlässt diese Rolle S1, welche somit auch er als Autorin dieses Lösungsweges positioniert.

Transkriptauszug 1117.12

- 3.3 17:39:17 S3 Eben // vierundzwanzig Beine-
- 3.3 17:40:09 S1 // Du hast-, du hast fünfunddreissig Hühner mit zwei Beinen.
- 3.3 17:44:04 S3 Ja, // sind siebzig.
- 3.3 17:44:10 SN // Ja...*nicht*,
- 3.3 17:46:19 SN Ja.
- 3.3 17:47:00 S1 So, hast du noch vierundzwanzig Beine übrig.
- 3.3 17:44:29 S3 Ja.
- 2c 17:48:24 S1 Karnickel hat vier Beine.
- 4a 17:49:22 S3 Ja, sind sechs.
- 4a 17:50:16 S1 Also nimmst du jetzt die Hühner.
- 4a 17:51:26 S3 Dann wären es aber einundvierzig Tiere.
- 4a 17:53:25 SN {lacht}
- 4a 17:55:10 SN {lacht}
- 4a 17:56:05 S4 Anstatt fünfunddreissig Hühner // machst du () -
- 4a 17:58:05 S1 // Genau, du nimmst jetzt einfach, du nimmst jetzt einfach zwölf Hühner von den fünfunddreissig weg, // und gibst denen noch zwei Beine, dann hast du keine Beine mehr, aber hast Hühnchen.
- 4a 18:02:16 S3 // Ach so.
- 4b 18:05:12 S1 Und Karnickel.
- 4b 18:06:25 SN {lacht}
- 4b 18:07:25 SN {lacht}
- 4b 18:11:15 T Genau,...okay?
- 4b 18:13:25 SN // ()
- 4b 18:14:14 T // Schlau, *nicht*?
- 4b 18:16:19 SN {lacht}
- 4b 18:17:21 T {lacht}

Im dritten Erklärungsversuch geht es darum, durch welche Zahl man die Anzahl übriger Beine dividieren muss, um Kaninchen (bzw. die andere Tierart) zu bekommen (vgl. Kode 3.3d und e im Analyseraster, vgl. Abschnitt 6.5.2). In Min. 17.39 geht S3 nochmal auf die vierundzwanzig Beine ein und betont mit

dem Wort *eben*, dass es für ihn ein Problem darstellt, die 24 Beine nur durch zwei anstatt durch vier zu dividieren.

Diese dritte Erklärungssequenz kann man in drei thematische Abschnitte unterteilen. Zuerst wird von S1 und S3 in einem überlappenden³⁶ Satz bestätigt, dass fünfunddreissig Hühner siebzig Beine haben. Mit dieser Tatsache sind beide Sprecher einverstanden und die wissensvermittelnde S1 fährt im Gespräch mit dem Gliederungssignal *so* weiter, was darauf hindeutet, dass nun eine andere Sequenz folgt. Nun geht es um die vierundzwanzig Beine, welche übrig sind, was von S3 mit dem Hörsersignal *Ja* bestätigt wird. Die nächste Äußerung von S1, dass *Karnickel vier Beine* haben, erfolgt in einem eigenen Turn in lebhafter, intensiver Betonung. S3 bestätigt den Inhalt und rechnet sogleich weiter, S3: *Ja sind sechs* (gemeint sind „sechs Karnickel“, $24:4 = 6$). S1 geht darauf nicht ein und sagt, man solle nun die [Anzahl] Hühner nehmen (*Also nimmst jetzt die Hühner* Min. 17:50). Dies tut S3 sofort und zählt die von ihm errechneten sechs Karnickel zur Gesamtzahl der Hühner dazu ($35 + 6 = 41$). S3: *Dann wären es aber einundvierzig Hühner* (Min. 17:51). Im letzten Abschnitt dieses dritten Erklärungsversuches schreitet wiederum S4 ein, da er abermals den falschen Gedanken von S3 erkannt hat, und beginnt zu erläutern, dass man nicht die fünfunddreissig Hühner nehmen soll (S4: *Anstatt fünfunddreissig Hühner //*). Doch S1 lässt sich das Rederecht nicht nehmen³⁷ und fährt mit einer für sie ganz genauen Erklärung weiter. S1 hat die Rolle, dass sie jetzt die Wissensvermittlerin für diesen Lösungsweg ist, angenommen. Sie führt in 31 Wörtern aus, dass man den zwölf zweibeinigen Hühnern je zwei Beine zusätzlich gibt und sie dann Karnickel nennt. Diese zwölf in der ursprünglichen Hypothese als Hühner bezeichneten Tiere muss man von der Gesamtzahl 35 wegnehmen (Min. 17:58. S1: *// Genau, du nimmst jetzt einfach, du nimmst jetzt einfach zwölf Hühner von den fünfunddreissig weg, // und gibst denen noch zwei Beine, dann hast du keine Beine mehr, aber hast Hühnchen und Karnickel.*). Der positiv wertende Kommentar des Lehrers über diesen Lösungsweg (in Minute 18:14) *schlau nicht*, deutet klar darauf hin, dass der Lehrer S1 als Autorin positioniert: Ihr Lösungsweg, oder ihre

³⁶ Die oben als „überlappender Satz“ bezeichneten Äußerungen könnte man auch als „in situ-ko-konstruktiv“ bezeichnen, weil beide Sprecher einen substanziellen Anteil am Inhalt (ko-konstruktiv) und der Formulierung des Inhaltes haben. Da die Idee aber innerhalb des ganzen Lehr-Lerngespräches schon mehrmals gesagt worden ist, sind weder S1 noch S3 die wahren Autoren/Kreatoren dieser Äußerung. S1 und S3 sind nur in dieser Episode die Autoren der Äußerung (folglich „in situ“ im Sinne von „an dieser Stelle“).

³⁷ Sie übernimmt das Rederecht, in dem sie die Aussage von S4 mit *genau* bestätigt. Sie evaluiert folglich die Aussage von S4, wie es sonst in Lehr-Lerngesprächen hauptsächlich die Lehrpersonen tun.

Erklärung dazu, ist schlau. Der Lehrer lobt nicht sich selbst, obwohl er diesen Lösungsweg initiiert hat, sondern er anerkennt, dass S1 die Verantwortung für die Vermittlung an die Gruppe der Lernenden übernommen hat.

Obwohl der Lehrer diese Lösung und die Erklärung und Vermittlung von S1 schon gelobt hat, fragt S3 in Min. 18:19 noch einmal nach, wieso man *von den Hühnern was wegnimmt*. Er ist so ehrlich, auch nach einer vierfachen Erklärung zuzugeben, dass er immer noch nicht den ganzen Lösungsprozess verstanden hat. Seine Unsicherheit kann man gut verstehen, wenn man seine letzte thematische Äusserung in Min. 17:49 und 17:51 nochmals betrachtet. Dort schildert er seine Rechnungsweise: Die 24 Beine müssen durch vier dividiert werden, weil die Kaninchen vier Beine haben, ergibt 6 Kaninchen, und 35 Hühner plus 6 Kaninchen ergibt gesamthaft 41 Tiere.

Der Transkriptauszug 1117.13 gibt die erneute Nachfrage von S3 und die nochmalige Erklärung von S1 wieder.

Transkriptauszug 1117.13

- 3.3 18:19:01 S3 Wieso nimmst du denn was von den Hühnchen weg?
- 3.3 18:20:29 SS // {lachen}
- 3.3 18:20:28 T // {lacht}
- 3.3 18:23:09 S1 Du nimmst nichts von den Hühnchen weg, du klebst den Hühnchen noch zwei Beine an, damit du // die vierundzwanzig weg hast.
- 3.3 18:28:03 S3 // Ja.
- 3.3 18:28:16 S1 Dann zählst du, wie viele Hühnchen davon vier Beine haben, und die // (nennst du dann einfach Hase).
- 3.3 18:31:14 S3 // Ach so! ()
- 3.3 18:33:05 SN ()
- 3.3 18:33:12 SN Aha.
- 3.3 00:18:33:13 T {lacht}
- 3.3 00:18:34:10 S3 Ja klar!
- 3.3 18:35:25 S3 Jetzt *ist ja* gut!
- 6 18:38:14 T Schlau, *nicht*?
- 6 18:39:07 S3 Ja jetzt hab ich es auch kapiert.

S1 übernimmt auf die Nachfrage von S3, wieso man *was von den Hühnchen wegnimmt*, nochmals die Verantwortung, den Lösungsweg zu erklären. Sie macht dies, indem sie ihre Erklärung dieses Lösungsschrittes von Min. 17:58 (*du nimmst jetzt einfach zwölf Hühner von den fünfunddreissig weg, // und gibst denen noch zwei Beine, dann hast du keine Beine mehr, aber hast Hühnchen [und Karnickel]*) noch

konkreter plastisch schildert: Man klebt den Hühnern noch zwei Beine an bis es keine Beine mehr übrig hat von den zuvor vierundzwanzig übrigen Beinen. Dann zählt man, wie viele Hühner jetzt vier Beine haben und diese nennt man dann einfach Hase. Da versichert S3 in vier Äusserungen, dass auch er jetzt diese Lösung kapiert hat.

Betrachtet man die Rolle von S3 in den vier Erklärungssequenzen so fällt auf, dass S3 zunehmend zum Mit-Sprecher wird. In der ersten monologischen Erklärung von S1 in Min. 16:53 sagt S3 nichts, er ist „nur“ der Angesprochene, der zuhört. Die zweite Erklärung (Min. 17:14 bis Min. 17:30) ist ein Dialog zwischen den Gesprächspartnern, bei dem nicht nur die Hauptsprecherin S1, sondern auch S3 etwas sagt, und zwar in einigen Äusserungen mehr als nur Hörersignale. S3 übernimmt die Rolle des Paraphrasierers und sagt, was schon einmal im Gesamtgespräch gesagt worden ist (nämlich beispielsweise dass fünfunddreissig Hühner *siebzig Beine* haben). Diese Paraphrase ist für das Lernen von S3 bedeutsam, denn sie zeigt an, dass er die jeweiligen Elemente aufgenommen hat. In der dritten Erklärung von S1 (Min. 17:39 bis Min. 18:05) kann S3 seine Sackgasse oder seine falschen Gedanken klar ausdrücken, d. h. er gibt an, an welcher Stelle er Schwierigkeiten hat: Er sagt, dass vierundzwanzig dividiert durch vier *sechs* Kaninchen geben müsste und dass *es dann aber einundvierzig Tiere wären*.

Die Mikroanalyse der einzelnen Erklärungsabschnitte und der Vergleich der Redeweise von S3 kann etliche Fortschritte in der Wissensbasis des Lernenden S3 aufzeigen: Der Redeanteil von S3 wird von Erklärung zu Erklärung länger und seine Grade der Autonomie ändern sich vom Schweiger über den Paraphrasierer zum Kreator. Er kann am Ende von Erklärung 3 eine gezielte Frage stellen, was er bei Erklärung 1 noch nicht konnte³⁸. Die Formulierung der Nachfrage von S3 wird immer genauer (vergleiche dazu besonders Min. 18:19 in Erklärung 4). Die Gegenüberstellung der Aussagen von S3 in den vier Erklärungen zeigt dies deutlich auf: Min. 17:14 *nochmals*; Min. 17:39 *Eben//vierundzwanzig Beine*, Min.18:19 *Wieso nimmst du von den Hühnchen was weg?*. Je länger das Gespräch dauert, desto mehr kann S3 nach feinen Details nachfragen bzw. desto mehr weiss S3, wo genau er Verständnisschwierigkeiten hat. S1 versucht sich jeweils als Wissensvermittlerin dem Wissen von S3 anzupassen.

³⁸ Es gibt viele Sprichwörter und Zitate, welche aufzeigen, dass Fragen stellen ein grundlegendes Wissen anzeigt. So sagt z. B. die Ratgeberliteratur, dass Fragen zu stellen ein grundlegender Denkprozess ist“ (Ryborz, 2011, S. 30). Es wird dort auch ein indisches Sprichwort erwähnt, wonach der Unwissende nicht [weiss], was er fragen soll, der Wissende fragt (Ryborz, 2011, S. 30).

Der Lehrer wiederholt sein Lob auf diesen Lösungsweg am Ende dieser Sequenz (Min. 18:38, *Schlau, nicht*). S3 schliesst die von ihm initiierte Nachfrage definitiv mit einem vollständigen Satz von sieben Worten ab (Min. 18:39. *Ja jetzt hab ich es auch kapiert.*)

Als Abschluss des Lehr-Lerngespräches würdigt der Lehrer den von S2 am Anfang des Gespräches vorgeschlagenen, aber dann im Verlauf des Lehr-Lerndialogs abgebrochenen Lösungsweg mit Gleichungen. Transkriptauszug 1117.14 gibt das Ende des Gespräches der Gruppe 1117 wieder.

Transkriptauszug 1117.14

- 6 18:40:25 T Okay, und so wie es die eh-, [S2] hier stehen hat, hätten wir es auch machen können, das wären jetzt zwei Gleichungen mit zwei Unbekannten gewesen, ...und dann hätten wir ein- und dann hätten wir es so machen müssen, wie vorhin, das heisst wir hätten hier hier die na-, zum Beispiel nach X und nach Y aufgelöst, hätten das dann hier oben eingesetzt und dann hätten wir entsprechend was rausgekriegt.
- 6 18:58:28 S2 Ja.
- 6 18:59:05 T Hm? // Das wäre auch eine Möglichkeit gewesen.
- 6 19:00:27 S // ()
- 6 19:02:03 T Ja, ja wir hatten ja irgendwie vor langer Zeit so was auch schon mal gemacht.
- 6 19:05:01 S2 Echt?
- 0 19:05:18 T Mhm! Okay. Gut, ich danke euch, die Zettel hätten wir ganz gerne behalten, und eh-...ihr werdet gebeten, noch zehn Minuten eure Zeit zur Verfügung zu stellen, um eins tiefer zu gehen, mit der-, jungen Dame hier.
- 0 19:27:23 T Ich danke euch, und-

Nach dem Gliederungssignal *Okay*, welches die Behandlung des Ansatzes «Wenn alles Hühner wären» von S1 definitiv abschliesst, geht der Lehrer in der letzten Minute des Lehr-Lerngespräches der Gruppe 1117 nochmals auf den von S2 zu Beginn vorgeschlagenen Lösungsweg ein, nämlich den Weg mit zwei Gleichungen und zwei Unbekannten. Er erwähnt nochmals die Kreative dieses Ansatzes, d. h. er bezeichnet diesen Lösungsweg als denjenigen von S2, (Min. 18:40 *und so wie es die eh [S2] hier stehen hat, hätten wir es auch machen können*), bevor er kurz und bündig darauf eingeht, wie dieser Lösungsweg zu rechnen gewesen wäre (*und dann hätten wir es so machen müssen, wie vorhin, das heisst wir hätten hier hier die na-, zum Beispiel nach X und nach Y aufgelöst, hätten das dann hier oben eingesetzt und dann hätten wir entsprechend was rausgekriegt.*). Speziell zu betonen ist, dass dieser Rechnungsweg bisher noch von keinem einzigen Gesprächsteilnehmendem dieser Gruppe, also weder von den Lernenden

noch vom Lehrer, so vollständig geäußert worden ist. Dennoch nutzt der Lehrer jetzt die Gelegenheit, auch diesen Lösungsweg zu verbalisieren und hofft vermutlich, den Lernenden damit wieder in Erinnerung zu rufen, was sie *vor langer Zeit schon mal gemacht* hätten (Min. 19:02).

7.4.2.3 Fallkommentierung und Einbezug der Kontextinformationen

Die Schüler und Schülerinnen und ihr Verhalten einzeln betrachtet

Im nächsten Unterkapitel werden die einzelnen Lernenden mit ihren unterschiedlichen Rollen in Bezug auf die Autonomiegrade ihrer Fachbeiträge nochmals getrennt voneinander zusammenfassend dargestellt. Zudem werden ihre Resultate der zusätzlichen Aufgabe beschrieben und in Bezug gesetzt zu den beiden Lösungsvarianten in der Kleingruppenunterrichtssituation und zu ihrem individuellen Beitrag, welchen sie in der Entwicklung der Lösungsschritte eingebracht haben.

Schülerin S1 bringt beim ersten Lösungsansatz keine Kreatoräußerungen, aber für den Ablauf des Lehr-Lerngespräches sind ihre Äußerungen insofern bedeutsam, als sie mehrmals nachfragt, so z. B. in Min. 05:07 auf den schriftlichen Vorschlag von S2, *Das sind die Karnickel () // (nicht) ?*. Durch ihre Nachfrage wird der Ansatz des Lösungsweges dann von S2 verbalisiert. S1 ist auch diejenige, welche ihre Unsicherheiten äußert (in Min. 06:04 S1: *Also das verstehe ich, ja klar, aber das da unten?*), was auch wieder eine Verbalisierung ist und zu einer genaueren mündlichen Erklärung führt. Beim zweiten Lösungsweg (ab Minute 13:00 bzw. 15:00), bringt S1 sehr viele Kreatoräußerungen ein, welche auch zum mathematischen Ergebnis führen, was als erstes von S1 gesagt wird. Zu Beginn dieses Lösungsweges (Min. 15:50 T: *So, [S1] du bist der Sache doch ziemlich auf der Fährte, komm!*) muss der Lehrer S1 dazu auffordern oder ermuntern, ihre Gedanken zu äußern. Danach übernimmt sie zunehmend die Verantwortung für die Lösungsfindung und erklärt den Weg dorthin viermal auf eine immer detailliertere Weise.

Lösungsweg und Resultate der zusätzlichen Aufgabe der Schülerin S1
Die Transferaufgabe lautete folgendermassen:

Kinderwagenaufgabe 2:

In einem Kindergeschäft sind Kinderwagen mit drei und solche mit vier Rädern ausgestellt. Es gibt auch einen Zwilling-Kinderwagen mit 6 Rädern. Total sind es 23 Kinderwagen mit insgesamt 81 Rädern.

Das Aufgabenblatt der Schülerin S1 zur zusätzlichen Aufgabe sieht so aus (Abbildung 7.13):

23 Kinderwagen = - 1 Zwilling's Kinderw.	
81 Räder = - 6 Räder	
22 Kinderwagen	
75 Räder	
22 KW mit 3 Rädern	
= 25 Kw mit 3 Rädern	
	3 Räder
	4 Räder
alle 22 KW 4 Räder = 18.75	
22-18,75 = 3.25	
45	
28 42	
33	
Lösung = Kinderwagen mit 3 Rädern = 13 (39 Räder)	
Und Kinderwagen mit 4 Rädern = 9 (36 Räder)	
Ich habe die Lösung durch probieren herausbekommen	

Abbildung 7.13 Aufgabenblatt der Schülerin S1 von 1117 (Nr.111718)

Der erste Schritt der Problemlösung von Schülerin S1 besteht darin, dass sie «den Zwilling'skinderwagen» wegzählt, sowohl bei der Anzahl Kinderwagen als auch bei der Anzahl Räder. Der zweite aufgeschriebene Gedanke kann vermutlich als Übertragung des Lösungsweges „Wenn alles Hühner wären“ gedeutet

werden, denn sie schreibt *alle 22 KW 4 Räder* hin. Das würde dem Ansatz „alle 35 Tiere sind Hühner“ entsprechen. Was sie dann genau berechnet, ist unklar, denn wenn alle 22 Kinderwagen 4 Räder hätten, dann wären es 88 Räder.³⁹ Schülerin S1 versucht vermutlich, den von ihr in der Gruppenlektion mehrfach erklärten Lösungsweg zu übernehmen, merkt aber selbst, dass irgendetwas nicht stimmt bzw. dass das so nicht aufgeht oder ein Fehler darin steckt. Sie kommt am Schluss jedoch auf das richtige Ergebnis, fügt jedoch an, dass sie die Lösung durch Probieren herausbekommen hat. Sie ist die einzige Lernende aus dem gesamten Datensatz, welche schriftlich explizit in Worten formuliert, wie sie auf die Lösung gekommen ist. Schülerin S1 erhält nach dem Punkteraster 3 Punkte: einen Punkt für das Wegzählen des Kinderwagens und 2 Punkte für das korrekte Ergebnis (vgl. 6.5.3).

Schülerin S2 wird nach der vier Minuten dauernden Stillphase, in der die Lernenden die Aufgabe lesen und sich Gedanken machen sollen, vom Lehrer dazu aufgefordert, ihre Ideen zu äussern (Min. 4:06 S2: *Ja. Also es müssen eigentlich siebenunddreissig Tiere sein, und...ja-, ...und die Weinbergschnecken, die haben halt keine Beine, soweit ich das weiss, {lacht}. Und {lachend} und deswegen muss man die Beine halt durch die Kaninchen und durch die Hühner-... sozusagen teilen, ja, // das heisst, das sind dann- insgesamt nur noch, also es sind dann fünfunddreissig Kaninchen und Hühner.*) und ihr Lösungsblatt so hinzulegen, dass die anderen Lernenden ihre aufgeschriebenen Gleichungen sehen können (Min. 04:47 T: *Gut, eh-, wie könnten wir jetzt da weiter...vorgehen, [S2] hat hier schon irgendwas mit Gleichungen angefangen, *könntest du*, könntest du das mal so legen*). S2 ist folglich für den Inhalt des ersten eingeschlagenen Lösungsweges verantwortlich und bringt sehr viele und korrekte Kreationen. Sie ist sich aber ihrer Sache nicht sicher genug und kann ihren Weg nicht selbstständig bis zum Ergebnis führen.

Lösungsweg und Resultate der zusätzlichen Aufgabe der Schülerin S2

Das Aufgabenblatt der Schülerin S2 zur zusätzlichen Aufgabe sieht so aus (Abbildung 7.14):

Der erste eingeschlagene Lösungsweg, nach dem Abziehen des Zwillingekinderwagens ist, dass die Schülerin S2 eine Gleichung aufstellt: Sie versucht

³⁹ Wenn alle 22 Kinderwagen 4 Räder hätten, dann wären es 88 Räder; das wären 13 Räder zu viel, denn in der Textaufgabe steht, dass es $81 - 6 = 75$ Räder sind: $88 - 75 = 13$. Daraus folgt, dass die angenommenen 13 Kinderwagen mit 4 Rädern eben keine vier Räder haben, sondern nur 3, dann wären es 13 Räder weniger. Es hat somit 9 Kinderwagen mit 4 Rädern, da $22 - 13 = 9$. Man könnte also auch die zusätzliche Textaufgabe mit diesem Lösungsweg berechnen.

Abbildung 7.14

Aufgabenblatt der Schülerin
S2 von 1117 (Nr.111707)

22 Kinderwagen mit 75 Rädern.
 $3y + 4x = 75$ 22

$75:3 = 25$ -> Bei drei Rädern
 $75:4 = 18.74$ -> Bei 4 Rädern
 $22 - 18.75 = 3.25$

~~$150:3 = 50$~~
3-Räder = 13 (39 Räder)
4-Räder = 9 (36 Räder)

~~$25 \cdot 1/3 : 4 = 4$ Räder~~
 ~~$= 2 \cdot 1/12$~~

ihren eigenen Weg, welchen sie schon in der Gruppensituation vorgeschlagen hat bzw. erklären musste. Sie geht wiederum, gleich wie sie es bei der Kopf-Beine-Aufgabe gemacht hat, zuerst von den Beinen bzw. Rädern aus. Die Terme der Gleichung sind auch korrekt: $3y + 4x$ kann die Anzahl der Räder ausdrücken, wenn man y für die Anzahl der 3rädriigen Kinderwagen und x für die Anzahl der 4-rädriigen Kinderwagen setzt. Die Schülerin S2 weiss aber nun in der zusätzlichen Textaufgabe nicht (mehr), ob $3y + 4x$ gleich 75 oder 22 ist. Sie rechnet nicht mehr mit der Gleichung weiter.

Sie dividiert nun 75 durch 3, was 25 dreirädriige Kinderwagen ergibt. Es lässt sich vermuten, dass die Schülerin S2 den Lösungsweg „wenn alles Hühner bzw. wenn alles dreirädriige Kinderwagen wären“ einschlagen will, denn sie berechnet auch, wie viele 4-rädriige Wagen es wären, wenn alles 4-rädriige Kinderwagen wären⁴⁰. Das korrekte Ergebnis der zusätzlichen Textaufgabe steht auch auf dem Blatt von Schülerin S2, aber auf welchem Weg sie darauf gekommen ist, ist nicht klar. Die von ihr eingeschlagenen Wege führen auf jeden Fall nicht zum Ziel. Die Schülerin S2 erhält nach dem Analyseraster 3 Punkte: 2 Punkte für das korrekte Ergebnis und einen Punkt für das Wegzählen des Kinderwagens (vgl. 6.5.3).

Schüler S3 bringt einzelne Kreationen ein. Er kann z. B. die Gleichung, welche S2 aufgeschrieben hat, bestätigen und erklären (Min. 05:22:11, S3: *Das ist (soweit) richtig. T: Was genau ist richtig? S3: Dass...die Tiere mit vier Beinen,*

⁴⁰ So herum gerechnet funktioniert dieser Lösungsweg leider nicht. Man muss, wie oben beim Aufgabenblatt von S1 schon erklärt, die Anzahl der 3-rädriigen (oder eben 4-rädriigen) Kinderwagen, also die 22, multiplizieren, um auf die Anzahl der Räder zu kommen.

plus die Tiere mit zwei Beinen, insgesamt vierundneunzig Beine haben.). Der Schüler S3 bringt in Nebengesprächen mit seinem Banknachbarn S4 auch einzelne Ideen ein, welche im Grunde genommen als Kreationen gezählt werden können, aber diese sind oft unverständlich und werden im Lehr-Lerngespräch nicht aufgenommen oder fertig diskutiert. Beim zweiten Lösungsweg, welcher von der Schülerin S1 verantwortet wird, spielt der Schüler S3 für den Verlauf des Lehr-Lerngesprächs funktional eine sehr zentrale Rolle, da durch sein mehrfaches Nachfragen dieser Lösungsweg mehrfach und immer detailliert von S1 erklärt wird.

Lösungsweg und Resultate der zusätzlichen Aufgabe des Schülers S3

Schüler S3 ist der einzige dieser Tutoringgruppe, welcher bei der zusätzlichen Aufgabe nicht auf das korrekte Ergebnis kommt. Das Aufgabenblatt von Schüler S3 zur zusätzlichen Aufgabe sieht so aus (Abbildung 7.15):

$81 - 6 = 75$ $3x + 4x = 22$ $6 \cdot 4 + 17 \cdot 3$ <p>Es sind 6 Wagen mit 4 Rädern und 17 mit einem.</p> $6 \cdot 4 + 17 \cdot 3 + 6 = 81$
--

Abbildung 7.15 Aufgabenblatt des Schülers S3 von 1117 (Nr.111715)

Der erste Schritt im Lösungsprozess von Schüler S3 besteht darin, dass er die 6 Räder des Zwillingsskinderwagens von der Gesamtanzahl der Räder abzieht. Danach schreibt er eine Gleichung auf, unterscheidet aber leider nicht zwischen x und y , d. h. er verwendet die gleiche Variable für zwei unbekannte Zahlen, nämlich für die unbekannte Anzahl der dreirädrigen und der vierrädrigen Kinderwagen. Nach dem Gleichheitszeichen seiner Gleichung steht die Anzahl der Kinderwagen und nicht diejenige der Räder, obwohl er die 75 ja einmal richtig berechnet hat. Der Schüler S3 erhält nach meinem Punkteraster 0.5 Punkte für die korrekte Summe der Räder der drei- und vierrädrigen Kinderwagen (vgl. 6.5.3).

Schüler S4 sagt im Vergleich zu den anderen Lernenden sehr wenig. Die Betrachtung des Videos liefert keine Deutungshoheit über das Mitdenken und Mitkommen von Schüler S4. Beim ersten Lösungsweg macht er in Minute 06:34 eine Kreationen und schlägt eine andere Gleichung vor: *() wir können ja X hoch zwei nehmen und für Hühner X*. Die anderen Lernenden gehen darauf ein

und verteidigen diese Gleichung, bis dann der Lehrer einschreitet und die Lernenden darauf aufmerksam macht, dass diese Gleichung nicht stimmen kann. S4 sagt weder bei der Verteidigung seiner Gleichung noch nachher etwas zu seinen weiteren Gedanken. In Minute 12:15 kommentiert der Lehrer dieses Verhalten: *Das heisst, der [S4] der-...rechnet jetzt vor sich hin.* Beim zweiten Lösungsweg sagt S4 auch nicht viel, aber seine zwei Äusserungen während der Erklärung von S1 für S3 zeigen an, dass er auch da mitdenkt. (Min. 17:34:14, S4: *halbe Kaninchen*⁴¹ und Min. 17:56:05, S4: *Anstatt fünfunddreissig Hühner // machst du () -*). Inwiefern S4 einen oder beide Lösungswege ansatzweise verstanden hat, wird nicht ganz klar. Sein Aufgabenblatt zur zusätzlichen Transferaufgabe könnte etwas Klarheit bringen.

Lösungsweg und Resultate der zusätzlichen Aufgabe von Schüler S4

Das Aufgabenblatt von Schüler S4 zur zusätzlichen Aufgabe sieht so aus:

Abbildung 7.16

Aufgabenblatt des Schülers
von 1117 (Nr.111717)

23	$3x + 4x$	1. 6
81		
$81 - 6 = 75 \text{ R}$		
	4	
	3	
	22 K	
<i>[ein paar Berechnungen.</i>		
<i>Der Schüler löst durch probeln]</i>		
A: Es gibt Kinderwagen mit 3 Räder = 13		
Mit 4 Rädern = 9 mit 6 = 1		

Schüler S4 kommt durch Probieren auf das richtige Ergebnis. Er erhält nach dem Punkteraster 3 Punkte: 2 Punkte für das richtige Ergebnis und einen Punkt für das Wegzählen des Zwilling-Kinderwagens bei der Anzahl der Räder und der Wagen (vgl. 6.5.3). Sein Arbeitsblatt zur zusätzlichen Aufgabe enthält keinerlei schriftliche Spuren zu den Lösungswegen, welche in der Gruppensituation besprochen wurden.

Als Fazit für die Gruppe 1117 in Bezug auf die zusätzlichen Aufgaben kann gesagt werden, dass drei der vier Lernenden auf die richtigen Lösungen kommen.

⁴¹ Für die Situationsanalyse der Textaufgabe ist es bedeutsam, dass die Hühner in Bezug auf die Anzahl Beine halbe Kaninchen sind. Die Äusserung ist zentral, um dem Schüler S3 zu erklären, wieso man aus den 24 übrigen Hühnerbeinen Kaninchen machen kann.

Alle Lernenden lösen die Textaufgabe durch Probieren (oder versuchen, sie durch Probieren zu lösen). Die beiden Schülerinnen probieren zuerst je ihre «eigenen» Wege, welche sie in der Tutoringsituation vorgeschlagen oder verantwortet haben. Das Aufgabenblatt von Schülerin S2 lässt auch die Vermutung zu, dass sie sich zusätzlich über den anderen Weg, welcher besprochen wurde, Gedanken macht. Ohne Unterstützung des Lehrers kommen aber beide Lernenden nicht zu einem Ergebnis, sie schlagen deshalb schliesslich den Lösungsweg durch Probieren ein.

Zum Schluss soll in Bezug auf die Verantwortungsübernahme der Lernenden nochmals bemerkt werden, dass der Lehrer (fast) immer die Lernenden dazu auffordern muss, ihre Gedanken zu äussern. Es dauert sehr lange, bis die Gruppe sich inhaltlich findet und wirklich gemeinsam einen Lösungsweg bespricht; dies ist erst ab Minute 16:45 der Fall, als S3 von sich aus S1 bittet, ihr Notizblatt zu zeigen. Dem Lehrer scheint es jedoch wichtig, dass die Lernenden selbst gemeinsam eine Lösung finden, denn er hält sich mit seiner Unterstützung stark zurück, auch dann, als S2 – bereits in Minute 4 – zwei korrekte Gleichungen aufgestellt hat, die nur hätten gelöst werden müssen. Dies hat die Mikroanalyse des Lehr-Lerngespräches ergeben. Im Interview über die 1:4-Situation schildert der Lehrer, was ihm wichtig war. Auf die Frage zur Sitzordnung sagt er, *sie sollten (2) eh, kooperieren, sie sollten das eigentlich in der Vierergruppe machen, und dann ist das so, ehm, am einfachsten. Das war es.* (Interviewauszug LP 1117). Da der Datensatz (vgl. Abschnitt 6.1) eine Multi-Method-Analyse erlaubt, werden im folgenden Unterkapitel Interviewauszüge betrachtet.

Interviewaussagen der Lehrkraft 1117

Nach der Mikroanalyse und der Interpretation des Lehr-Lerngespräches werden nun Aussagen des Lehrers untersucht, welche mit mittels eines Leitfadenterviews erhoben wurden⁴². Als erstes geht der Lehrer auf die ihm gestellte

⁴² Zur Erinnerung: Die Aufforderung seitens der Interviewperson war folgende: Und zwar wie angekündigt würde ich nach jeder tutoriellen Situation gern eine kurze Reflexion mit Ihnen durchführen und zwar derart, dass ich Ihnen hier vier Fragen vorlege und Sie bitte, darauf zu antworten, ohne dass ich weitere Zwischenfragen stelle, dass Sie einfach, ehm, der Reihe nach zu den Fragen sagen, was Ihnen einfällt, soviel Sie Lust haben und wenn alles gesagt ist, einfach aufhören (Beginn des Interviews mit Lehrkraft 1225, Einleitung der Interviewerin). Die fünf Leitfragen wurden den Lehrpersonen schriftlich vorgelegt. Es waren die folgenden: Beschreiben Sie, was Ihnen an der vorangegangenen tutoriellen Situation besonders aufgefallen ist. Was haben Sie gedacht und gefühlt? Was war ihr Eindruck vom Verstehen der Schülerinnen und Schüler? Haben Sie ihr Ziel erreicht? Beschreiben Sie, warum Sie diese Sitzordnung gewählt haben. (Hugener, Pauli, & Reusser, 2006, S. 255).

Leitfrage, was ihm besonders aufgefallen sei, auf die unterschiedliche Kommunikationsart der Jungen und der Mädchen ein (vgl. dazu Interviewauszug 1117.1).

Interviewauszug 1117.1

T: Okay, gut, ja, was mir aufgefallen ist, ist vor allen Dingen die unterschiedliche Kommunikation zwischen den Jungs und den Mädchen, also die Jungs eh, haben grosse Schwierigkeiten, die Dinge, die sie sich selbst überlegen, eh, jemandem mitzuteilen. Ehm, selbst wenn sie dann nachgefragt werden, wie, wie der [S3], der hier bei mir gegessen hat, was hast du dir gedacht, ja das hat er vergessen. Ehm, das ist bei den Mädchen anders gewesen. Die haben gleich ganz anders eh, auch miteinander kooperiert, die haben auch zusammen angefangen, eh, gleich mal zu kucken. Und bei den Jungs hat sich das dann so langsam rumgesprochen. Die Jungs waren im Prinzip zur Kommunikation kaum, zur aktiven Kommunikation kaum fähig (Interviewauszug 1117, erste Antwort des Lehrers).

Der Lehrer geht zuerst auf die soziale Interaktion ein und lobt die Mädchen, weil sie sofort miteinander kommuniziert haben (*miteinander kooperiert, die haben auch zusammen angefangen, eh, gleich mal zu kucken*) und auch so kommunizieren können, dass der oder die Gesprächspartnerin es versteht, wohingegen die Knaben gar nicht zur Kommunikation fähig sind (*[...]also die Jungs eh, haben grosse Schwierigkeiten, die Dinge, die sie sich selbst überlegen, eh, jemandem mitzuteilen. [...]. Die Jungs waren im Prinzip zur Kommunikation kaum, zur aktiven Kommunikation kaum fähig.*).

Danach geht er auf den Lösungsweg «wenn alles Hühner wären» ein und sagt, dass er selbst diesen Weg sehr mag, aber eigentlich doch lange gezögert hat, ihn einzubringen (vgl. dazu Interviewauszug 1117.29).

Interviewauszug 1117.2

Ich hab halt eben dauernd gedacht, eh, sollten wir hier diesen formalen Weg machen, oder probierst du mal was ganz anderes, weil ich diese Lösung einfach so toll finde, dass die halt eben unformal geht, und dass man sich das so schnell vorstellen kann. Die Kinder gehen natürlich dran, weil sie gewohnt sind, in der Regel im Mathematikunterricht irgendetwas zu formalisieren, und eh dann nicht so, eh mit dem gesunden Menschenverstand dranzugehen, oder mit solchen Ideen, obwohl ich natürlich schon versuche, das im Mathe-Unterricht entsprechend zu fördern (Interviewauszug 1117.2).

Interessant an dieser Aussage ist, dass der Lehrer den zweiten Lösungsweg persönlich lieber mag und sich schon lange überlegt hat, ob er ihn einbringen will. Es war nicht (nur) eine Notlösung, weil die Lernenden mit der Gleichung nicht

klargekommen sind. Er war froh, dass S1 seinen *Ball mit den lauter Hühnern* aufgenommen hat (vgl. dazu Interviewauszug 1117.3).

Interviewauszug 1117.3

Also [S1] hat meinen, meinen Ball mit den eh, lauter Hühnern sofort aufnehmen können und hat eh, auch diese, diesen Abstraktionsschritt eh, vollziehen können, dass man ja schliesslich nur zwei Beine an ein Huhn machen muss, um ein Kaninchen zu erhalten (Interviewauszug 1117.3).

Dann bemerkt er, dass er erstaunt war, dass S3 so lange nachgefragt hat, und bewundert, dass S1 ihm den Weg so geduldig erklärt hat (vgl. dazu Interviewauszug 1117.4).

Interviewauszug 1117.4

Und eh, was ich wiederum gut fand, als ich vorher von aktiver Kommunikation gesprochen habe, die bei den Jungs fehlt, dass der [S3] wirklich auch so lange nachgefragt hat, bis er es verstanden hat, und sie auf der anderen Seite es aber auch so geduldig erklärt hat, immer eh, wieder und immer ein bisschen anders, eh, bis er es verstanden hat (Interviewauszug 1117.4).

Danach geht er auf die beiden anderen Lernenden ein. In Bezug auf den Schüler S4 sagt er nicht viel, nur, dass er als Lehrer auch nicht genau weiss, wie viel S4 verstanden hat, und dass die Textaufgabe den Schüler wohl auch gar nicht so sehr interessierte (vgl. dazu Interviewauszug 1117.5).

Interviewauszug 1117.5

Bei dem [S4] kann ich es jetzt nicht so genau sagen, ehm, ich denke aber, ja, er hat die, die Grundidee auf jeden Fall, ehm, auch verstanden, aber er war auch nicht so aktiv, oder eh, vielleicht war er auch ein bisschen abwesend, jetzt nach dem sechsstündigen Schultag, ehm, dass ihn das jetzt auch nicht mehr so stark interessiert hat (Interviewauszug 1117.5).

Von Schülerin S2 lobt er deren Vorschlag zur formalen Lösung, beklagt aber, dass sie ein Problem mit den Variablennamen hatte. Die Mikroanalyse des Lehr-Lerngesprächs hat ergeben, dass nicht so sehr S2 das Problem mit den Variablennamen hatte, sondern eher die anderen Lernenden. Der Lehrer betont, dass es wichtig ist, immer genau die Bedeutung der Variablen aufzuschreiben.

Interviewauszug 1117.6

Eh, [S2] wiederum, ehm, hat, hat das, hat auf der einen Seite als erste die richtige formale Lösung, oder, ehm, den f-, den richtigen formalen Ansatz gehabt, aber hier auch wieder, ähnlich wie bei, bei der eins zu eins Schülerin, das Problem mit den Variablenamen. Das ist für mich noch mal eine wichtige, eh, Sache immer noch mal drauf zu achten, dass man bei solchen Aufgaben sich immer wieder aufschreibt, die Variable X bedeutet das, die Variable Y bedeutet das, weil das eben, eh, wirklich, eh, das Grundlegende zum weiteren Arbeiten und zum Verständnis ist (Interviewauszug 1117.6).

Auf die Frage, ob er sein Ziel erreicht hat, findet er einerseits, dass ja, denn die Lernenden haben die Aufgabe mit dem Weg „wenn alles Hühner wären“ (selbstständig) gelöst. Andererseits findet er, dass die Lernenden schon sehr Mühe gehabt hätten mit der formalen Lösung (vgl. dazu Interviewauszug 1117.7).

Interviewauszug 1117.7

Das ist, ehm, ein Ziel habe ich insofern erreicht, als die Kinder darauf angesprungen sind auf meinen Impuls (mithin), mit den siebzig Kaninchen, eh, oder mit den fünf- unddreissig (2), eh, Hühnern, genau, und eh, (3) das, das ist okay. Ich hätte eigentlich gedacht, sie würden mit der formalen Lösung schneller umgehen, deshalb hatte ich auch diese, diese mittlere Aufgabe gewählt gehabt. [S2] sagte ja auch vorhin, dass wir, ehm, sowas ähnliches schon mal gemacht hätten. Also Kopf-Beine-Aufgaben, die sind ja relativ üblich, aber, eh, im Grunde ist halt eben auch diese Unterrichtseinheit rum, und, eh, obwohl es vorhin aufgewärmt worden war, scheint es doch, eh, stärker () [gegangen zu sein, als man das immer so hofft (Interviewauszug 1117.7).

Die Lektüre des gesamten Interviewtranskriptes hat aufgezeigt, dass der Lehrer sich über alle vier Lernenden äussert. Er erwähnt einige Punkte, die bei der Mikroanalyse des Lehr-Lerngespräches aufgefallen sind, z. B. das mehrmalige Nachfragen von S3. Der Lehrer äussert sich zudem über die unterschiedlichen Lösungswege. Für ihn sind sie gleichwertig. Der Weg „wenn alles Hühner wären“ ist für ihn nicht per se schlechter, weil man dazu keine formale Lösung braucht (keine Gleichung). Auffallend – aber passend zum Vorgehen des Lehrers im Lehr-Lerngespräches – ist insbesondere, dass er die Interaktionsart thematisiert: Sie ist ihm wichtig. Es ist ihm wichtig, dass die Lernenden ihre Gedanken austauschen und auch dazu fähig sind, zu formulieren, was sie gerade denken. Dies formuliert er auch in der Eröffnung des Lehr-Lerngespräches (Min. 00:29, T: *So, ich hab eine kleine, kurze Aufgabe für euch, schaut sie, [...] schaut sie euch bitte erst mal so an, und denkt mal drei vier Minuten selbst drüber nach, und wenn ihr meint, ihr wolltet was dazu sagen, dann sagt ihr das*).

7.4.2.4 Synthese des Falles 1117

Nach der detaillierten Mikroanalyse des gesamten Lehr-Lerngesprächs der Gruppe 1117 und dem Hinzuziehen weiterer Datenquellen wie die Aufgabenblätter zur zusätzlichen Aufgabe und das Interview mit der Lehrperson werden zentrale Erkenntnisse basierend auf den Dimensionen und Kriterien für die Fallanalyse (vgl. 6.6) zusammengefasst. Die Kleingruppenunterrichtssituation von Gruppe 1117 dauert zwanzig Minuten. Sie widmen sich der Aufgabe Nr. 2. und besprechen zwei Lösungswege nacheinander, wobei der erste Lösungsweg nicht fertig besprochen wird. Sie sitzen am Gruppentisch, doch das vom Lehrer gewünschte gemeinsame Erarbeiten eines Problemlöseprozesses stockt des Öfteren, bis es dann dem Lehrer nach dem Wechsel des Lösungsweges gelingt, einer Schülerin die Verantwortung für die Lösung und die Erklärung des Lösungsweges zu übergeben.

In Bezug auf die Schriftlichkeit fällt auf, dass der Lehrer zu Beginn implizit auf die Wichtigkeit des Notizenmachens aufmerksam macht (Min. 00:09:24, T: *So...okay, nehmt euch bitte einen Stift*). Er kontrolliert auch die individuellen Arbeitsblätter (z. B. Min. 04:32:27, T: *Okay, das steht hier beim [S3] auch, fünf- unddreissig Tiere mit Beinen, genau. Und beim [S4] steht das auch, und bei [S1] ist das auch okay*). Im Vergleich zur Lehrerin der Gruppe 1205 wird etwas weniger auf das korrekte Notieren der einzelnen Lernenden geachtet, jedoch dienen die Arbeitsblätter bei beiden Lösungswegen als schriftliches Anschauungsmaterial, also als Wandtafelersatz. Für den ersten Lösungsweg ist es das Blatt von S2 (Min. 04:47, T: *[...] [S2] hat hier schon irgendwas mit Gleichungen angefangen, *könntest du*, könntest du das mal so legen, dass die Jungs das auch sehen können? [S2 bewegt ihr Blatt leicht nach vorne.]*) Für den zweiten Lösungsweg ist es das Blatt von S1, von dem der Schüler S3 erwartet, dass es ihm den Weg erklärt (Min. 16:45:22, S3: *Dreh mal um! [...] Ich möchte das auch sehen... Zeig mal bitte, was du gemacht hast!*)

Die fachdidaktische Analyse kann so zusammengefasst werden, dass zuerst der Lösungsweg mit einem linearen Gleichungssystem angedacht wird, also derjenige mit zwei Variablen und zwei Gleichungen. Die Idee dazu stammt von der Schülerin S2, welche jedoch selbst nicht sicher ist, ob der Weg funktionieren wird. Der Lehrer steigt gerne auf den Vorschlag von S2 ein (vgl. Transkriptauszüge 1117.4 bis 1117.6.). Da allerdings die anderen Lernenden nicht mit diesem Lösungsweg klarkommen (sie stellen wenig Nachfragen und äussern sich generell wenig dazu) und folglich das Fortschreiten im Aufstellen der Gleichungen bis in Minute 8 nicht von allen Lernenden, sondern höchstens von S2 verstanden wurde (vgl. Transkriptauszug 1117.6 im Teil Mikroanalyse), wird dieser Lösungsweg im polylogenen Lehr-Lerngespräch von der Lehrperson abgebrochen. In der

zweiten Hälfte dieser Kleingruppenunterrichtssituation (Min. 13:00 bis 18:39) wird ein anderer Weg eingeschlagen: Der Lehrer initiiert den Ansatz «wenn alles Hühner wären» und begleitet die Lernenden in einem fragend-entwickelnden polylogischen Gespräch von zweieinhalb Minuten so weit, bis er glaubt, dass eine Schülerin den Weg verstanden hat (Min. 15:48, T: *So, [S1], du bist der Sache doch ziemlich auf der Fährte, komm!*). Mit dieser Äusserung gelingt es dem Lehrer nun, die Verantwortung für diesen Lösungsweg an die Schülerin S1 zu übergeben. Sie erhält mit der Unterstützung des Lehrers das korrekte Ergebnis und kann den Weg den anderen Lernenden erklären, sogar ohne Unterstützung des Lehrers. Zum Schluss wird vom Lehrer nochmals kurz auf den Lösungsweg mit zwei Variablen und zwei Gleichungen eingegangen: Die Lernenden wissen nun, dass mehrere Lösungswege zum Ergebnis führen können.

Das interaktionale Vorgehen im Lösungsprozess wird zu Beginn vom Lehrer folgendermassen geplant und für die Schüler und Schülerinnen formuliert: Die Lernenden sollen sich die Textaufgabe ansehen und sich danach dazu äussern (Min. 00:46, T [...] *und wenn ihr meint, ihr wolltet was dazu sagen, dann sagt ihr das*). Es soll eine gemeinsame fachliche Gruppendiskussion entstehen. Die Schüler und Schülerinnen äussern sich relativ schnell zu ihren Gedanken (vgl. Min. 01:34 S3: *Du! {flüsternd}, das sind ja zusammen 35 Tiere*), allerdings des Öfteren nur leise und nur zu einem von ihnen ausgewählten Gesprächspartner oder Partnerin: Schüler S3 spricht oft zum Schüler S4 und auch die Mädchen besprechen öfters etwas kurz untereinander. Man muss dabei stets bedenken, dass die Gruppenzusammensetzung vom Lehrer bestimmt worden ist, und dass die Situation, eine Textaufgabe als Gruppenarbeit mit Lehrpersonenunterstützung zu lösen, neu für die Lernenden ist.

Über den gesamten Gesprächsablauf betrachtet, finden dennoch im Vergleich zu den anderen Tutoringsituationen sehr viele Gruppendiskussionen statt, die hier in dieser Studie als aktive Polyloge bezeichnet werden (vgl. Abschnitt 6.5.4). Der Lehrer ermuntert die Lernenden nämlich immer wieder, sich auszutauschen (z. B. Min. 00:01:39:03, T: *Ihr dürft ruhig lauter sprechen, dann kriegt man das auch mit, // also!* Min. 03:49:25, T: *So, vielleicht ist jetzt eine gute Gelegenheit, dass wir schon mal so die Denkansätze uns eh- austauschen. Mag jemand *etwas* zu seinen Überlegungen sagen?*). Ohne die ständige Intervention des Lehrers mit solchen oder ähnlichen Äusserungen wären die Interaktionen höchstwahrscheinlich sehr träge verlaufen und die Lernenden hätten wohl eher versucht, in vermehrter Stillarbeit oder Partnerarbeit die Aufgabe zu lösen. Betrachtet man ein Beispiel für solch aufmunternde Lehrerausserungen zum Gedankenaustausch (z. B. Min. 11:28:21, T: *Meint ihr, dass wir diesen Ansatz weiterverfolgen sollten, oder eh-, gibt es da noch ganz andere Möglichkeiten da ranzugehen? Lohnt sich das //*), so

kann vermutet werden, dass die Schüleräußerungen nicht (nur) deswegen harzen, weil die Schüler und Schülerinnen kein Interesse am Austausch haben, sondern weil sie inhaltlich mit dem von der Schülerin S2 vorgeschlagenen Lösungsweg nicht klarkommen: Sie sind fachlich überfordert und steigen deshalb nicht auf den Lösungsweg von S2 ein, obwohl der Lehrer es für einen wertvollen Ansatz hält (Min. 08:44:04, T: *Ist ein interessanter Ansatz jetzt hier.*). Der fachliche Inhalt des Gesprächs spielt eine zentrale Rolle dafür, ob die gemeinsame Interaktion laufen kann. Da es dem Lehrer wichtig ist, dass die Lernenden selbstständig gemeinsam einen Lösungsweg finden, bemüht er sich während fast fünf Minuten (nämlich von Min. 08:40 bis Min. 13:00, vgl. Transkriptauszug 1117.7 im Teil Mikroanalyse), ein gemeinsames Gespräch über den Lösungsweg mit zwei Variablen in Gang zu bringen. Weil ihm das nicht gelingt, schlägt er, wie oben gesagt, einen anderen Lösungsweg vor, in dessen Verlauf es dann zu vielen Peerinteraktionen kommt: Die Häufigkeitsauszählung echter Peersequenzen hat ergeben, dass 31 % der Schüleräußerungen eine Reaktion auf eine andere Schüleräußerung sind, was im Vergleich zum gesamten Datensatz recht hoch ist (vgl. Abschnitt 7.3.2). Der Gesprächsablauf der ganzen Gruppenunterrichtssituation ist in beiden Qualitätsdimensionen, fachlich-fachdidaktisch und interaktionsbezogen, sehr aufschlussreich.

7.4.3 Fall 1225: T: „Und jetzt, wie wärs bei ihr, können wir helfen, wie wirs- machen müsst, ohne-ohne zweite Variable?“ – Zwei Lösungswege parallel

7.4.3.1 Situierung des Falles 1225 und Rahmeninformationen

Situierung des Falles 1225

Die Gruppe 1225, bestehend aus einem Lehrer mittleren Alters und zwei Schülern (S1 und S3) und zwei Schülerinnen (S2 und S4), löst die Aufgabe Nummer 2 in 17 Minuten. Sie sitzen an einem Gruppentisch und der Lehrer hat zwischen den Lernenden S2 und S3 Platz genommen⁴³. Jede/r Lernende hat ein Aufgabenblatt vor sich (vgl. Abbildung 7.17). Die prozentuale Verteilung sowohl der Turns als auch der Wörter zwischen dem Lehrer und den Lernenden entspricht ungefähr dem Durchschnitt dieses Datensatzes: Der Lehrer spricht 55 %

⁴³ Im Vergleich zur vorher beschriebenen Gruppe 1117 fällt auf, dass die Lernenden nicht «geschlechtergetrennt» nebeneinandersitzen, sondern dass jeweils ein Knabe neben einem Mädchen sitzt.

der Turns und 73 % aller Wörter⁴⁴. Dies entspricht auch dem allgemeinen Forschungsstand. Empirische Studien haben festgestellt, dass die Lehrperson zwischen 60 % bis 80 % der Äusserungen bzw. der Wörter spricht (vgl. z. B. Pauli & Lipowsky, 2007; vgl. 4.3). Diese Gruppe ist folglich nicht wegen besonderer Partizipationsformen und Interaktionsstrukturen, sondern wegen der fachlichen Problemlöseprozesse für eine detaillierte Analyse ausgesucht worden. Das Besondere am Fall 1225 ist, dass beide Lösungsvarianten mit Gleichungen vollständig durchbesprochen werden, und zwar parallel zueinander. Die Schülerin S4 probiert mit Unterstützung des Lehrers, und teilweise auch mit Unterstützung der ganzen Gruppe, nur mit einer Variablen auszukommen. Die anderen Lernenden haben sich für den Lösungsweg mit zwei Variablen entschieden. Die Problemlösevorgänge aller Lernenden vollziehen sich teilweise in stiller Einzelarbeit, teilweise mit lehrergesteuerter Unterstützung. Dieses Scaffolding (vgl. Abschnitt 3.1.1) des Lehrers wird, wenn man auf die Partizipation aller Teilnehmenden achtet, auch regelmässig zu einem aktiven Polylog ausgeweitet (vgl. Abschnitt 6.5.4), so dass etliche Sequenzen des Lehr-Lerngespräches als fachliche Diskussionen oder Diskussionsversuche⁴⁵ zwischen fast allen oder allen Gesprächsteilnehmern bezeichnet werden können. Achtet man jedoch auf die fachliche Interaktion zwischen den Peers ohne Lehrpersonenbeteiligung, also auf die «echten» Peerinteraktionen, so hat die Häufigkeitsaufzählung ergeben, dass diese Gruppe (nur) auf 9 % kommt (vgl. Abschnitt 7.3.2).

Rahmeninformationen des Falles 1225

Fettgedruckte Angaben sind aussergewöhnlich in Bezug auf die anderen Gruppen.

Aufgabe Nr. 2: Kopf-Beine-Aufgabe

⁴⁴ Dieses Lehr-Lerngespräch umfasst 288 Turns, was einer mittleren Turn-Rededichte im Vergleich mit dem Gesamtsample entspricht: Pro Minute werden im Schnitt 15 Turns gesprochen; der Range aller Situationen im Datensatz bewegt sich zwischen 8 und 24 Turns pro Minute. Es werden aber gesamthaft sehr viele Wörter gesprochen: Die Wörterdichte ist mit 142 Wörtern pro Minute sehr hoch. Der Range der Wörterdichte pro Minute des gesamten Forschungssamples entspricht 62 bis 144 Wörtern (vgl. Tabelle 7.4).

⁴⁵ Der Begriff „Diskussionsversuche“ ist bewusst gewählt: Der Lehrer öffnet das Gespräch zum Lösungsweg von S4 für alle Lernenden, aber es gelingt ihm nicht, die anderen Lernenden dazu zu bringen, sich fachlich substanziell zu äussern. Sie nehmen zwar am Gespräch teil, sagen aber nur Stichworte, welche für S4 inhaltlich keinen oder nur wenig Fortschritt bringen (vgl. Transkriptauszug 1225.12).

*In einem Gehege sieht Livia Kaninchen, Hühner und zwei Weinbergschnecken.
Alle Tiere zusammen haben 37 Köpfe und 94 Beine.*

Dauer: 17 Minuten, 288 Äusserungen

Redeverteilung Turns: LP: SS = 55 %: 45 %,

Redeverteilung Wörter: LP: SS = 73 %: 27 %

Teilnehmende: zwei Mädchen (S2, S4), zwei Knaben (S1, S3), Lehrer (T)

Lösungswege in der Tutoringsituation: **X (von S4) und XY (von S1, S2 und S3)**

Lösungswege in der zusätzlichen Aufgabe: (S1 – S4): xy – xy – xy – xy

Korrektes Ergebnis in der zusätzlichen Aufgabe (S1 – S4): ja – nein – ja – nein

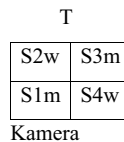
Antwortsatz in der zusätzlichen Aufgabe: (S1 – S4): Lösung ohne Antwortsatz, aber inkl. Probe – nein – Lösung ohne Antwortsatz, aber inkl. Probe – nein

Punkte zusätzliche Aufgabe: (S1 – S4): 6 – 4 – 6 – 3, LP: 19

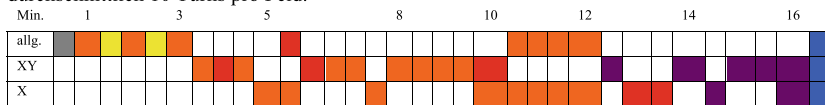
Punkte Notizblätter (S1 – S4): 6 – 6 – 6 – 6, LP: 24 Punkte

Echte Peersequenzen: 9 %

Setting: Gruppentisch



Zeitstrahl der Aufgabenanalyse nach den Lösungswegen aufgeteilt. Die Gruppe äussert durchschnittlich 10 Turns pro Feld.



Legende: Textverständnis, Situationsanalyse, Mathematisierung I, Mathematisierung II, Ausrechnen, Antwortsatz, Rückblick, Schriftlichkeit



Abbildung 7.17 Die Teilnehmenden der Gruppe 1225: S1, m, im karierten Hemd; S2, w; Lehrer; S3, m, dunkler Pullover; S4, w, schwarzer Pullover

7.4.3.2 Hauptteil: Mikroanalysen

Anfangssequenzen: Informelle und formelle Eröffnungen

Die Analyse dieses Falles beginnt mit dem informellen Vorgespräch der Gesprächsteilnehmenden, weil schon die ersten zwanzig Sekunden Videobetrachtung und deren Analyse Eindrücke zu den Charakteren der Lernenden und der Stimmung, welche emotional in ihnen und zwischen ihnen herrscht, geben. Diese Sequenz ist mit der Klassenkamera (vgl. Petko, 2006) aufgenommen worden (T-1225-K-3.2) und im Transkriptauszug 1225.1 wiedergegeben. Die Lehrerkamera, von welcher die Timecodes in den Transkripten übernommen wurden, hat diese Anfangssequenz nicht gefilmt.⁴⁶ Aus diesem Grund stehen hier keine Timecodes.

⁴⁶ Das Kameraskript des Forschungsteams hat die Aufnahmen so geregelt, dass immer zuerst die Klassenkamera gestartet wurde und erst danach die Lehrerkamera. Zudem wurde die Regel vereinbart, dass die Kameras kurz vor Beginn des Unterrichts, also dann, wenn die ersten Schüler und Schülerinnen in den Klassenraum kommen, eingeschaltet werden, damit sicher beide Kameras laufen, wenn das Zeichen zur Synchronisation durch die Kameraleute gemacht wird. Dieses Zeichen zur Synchronisation gilt für die Lehrperson ebenfalls als Zeichen für den Beginn des Unterrichts (vgl. Petko, 2006). Das Forschungsteam betont in seinem Kameraskript deutlich, dass die Videos, welche für wissenschaftliche Zwecke

Transkriptauszug 1225.1

- T *{zur Kamerafrau}* Sie geben den Start, ja?
 T {lacht}
 SS {lachen}
 T Meine Damen und Herren, ich begrüße Sie zur Pressekonferenz.
 S1 Ja, guten Tag. Also zuerst mal was ...
 S4 Hmm, [S1] {ironisch} [*Sie hält ihre Hände vor den Kopf*]
 S3 [S1] {ironisch}
 T *{zur Kamerafrau}* Ok?

Alle fünf Gesprächsteilnehmende sitzen bereit für die Kleingruppenunterrichtssituation und warten auf den offiziellen Start, das Zeichen der Kamerafrau. Der Lehrer und die Schüler und Schülerinnen lachen, was als Zeichen ihrer Nervosität gedeutet werden kann. Die Leserschaft soll sich nochmals ins Bewusstsein rufen, dass diese Kleingruppenunterrichtssituation nur zu Forschungszwecken und auf Wunsch des Forschungsteams gemacht wurde, dass somit sowohl der Lehrer als auch die Lernenden vor einer neuen Lehr-Lernsituation stehen. Auch die Tatsache, dass sie dabei gefilmt werden, ist für die Teilnehmenden ziemlich neu. Aus diesem Grund ist die erste Bemerkung des Lehrers an die Lernenden, dass sie Teilnehmende einer Pressekonferenz sind, sehr passend gewählt. Seine Bemerkung ist als Auflockerung für die Wartesituation gedacht, doch sie situiert den emotional gefühlten Rahmen treffend: Sie sind jetzt wichtige Persönlichkeiten. Die Anredeform des Lehrers an die Lernenden widerspiegelt dies, denn er spricht die Schüler und Schülerinnen mit *meine Damen und Herren* an. Der Schüler S1 nimmt sofort die Bemerkung des Lehrers auf. Er begrüßt die fiktiven Zuhörer und tut so, als ob er die Pressekonferenz thematisch beginnen will (*Also zuerst mal was ...*). Dies kann so interpretiert werden, dass der Schüler S1 sicher kein scheuer Schüler ist und sich selbst für redigewandt hält, denn wer sonst würde sich trauen, bei einer Pressekonferenz das erste Wort zu ergreifen. Die Schülerin S4 reagiert mit ironischem Ton, was so interpretiert werden kann, dass sie nicht erstaunt ist, dass S1 sich diese Rolle zutraut. Sie hält es für typisch für ihn. Auch

auswertbar sein sollten, mit einer gemeinsamen und standardisierten Methode gefilmt werden müssen, damit vergleichbare Datenquellen aufgenommen werden (vgl. Petko, 2006). Da in diesem Kapitel jedoch eine Fallanalyse eines Einzelfalles gemacht wird, ist es durchaus sinnvoll, auch zufällige Aufnahmen miteinzubeziehen, welche gefilmt wurden, bevor der Unterricht offiziell begann.)

der Schüler S3 schliesst sofort an die Bemerkung von S4 an und reagiert sehr ähnlich. Die Mitschüler und Mitschülerinnen kennen S1 und reagieren entsprechend ihrer Kenntnisse über seinen Charakter.

Die Filmaufnahmen der Lehrerkamera beginnen mit der ersten fachbezogenen Äusserung des Lehrers (Min. 00:01 im Transkriptauszug 1225.2), welche er mit dem Gliederungssignal *Also* startet. Dieses fungiert als Diskusmarker bzw. hier als Startzeichen und markiert einen klaren Übergang vom Alltagsgespräch/Pausengespräch zum ernsthaften mathematischen Lehr-Lerngespräch.

Transkriptauszug 1225.2

- 1 00:00:01 T Also, ich habe es euch wieder kopiert, es ist eine Aufgabe, die auch nicht so wahnsinnig kompliziert ist. [*Der Lehrer verteilt während der Äusserung die Aufgabenblätter an die Lernenden*]
- 1 00:10:06 S4 ()
S1 {lacht}
- 1 00:16:28 T {zu S1} Warum *lachst du*?
- 1 00:20:18 S1 Die Aufgabe *ist* genial.
- 1 S4 Ja, [S1], dann rechne sie mal

Nach dem Aussprechen eines Gliederungssignals und dem Verteilen der Aufgabenblätter an die vier Lernenden verfolgt der Lehrer vermutlich die pädagogische Absicht, die Schüler und Schülerinnen zu motivieren, indem er behauptet, dass die Aufgabe nicht so wahnsinnig kompliziert sei⁴⁷. Seine erste Aussage ist, *Also, ich habe es euch wieder kopiert, es ist eine Aufgabe, die auch nicht so wahnsinnig kompliziert ist* (Min. 00:01, T). Die Lernenden lesen den Text und S1 lacht dabei. Der Lehrer nimmt das Lachen wahr und fragt nach, was den Schüler S1 dazu anspornt, die Aufgabe zu kommentieren: *Die Aufgabe *ist* genial* (Min. 00:20, S1). Man bedenke, dass S1 ein Schüler ist, welcher die Aufgabe lösen und nicht kommentieren soll. S4 versucht ihn wieder auf den Boden der Realität zurückzuholen (S4: *Ja, [S1], dann rechne sie mal*). Der Lehrer geht sofort auf die Schüleräusserungen ein (Min. 00:27), indem er sie so deutet, dass die Lernenden keine weitere Denkzeit mehr benötigen. Er bringt ein weiteres Gliederungssignal ins Lehr-Lerngespräch ein und eröffnet mit einer offenen Frage die Debatte, wie man die Aufgabe lösen könnte. Diese Sequenz wird im Transkriptauszug 1225.3 wiedergegeben und analysiert.

⁴⁷ Je nach Interpretation der einzelnen Lernenden könnte diese Lehrpersonenaussage auch negativ konnotiert sein, in dem Sinne, dass die Lehrperson sagt, dass er ihnen nur eine nicht so komplizierte Aufgabe zutraut.

Erste Lösungsidee und erste Debatte über ein Situationsmodell der Aufgabe

Im Transkriptauszug 1225.3 sind die Äusserungen der nächsten eineinviertel Minuten wiedergegeben, in denen die Variablen X und Y eingebracht und eine erste Situationsanalyse der Mathematikaufgabe gemacht wird.

Transkriptauszug 1225.3

- 00:27:13 T **Also**, habt ihr schon Ideen?
- 3.1a 00:28:19 S1 Mhm [ja], Köpfe X, Beine Y.
- 3.1a 00:32:11 T Was Köpfe, was heisst Köpfe X?
- 2c 00:34:23 S3 Köpfe von allen Tieren zusammen. Anzahl der Köpfe.
- 2c 00:38:06 S4 Ja, jedes Tier hat ja nur einen Kopf.
- 2c 00:40:09 S3 Ja, deshalb könnten sie eigentlich auch gleich sagen, // dass es siebenunddreissig Tiere sind.
- 2c S4 // dass es siebenunddreissig Tiere sind.
- 2c S4 Schnecken haben gar keine Füsse.
- S2 Ja.
- 2c 00:47:20 S1 He ja, *das ist* ja der Witz dabei.
- 2c 00:49:16 S4 Hasen vier und Hühner zwei.
- 3.1b 00:52:09 S1 Ja, das vierundneunzig geht nicht durch siebenunddreissig, //also muss man für Beine extra Variable machen.
- 2c S4 //geteilt durch sechs.
- 3.1c 01:02:00 T [zu S1] **Also langsam, noch einmal**, was *hast du* gesagt?
- 3.1c 01:03:25 S1 Also//
- 3.1c 01:04:13 T **//Was heisst Köpfe X?**
- 3.1c 01:05:12 S1 Also dass die Anzahl der gesamten Köpfe. Also siebenunddreissig Köpfe *ist* X.
- 3.1c 01:10:23 T Ja, aber warum **//nennst du das* X?**
- S4 //Ja warum?
- S2 //Das brauchst du nicht.
- 2c 01:12:20 S4 Dann *ist das* doch klar, dass das siebenunddreissig Tiere sind, *nicht*?
- 2c 01:16:10 S1 Stimmt eigentlich.
- 2c 01:18:14 S4 *Ein* Huhn hat ja eigentlich nur einen Kopf.
- 2c 01:20:05 T Bitte?
- 2c 01:20:20 S4 *Ein*Huhn hat //eigentlich nur einen Kopf.
- 2c 01:21:17 T //Huhn hat nur einen Kopf. Schnecken haben, *glaube ich*, auch nur einen Kopf. Kaninchen? Auch nur einen Kopf.

2c S4 /A(nzahl)/siebenunddreissig Tiere.

3.1c 01:34:17 T **Also** X gleich siebenunddreissig bringt nicht sehr viel. Was, eh, X nennen wir immer das, was wir nicht wissen.

Der Lehrer eröffnet die gemeinsame Aufgabenanalyse, wohl vermutlich auf Grund der (vor)schnellen Bemerkung von S1 in Minute 00:27, schon nach einer knappen halben Minute⁴⁸. S1 bringt seine Idee ein, Variablen einzusetzen, und ordnet diese auch schon zu: *Mhm [ja], Köpfe X, Beine Y* (Min. 00:28, S1). Der Lehrer fragt nach mit der Äusserung *Was Köpfe, was heisst Köpfe X?* (Min. 00:32), worauf zwei andere Lernende antworten. S3 und S4 „erklären“ dem Lehrer, warum S1 den Begriff *Köpfe* genommen hat. Ihre Antworten gehen auf die Unterscheidung von S1 in *Köpfe* und *Beine* ein (Min. 00:34 bis Min. 00:49) und nicht auf die Zuteilung von X und Y. Es ist anzunehmen, dass dies geschieht, weil die Lehrperson zweimal das Wort *Köpfe* sagt und nur einmal die Variable X erwähnt. S3 verfeinert die Angabe von S1, *Köpfe X*, indem er mathematisch korrekt betont, dass es die *Anzahl der Köpfe* ist, und S4 ergänzt noch, dass *jedes Tier nur einen Kopf* hat. Dies ist für diese Aufgabenstellung von Bedeutung und wird vom Lehrer später in Minute 01:21 nochmals klar wiederholt, mit leicht spöttischem bzw. humorvollem Ton. Der Lehrer wird damit zum Paraphrasierer für die korrekte Äusserung von S4. Durch ihre sich gegenseitig bestätigten Äusserungen bewegt, erläutern sowohl S3 als auch S4, dass *es zusammen 37 Tiere sind* (Min. 00:40). Dies besagt auf implizite Weise schon, dass es dafür gar keine Variable braucht, was S1 aber nicht sofort bemerkt. Es folgt eine ausführliche Erklärung dieser mathematischen Tatsache erst in Minute 01:02 bis Minute 01:34.

Betrachten wir die erste Minute der Aufgabenbesprechung noch etwas detaillierter, denn es können weitere zwei Deutungen in die Analyse einbezogen werden. Die Intonationen der Äusserungen von S3 und S4 in den Minuten 00:34 und 00:38 muss so interpretiert werden, dass S3 und S4 hier versuchen, dem Lehrer die Äusserung von S1, *Köpfe X*, zu erläutern. S3 und S4 merken selbst erst danach aufgrund ihrer Erläuterungen in Minute 00:40, dass die Aussage von S1, *Köpfe X*, keinen Sinn macht. Die Intonation in Minute 00:40 ist ganz anders und S4 geht dann auch gleich auf die *Beine* ein mit der Aussage, dass Schnecken keine Füsse haben. Diese Stelle kann als Beispiel dafür dienen, dass Sprechende während des Sprechens weiterdenken und inhaltsbezogene Fortschritte machen.

Ein anderer Aspekt ist sequenzanalytisch ebenso be(ob)achtenswert, besonders in Gesprächen mit mehreren Teilnehmenden, nämlich die Frage, worauf sich ein

⁴⁸ Die Gruppe 1117 beginnt erst in Minute 4 mit der gemeinsamen Besprechung ihrer Ideen. Das ist eine völlig andere Ausgangslage.

einzelner Turn in der Gesprächssequenz bezieht: auf alles vorher Gesagte oder nur auf den direkt davorliegenden Turn? Grundsätzlich haben alle Gesprächsteilnehmenden alle vorhergehenden Äußerungen gehört oder hören können. Beim Lesen eines Textes – wie auch beim Verfassen – geht man davon aus, dass der nachfolgende Satz aufgrund des Vorwissens aus allen vorhergehenden Sätzen verstanden wird (vgl. Thema – Rhema). In gesprochenen Texten kann das ganz anders sein. Der Kohärenzbezug des folgenden Turns beruht nicht zwingend auf allem vorher Gesagten, sondern öfters nur auf dem direkt vorhergehenden Turn⁴⁹. Dafür ist die Äußerung von S1, *He ja, *das ist* ja der Witz dabei*. in Minute 00:47 ein gutes Beispiel. Für S1 ist der Witz der Aufgabe (an dieser Stelle), dass die *Schnecken keine Füße haben*, was S4 soeben gesagt hat. Auf die Tatsache, dass es 37 Tiere sind, geht er hier nicht ein, auch in seiner nachfolgenden Äußerung nicht. Diesen Teil des Gespräches ignoriert S1 völlig bzw. diese Information ist an S1 vorbeigegangen. Deshalb entschleunigt der Lehrer den inhaltlich-mathematischen Gesprächsablauf nochmals: *Also langsam, noch einmal, was *hast du* gesagt?* (Min. 01:02, T). Er will damit auf den Sinn des Einsetzens von Variablen eingehen⁵⁰.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass der Beginn der gemeinsamen mündlichen Aufgabenbearbeitung sich in dieser Gruppe im aktiven Polylog vollzieht. Der Lehrer fragt bei S1 nach, aber die anderen Lernenden partizipieren ebenfalls: Zuerst macht S3 eine Elaboration der Äußerung von S1 (Min. 00:34). Dann stellen S3 und S4 den Vorschlag von S1 richtig. Sie haben nun nach eineinhalb Minuten gemeinsam herausgefunden, dass *Köpfe X* nicht viel bringt. Auch S1 hat das verstanden (Min. 01:16 S1 *Stimmt eigentlich*). Der Lehrer zeichnet für die Lenkung und Entschleunigung des Fachgespräches verantwortlich. Er macht das mit einem nachfragenden *teacher move*, so dass die Lernenden substanzielle Inputs zur Problemlösung gemeinsam entwickeln können. Es sind die Lernenden,

⁴⁹ Der Kohärenzbezug kann auch in einem weiter vorne gesagten Turn begründet liegen oder in den Gedankengängen des Sprechers, welche sich unabhängig von der letzten Äußerung entwickelt haben können.

⁵⁰ Ein weiteres Beispiel dafür, dass sich ein Turn nicht auf das genau Vorhergehende beziehen muss, ist dieses: S4 geht in Min. 00:49 nicht auf den Witz von S1 ein, sondern spricht ihren Gedankengang zu Ende, indem sie auch die Anzahl Füße der Hasen und Hühner aufzählt. S4 zählt die Anzahl Füße zusammen und kommt auf sechs (geteilt durch sechs). S1 geht in seinem Turn nicht darauf ein, sondern nimmt nur das Element Anzahl Beine auf (*94 geht nicht durch 37*). S1 und S4 sprechen in Min. 00:57 überlappend, was auch aufzeigen kann, dass jeder seine Gedanken äussert, ohne einen direkten Bezug zum Gesagten der anderen Teilnehmer zu machen.

welche Kreatormoves machen (oder machen können).⁵¹ Der Lehrer fasst das jetzt vorhandene Wissen in Min. 01:34 zusammen (T: *Also X gleich siebenunddreissig bringt nicht sehr viel*) und spezifiziert es noch (*Was, eh, X nennen wir immer das, was wir nicht wissen.*). Dann stellt er eine genaue weiterführende Frage, wie im Transkriptauszug 1225.4 zu sehen ist. Es entsteht wiederum ein aktiver Polylog mit allen Lernenden. Diesmal geht es um die Zuordnung der Variablen.

Zuordnung der Variablen

Transkriptauszug 1225.4

- 01:34:17 T Also X gleich siebenunddreissig bringt nicht sehr viel. Was, eh, X nennen wir immer das, was wir nicht wissen.
- 2b T Was wissen wir eigentlich nicht?
- 2b 01:37:08 S1 Die Anzahl der Tiere – eh -
- 2b 01:39:10 S2 Die Anzahl der Kaninchen, der Hühner und der Schnecken.
- 2b 01:41:22 T Mhm [ja].
- 3.1 01:43:03 S2 **Dann** sind Kaninchen X, Hühner Y, Weinbergschnecken.
- 2c 01:47:04 S3 Ja, Weinbergschnecken kennen wir ja, zwei Stück, steht ja dabei.
S4 Stimmt.
- 2c 01:53:01 T Ja? Zwei Weinbergschnecken.
- 2c 01:56:03 S4 Ja, aber //*das ist*
- 2c 01:56:25 S3 //Das klappt.
- 3.1b 01:57:22 T Ja (), wie viele Unbekannte (haben wir denn)?
- 3.1b 01:58:28 S4 Ja, da brauchen //wir nur eine.
- 3.1b 01:59:24 S3 //Nur zwei.
- 3.1b 02:07:00 T Nur X?
- 3.1b 02:01:01 S4 Ja.
- 3.1b 02:01:18 T Warum nur X?
- 3.1b 02:02:17 S4 Es sind siebenunddreissig Tiere, zwei Weinbergschnecken, dann haben wir fünfunddreissig, und dann müssen wir noch rauskriegen, wie viele Kaninchen zum Beispiel es sind, und dann wissen wir wie
- 3.1b 02:09:01 S4 viele Hühner es sind.

⁵¹ S2 hat bisher keine eigenen Kreatormoves machen können, aber sie ist aufmerksam und beim Gespräch „passiv“ dabei. Das zeigt sich in Min. 00:40 und 01:10 (Imitator- und Paraphrasemove).

- 3.1b 02:09:22 T Aha, also könnten wir es mit ein-einer Variablen machen...Probieren wir's mal aus. {Zu S3} Also du kannst ja versuchen mit zwei. Was hast du als Zweites noch gedacht?
- 3.1b 02:18:26 S3 Ja, die Anzahl von Hühnern.

Dass man Variablen als Lösungsweg für diese Aufgabe nehmen kann, wie S1 schon ganz zu Anfang in Min. 00:28 vorgeschlagen hat, wird nicht diskutiert, sondern einfach angenommen. Der Lehrer bemerkt in Minute 01:34, dass den Lernenden – oder zumindest einem Lerner, nämlich S1 – die konkrete Bedeutung bzw. der Sinn des Einsetzens von Variablen nicht klar ist. Er definiert mit dem Satz in Min. 01:34 (*Was, eh, X nennen wir immer das, was wir nicht wissen*) die Bedeutung der Variablen als Platzhalter und fragt nach, was denn die Fragestellung dieser Aufgabe ist (*Was wissen wir eigentlich nicht?*). Die Schülerin S2 antwortet zuerst mit Worten (Min. 01:39, S2: *Die Anzahl der Kaninchen, der Hühner und der Schnecken*), bevor sie, nachdem der Lehrer die Wortformulierung mit *Mhm* bejaht hat, die Variablen zuteilt (Min. 01:43, *Dann sind Kaninchen X, Hühner Y, Weinbergschnecken.*). S2 schreitet hier, wenn man das Problemlösemodell (Reusser, 1989) zugrunde legt, vom episodischen Situationsmodell zum episodischen Problemmodell vor: Mit dem Verteilen der Variablen befindet sie sich schon bei der Mathematisierung der Problemstellung.

Interessant an diesem Abschnitt ist zudem, dass der Lehrer nicht auf die Äußerung von S1 eingeht, welcher als erster auf die Lehrerfrage antwortet. Der Schüler S1 spricht immer noch von der gesamten Anzahl der Tiere, obwohl er vorhin in Min. 01:16 eingesehen hat (*stimmt eigentlich*), dass man beim Zuteilen der Variablen nicht mit der Anzahl aller Tiere vorgehen kann. Der Lehrer und die anderen Lernenden gehen auf den Vorschlag von S2 ein und entwickeln ihn weiter (Min. 01:39 bis Min. 01:56): S3 bringt die genaue Anzahl Schnecken in das Gespräch ein, S4 stimmt zu, und S3 hält den Vorschlag von S2 für tauglich (Min. 01:56:25 S3: *Das klappt.*). Es handelt sich hier um ein gemeinsames Erarbeiten der Gruppe, eine Ko-Konstruktion dieses Lösungsschrittes. In Min. 01:57 stellt der Lehrer nochmals eine spezifische Nachfrage *Ja (), wie viele Unbekannte (haben wir denn)?*, woraus sich in den Antworten von S3 und S4 herauskristallisiert, dass man sowohl mit einer Variablen als auch mit zwei Variablen vorgehen kann.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass das Lehr-Lerngespräch in diesem Abschnitt lehrergesteuert vorgeht in Bezug auf den korrekten Aufbau der Lösungswege. Der Lehrer stellt Fragen und Nachfragen, welche die Lernenden

zum Vertiefen ihres Aufgabenverständnisses anregen. Die zentralen Erkenntnisse in Bezug auf die Lösungsschritte werden, hervorgerufen durch die Nachfragen des Lehrers, von den Schülern eingebracht.

Dass in diesem Lehr-Lerngespräch auf die Vorschläge der Lernenden eingegangen wird, zeigt sich in der Fortsetzung (vgl. Transkriptauszug 1225.5), was auch in den Abbildungen veranschaulicht wird (vgl. Abbildung 7.18).



Abbildung 7.18 Der Lehrer verteilt die unterschiedlichen Lösungsansätze auf die einzelnen Lernenden

Transkriptauszug 1225.5

- 3.1b 02:21:16 T Gut, dann probier das mal so, ja? [zu S4] Eh – ehm – du hast (drauf bestanden, dass man) mit einer auskommt.
[S3 ist auf Ihrem Blatt etwas am Wegwischen.] [zu S3] Du -ehm- ach so, eine Bitte, dass ihr nicht – eh- killert, ...
- 3.1b 02:31:25 T ... sondern wenn, dann überhaupt nur einklammert, ja? Das ist *eine* Bitte von mir.
- 3.1b 02:35:04 S3 Ja (ist gut. ()) //Beispiel.
- 3.1b 02:35:28 T //Ja, ist jetzt nicht schlimm, jaja. ()
- 3.1b 02:40:18 T Also, du [zu S3] kannst mal machen mit deiner Idee Xs und Ys, du [zu S4] kannst mit nur Xs probieren, ihr [zu S1 und S2] habt die Wahl.
- 3.1b 02:51:03 S1 [zu S2] Machen wir XY oder X oder Y?
- 3.1b 02:54:26 T Lass sie in Frieden. Mach mal selber.

Der Lehrer bestätigt die Ideen von S4 und S3 und akzeptiert beide als mögliche Lösungsansätze. Er bestimmt, dass der Schüler S3 es mit seiner Idee probiert und die Schülerin S4 mit ihrem Lösungsvorschlag. Es ist zu vermuten, dass der Lehrer so vorgeht, weil er als Experte die für eine weitere Diskussion spannende

Ausgangslage mit zwei Varianten von Gleichungen zum Lösen einer Aufgabe bewusst ergreift. Er sagt zwar, dass S4 *draufbestanden* hat, nur eine Variable zu nehmen (Min. 02:21), doch man kann die Aussage von S4 auch so verstehen, dass es einfach ihre erste Idee war und sie hat die Idee von S2 und S3, mit 2 Variablen vorzugehen, in Minute 01:56 noch nicht verstanden. Sie sagt *ja aber* (S3 Min. 01:56), was vieles bedeuten kann.

Die Aussagen von S1 und vom Lehrer am Schluss des Transkriptauszuges 1225.5 sind für die Auswahl der Sozialform dieses Lehr-Lerngesprächs entscheidend und zeigen klar die Hierarchieebene der Teilnehmenden auf: Der Lehrer setzt seine Idee der Sozialform (Einzelarbeit) durch. S1 will die Aufgabe gemeinsam mit S2 lösen und würde ihr sogar die Auswahl des Lösungsweges überlassen (Min. 02:51:03, S1: [zu S2] *Machen wir XY oder X oder Y?*), doch der Lehrer entscheidet, dass jeder Lernende die Aufgabe ab jetzt selbstständig lösen muss (Min. 02:54:26, T: *Lass sie in Frieden. Mach mal selber.*)

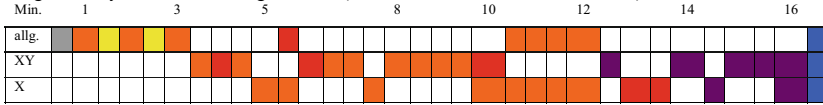
Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass nach der informellen (Stichwort *Pressekonferenz*) und formellen Gesprächseröffnung zuerst die Aufgabe gelesen wurde (und von S1 gleich kommentiert – *die Aufgabe ist genial* Min. 00:20). Dann folgten Abschnitte, welche sich auf den Beginn der Mathematisierung (Anzahl der Variablen und Verteilung dieser auf die Situation der Aufgabe) und das Situationsverständnis (*jedes Tier hat nur einen Kopf/Schnecken haben keine Füße* Min. 00:34/00:38) der Textaufgabe bezogen. All dies ist in der Form eines aktiven Polyloges mit allen Gesprächsteilnehmern erarbeitet worden. Nun ab Minute 03:02 sollen die Lernenden die Aufgabe in Einzelarbeit lösen und zwar mit zwei unterschiedlichen Lösungswegen: Die Schülerin S4 versucht die Aufgabe nur mit einer Variablen zu lösen, während die anderen Lernenden (S1, S2 und S3) den Lösungsansatz mit zwei Variablen wählen.

Zeitlicher Ablauf der unterschiedlichen Lösungswege

Die beiden von den Lernenden eingebrachten Lösungswege mit einer Variablen (X) und mit zwei Variablen (XY) werden grundsätzlich schriftlich in Einzelarbeit gelöst. Es finden viele unterstützende Dialoge und Polyloge statt, obwohl die Hauptaufmerksamkeit der Lernenden auf ihr eigenes Arbeitsblatt gerichtet ist. Der Zeitstrahl der Aufgabenbesprechung 1225 zeigt auf, wie lange welcher Lösungsweg besprochen wird und wann im Gesamt Ablauf des Lehr-Lerngesprächs.

An der Grafik bzw. am Zeitstrahl erkennt man, dass der Lösungsweg mit einer Variablen in mehreren Sequenzen nicht nur von S4 (mit der Unterstützung der Lehrperson) besprochen wird, sondern dass auch die anderen Lernenden einbezogen werden. Daher ist die oberste Spalte mit „allg.“ im Sinne von allgemeines,

Aufgabenanalyse nach den Lösungsschritten (ca. 30 Sekunden = ca. 10 Turns = Feld)



Legende: Textverständnis, Situationsanalyse, Mathematisierung I, Mathematisierung II, Ausrechnen, Antwortsatz, Rückblick, Schriftlichkeit. Lösungsweg mit Variable X wird von S4, Lösungsweg mit den Variablen XY wird von S1, S2, S3 gewählt. allg. = polyloges Lehr-Lerngespräch mit allen Teilnehmenden.

Abbildung 7.19 Zeitstrahl der Gruppe 1225

d. h. polyloges Gespräch mit allen Lernenden beschriftet. Die Besprechung des Lösungsweges mit zwei Variablen geschieht teilweise in Einzelbesprechungen des Lehrers mit einem der Lernenden S1, S2, oder S3, also im Dialog, und teilweise im Polylog mit allen diesen Lernenden. Inwiefern S4 an der Besprechung des Lösungsweges mit zwei Variablen beteiligt ist, ist nicht klar ersichtlich. Sie äußert sich mündlich nicht, scheint aber öfters mitzudenken, wie die Betrachtung des gesamten Videos aufzeigt.

In Bezug auf die Lösungsschritte und deren Reihenfolge kann gesagt werden, dass wenig über das Situationsverständnis (d. h. ohne Bezug auf die Mathematisierung) gesagt wird (vgl. gelbe Felder in der Graphik) und dass die Lösungsschritte in der von der Theorie her erwarteten Reihenfolge gemacht werden. So kommt das Aufstellen der Gleichung vor dem Ausrechnen⁵² und dauert deutlich länger als das Ausrechnen. Es wird am Ende des Gespräches ein Rückblick gemacht, welcher jedoch sehr kurz ausfällt. Mit Blick auf das ganze Lehr-Lerngespräch muss besonders hervorgehoben werden, dass die beiden Lösungswege parallel zueinander besprochen werden. Der Lehrer muss folglich während der ganzen Gesprächszeit von 13,5 Minuten beide Lösungswege im Kopf haben und auf die einzelnen Schwierigkeiten der Schüler gleichzeitig eingehen können. Dies ist anspruchsvoll, gehört aber zum Alltag eines guten (und gut ausgebildeten) Mathematiklehrers. Besonders bemerkenswert ist jedoch, dass der Lehrer an zwei Stellen (und zudem auch im Rückblick) versucht, den Schülern und Schülerinnen beide Wege quasi simultan zu vermitteln (vgl. Min. 10:28 bis Min. 12:22). Die Lernenden sollen sowohl den Lösungsweg mit einer Variablen als auch denjenigen mit zwei Variablen verstehen.

⁵² Das scheint logisch, aber das Gesamtsample zeigt auf, dass durchaus auch anders vorgegangen werden kann. Einzelne Lernende von anderen Tutoringgruppen, oder auch diejenigen Lernenden, welche ohne Gleichung vorgehen, können durchaus anders vorgehen und sofort mit Rechnen beginnen.

Nun folgen einzelne Transkriptauszüge und Analysen, welche sich um das Aufstellen der Gleichungen drehen und einige Besonderheiten dieses Lehr-Lerngespräches aufzeigen. Der Lehrer beobachtet seine Lernenden bei der Einzelarbeit und sieht, wie die einzelnen Lernenden schrittweise vorgehen. Man erkennt im Video deutlich, dass der Lehrer sich nicht zurücklehnt, sondern die Lösungsvorgänge konstant aufmerksam verfolgt (vgl. Abbildung 7.20).



Abbildung 7.20 Gruppe 1225, Min. 03:25. Die Lernenden sind schriftlich mit ihrem Lösungsweg beschäftigt. Der Lehrer beobachtet den Lösungsvorgang jedes einzelnen Lernenden aufmerksam

Der Lehrer spricht regelmässig mit seinen Lernenden, um den Stand ihrer Lösungswege fortwährend einschätzen zu können und sie zu unterstützen, falls das nötig wäre. Der Transkriptauszug 1225.6 berichtet über die ersten zwei Minuten der «Stillarbeit».

Anfänge der schülereigenen Lösungswege

Transkriptauszug 1225.6

- 3.1c 03:02:10 T Also dann, siebenunddreissig die Gesamtzahl kennst du schon. Was
(zu *nimmst du* denn jetzt X?
S1)
- 3.1c 03:07:11 S1 Da *ist das Ding* wenn man nämlich XY macht, bekommt man
eine(LGS nachher.)
- 3.1c 03:11:19 T Das können wir machen.
- 3.1c 03:12:21 S1 (Ja, warum nicht gleich so?)
- 3.1c 03:14:10 T Ja, schreib mal auf.
- 3.1c 03:37:29 T Was *machst* du? X sind Kaninchen, Hühner Y, okay. Was weisst
(zu du denn über die Kaninchen und die Hühner?
S2)
- 3.1c 03:48:15 S2 X plus Y und dann fünfund-fünfunddreissig Köpfe.
- 3.1c 03:55:25 T [S1], was *hast* du da, wie weit *bist* du? X gleich ...
- 3.1f 03:59:13 S1 Ich hab X gleich Hasen und Y gleich Hühner, man könnte aber eins
machen, man könnte X Viertel – eh – gleich Hasen und X – eh – Y
halb gleich Hühner – eh – X Viertel – eh - *ist ein Hasenbein* und
Y halbe ...
- 3.1f 04:15:01 S1 ... ein Hühnerbein.
- 3.1f 04:16:17 T Was *meinst* du?
(zu
S3)
- 3.1f 04:17:09 S3 Macht's komplizierter.
- 3.1f 04:17:28 T () zumindest ein bisschen komplizierter. Was wäre dann X?
- 3.1f 04:21:05 S1 X wär ein kompletter Hase.
- 3.1f 04:23:07 T Moment, wenn X die Anzahl der Hasen *ist*, haben-dann haben
die ein Viertel //davon Beine.
- 3.1f 04:28:06 S1 //X.
- 3.1f 04:31:17 T Na, [S1], ich hab sechzehn Hasen, und die haben dann angeblich
nur vier Beine, ein Viertel.
- 3.1f 04:39:06 S1 Nein, X Viertel *ist* ein Hasenbein.
- 3.1f 04:42:00 T Also ist das X dann die Anzahl der Hasenbeine.
- 3.1f 04:45:03 S1 Ja.
- 3.1f 04:46:06 T Ah ja, okay, aber ich glaube, der hat recht hier, oder?
- 3.1f 04:50:11 S3 Das wär doch (umständlich) ...

- 3.f 4:51:20 T Wenn X die Anzahl der Viecher ist, wie sind dann die Anzahl der Hasenbeine?
- 3.2b T ...Okay, X plus Y gleich fünfunddreissig ist eine Lösung.
(zu
S2)

Die Lernenden sind mit ihrem individuellen Lösungsweg beschäftigt. Der Lehrer initiiert den Dialog mit dem Schüler S1 mit dem Satz *Also dann, siebenunddreissig die Gesamtzahl kennst du schon. Was *nimmst du* denn jetzt X?* (Min. 03:02). Er nimmt das Gespräch mit S1 thematisch genau dort auf, wo er das «individuelle» Gespräch mit S1 unterbrochen hat (vgl. Transkriptauszug 1225.3 Min. 01:05, S1: *Also dass Anzahl der gesamten Köpfe. Also siebenunddreissig Köpfe *ist* X.*). Dies zeugt von grosser didaktischer Kompetenz des Lehrers, denn dieser fehlerhafte Lösungsansatz von S1 wurde bereits im Polylog mit allen Lernenden besprochen und die Gruppe gesamthaft ist schon weiter fortgeschritten in Bezug auf den Lösungsweg. Betrachtet man jedoch die Partizipation der einzelnen Lernenden zur Erarbeitung der zwei Lösungsansätze im weiter oben besprochenen Transkriptauszug 1225.3, so hat S1 nichts dazu beigetragen. Der Lehrer nimmt folglich den Lernenden S1 genau an der Stelle auf, an der es im individuellen Lösungsweg von S1 passt: S1 hat sich damals nochmals auf die Anzahl der Köpfe berufen (vgl. Transkriptauszug 1225.3, Min. 01:37:08 S1: *Die Anzahl der Tiere – eh -*), der Lehrer ist damals nicht darauf eingegangen. Der Lehrer setzt nun dort an, wo sie nun als Gruppe angekommen wären, denn er wiederholt die mit «allen» Lernenden im Polylog erarbeitete Erkenntnis, um damit auch mit S1 weiterfahren zu können. Der Lehrer versucht so vorzugehen, dass S1 nicht nochmals auf seinen Irrweg zurückkommen kann.

Die beiden Reaktionen von S1 auf die Frage des Lehrers, was er als X nimmt (Min. 03:02 T: *Was *nimmst du* denn jetzt X?*) sind beide unerwartet: S1 antwortet nicht direkt, d. h. er sagt nicht, was man als X nehmen könnte, sondern erklärt mit einem Fachbegriff, was das Vorgehen mit Variablen bedeutet: *Da *ist das Ding* wenn man nämlich XY macht, bekommt man *eine* LGS nachher.* (Min. 03:07, S1). Der Lehrer bestätigt dies kurz und schlägt vor, dass S1 das einmal aufschreibt, worauf S1 mit undeutlicher, brummelnder Stimme vermutlich ausdrücken will, dass er schon lange auf diese Idee gekommen ist. Zu vermuten ist, dass S1 mit der Aussage *Ja, warum nicht gleich so?* (Min. 03:12:21) auf seine Äusserung in Minute 00:28 hinweist, wo er zwei Variablen vorgeschlagen hat. Dort sagte er nämlich *Mhm [ja], Köpfe X, Beine Y.* Dem Lernenden S1 ist die Idee, mit zwei Variablen vorzugehen sehr wichtig, aber über die Zuordnung der Variablen macht er sich nicht so viele Gedanken. Als der Lehrer in Minute 03:55 nochmals fragt,

was S1 für X genommen hat, bringt S1 die zuvor in der Gruppe gemeinsam erarbeitete Antwort: *Ich hab X gleich Hasen und Y gleich Hühner*, mit einem ausführlichen Nachtrag von S1, dass man auch anders vorgehen könnte: *man könnte aber eins machen, man könnte X Viertel – eh – gleich Hasen und X – eh – Y halb gleich Hühner – eh – X Viertel – eh – *ist ein Hasenbein* und Y halbe ein Hühnerbein*. Der Lehrer nimmt auch diesen zweiten Vorschlag von S1 ernst und gibt ihn zur Beantwortung an S3 weiter. S3 findet, dass dies den Lösungsansatz etwas komplizierter macht (Min. 04:17). Aus der interaktionalen Sicht ist zu diesem Abschnitt positiv zu bemerken, dass die „wilden“ Ideen von S1 aufgenommen und vom Lehrer und von S3 kommentiert werden. Aus fachdidaktischer Sicht weist der neue Lösungsansatz von S1 einen Denkfehler auf: S1 hat noch nicht verstanden, dass X die Anzahl der gesamten Hasen darstellt und nicht für einen einzigen Hasen steht. Dies versucht der Lehrer ihm von Minute 04:16 bis Minute 04:27 an einem konkreten Zahlenbeispiel zu erläutern. Da es in diesem Abschnitt des Lehr-Lerngesprächs um die individuellen Lösungswege der einzelnen Lernenden geht, ist es nicht verwunderlich, dass der Lehrer sich in einzelnen Dialogen – und nicht in Polylogen – abwechslungsweise an die verschiedenen Lernenden wendet. Neben der Unterstützung des Schülers S1 hat der Lehrer den eingeschlagenen Lösungsweg der Schülerin S2 schon zweimal betrachtet und sich sprachlich dazu geäußert (Min. 03:37:29 T: (zu S2) *Was *machst* du? X sind Kaninchen, Hühner Y, okay. Was weißt du denn über die Kaninchen und die Hühner? S2: X plus Y und dann fünfund-fünfunddreissig Köpfe*. [Dann Dialog mit S1] Min. 04:51 T: (zu S2) *...Okay, X plus Y gleich fünfunddreissig ist eine Lösung [T liest die von S2 aufgeschriebenen Notizen auf ihrem Papierblatt vor]*). Im Transkriptauszug 1225.7 geht es nun um den Lösungsweg der Schülerin S4.

Transkriptauszug 1225.7

[Notizblatt von S4 in Min. 05:

37 Köpf = 37 Tiere

(x = Kaninchen)

37 Tiere

2 davon sind Schnecken

35 Tiere sind noch übrig

X = Kaninchen]

- | | | |
|------|-------------|---|
| 3.1e | T (zu S4) | Und was hast du gemacht? X Anzahl der Kaninchen, und was *ist* dann |
| 3.1e | 05:02:10 T | die Anzahl der, was ist das andere, der-der Hühner? |
| 3.1e | 05:06:11 S4 | Ja, das will ich jetzt auch. |

31e	05:08:02	T	Hast du vorhin schon, glaube ich, gesagt.
3.1e	05:09:29	S4	Ja, wenn man das-die Kaninchen hat, dann hat man ja auch die Hühner. Aber ich weiss jetzt nicht wie -
3.1e	05:14:23	T	Wie du's aufschreibst?
3.1e	05:15:17	S4	(Wie ich es aufschreiben soll).
3.1e	05:16:06	T	Was <i>*hast du denn*</i> vorhin gesagt?
3.1e	05:18:09	S4	Man hat-man hat ja die zwei Schnecken, und dann hat man noch fünfunddreissig Tiere übrig.
3.1e	05:21:17	T	Richtig.
3.1e	05:22:05	S4	Und wenn man die Kaninchenanzahl hat, dann weiss man auch wie viele Hühner das sind.
3.1e	05:25:29	T	Ja, wie viele sinds denn?
3.1e	05:27:10	S4	Ja, das möchte ich ja noch rauskriegen.
3.1e	05:28:18	T	Angenommen du hast, eh, du hast fünf Kaninchen
3.1e	05:31:17	S4	Mhm.
3.1e	05:31:28	T	Wie viele?
3.1e	05:32:26	S4	Dann habe ich noch dreissig Hühner.
3.1e	05:33:27	T	Aha, wenn du sieben Kaninchen hast?
3.1e	05:36:14	S4	Achtundzwanzig Hühner.
3.1e	05:37:10	T	Wie rechnet man also das? Wenns X Kaninchen sind?
3.1e	05:40:02	S4	Einfach die-die fünfunddreissig minus die Kaninchen.
3.1e		T	Offensichtlich, ja ne?
3.1e		S4	Ah, ja.

Die Lernende S4 ist diejenige, welche den Lösungsweg mit nur einer einzigen Variablen machen will. Sie hat in Minute 05:00, als der Lehrer sie anspricht, auf ihrem Notizblatt ihr Situationsverständnis in Wortform aufgeschrieben (*2 davon sind Schnecken/35 sind noch übrig*). Sie ist nun daran, daraus eine Mathematisierung zu erstellen, stockt aber in diesem Prozess. Sie hat die Variable X definiert: *X = Kaninchen*. Der Lehrer fragt nun, was denn *die Anzahl [...] der Hühner* wäre, (Min. 05:02) und S4 antwortet, dass sie eben genau das jetzt ausrechnen will (aber nicht weiss, wie). Der Lehrer ermutigt S4, indem er sagt, dass sie das doch vorher schon gesagt hat (Min. 05:08). Nun gesteht S4, dass sie nicht weiss, wie sie weitermachen soll. Die Antwort des Lehrers, *Was *hast du denn* vorhin gesagt?* (Min. 05:16) kann man als impliziten Hinweis sehen, wie man in so einer Situation vorgehen soll: Man soll nochmals für sich selbst laut äussern, was man gedacht (und vorher eben auch schon gesagt) hat, denn dieses Vorgehen hilft für

die Problemlösung. Dieses Vorgehen erinnert an die Bedeutung der Sprache beim Lernen, was Vygotsky so formuliert: „[...] as soon as speech and the use of signs are incorporated into any action, the action becomes transformed and organized along entirely new lines. [...] it seems both natural and necessary for children to speak while the act. [...] Children not only speak about what they are doing; their speech and action are part of one and the same complex psychological function, directed toward the solution of the problem“ (Vygotsky, 1978, S. 24f). Der Lehrer möchte in dieser Sequenz von Min. 05:16, dass die Schülerin wiederholt, was sie gesagt hat, um sich ihrer eigenen Lösungsstrategie bewusst zu werden. Die Schülerin befolgt den Tipp des Lehrers (*und wenn man die Kaninchenanzahl hat, dann weiss man auch wie viele Hühner das sind.* (05:22:05 S4)). Sie kann die Lösung in (Alltags)wörtern schildern, weiss aber (noch) nicht, wie sie das in mathematischer Sprache, also in einem Term, ausdrücken soll. Daher bringt der Lehrer nun zwei Zahlenbeispiele, welche S4 auch sofort lösen kann. Dann fragt er explizit nach dem Rechnungsweg. *Wie rechnet man also das? Wenn's X Kaninchen sind?* (Min. 05:37:10 T). S4 weiss nun die Antwort, *Einfach die-die fünfunddreissig minus die Kaninchen* (Min. 05:40:02 S4).

In seiner nächsten Äusserung wendet sich der Lehrer explizit an alle Lernenden und macht einen kurzen mündlichen Vergleich der Lösungswege bzw. von dem, was die Lernenden dazu bisher aufgeschrieben haben (vgl. Transkriptauszug 1225.8 und die Notizen der Lernenden vgl. Abbildung 7.21).

Auf dem Notizblatt von S4 steht nun	Auf dem Notizblatt von S3 steht nun
„35-x = Anzahl der Hühner“	Anzahl von Hühnern: y x + y = 35

Abbildung 7.21 Notizen von S4, Lösungsweg x, und von S3, Lösungsweg xy

Transkriptauszug 1225.8

05:43:24 T So, ihr habt alle was anderes aufgeschrieben. X plus Y gleich fünfunddreissig. Im Grunde hatten wir's ja hier auch drin stecken. Y ist bei dir Anzahl der Hühner, dann ist Y gleich fünfunddreissig minus X.

Der Lehrer schaut immer wieder auf die individuellen Notizblätter aller Lernenden, bevor er mit dem Problemlösevorgang einen Schritt weiter geht.

Beingleichung (Min. 05:55 bis Min. 12:22)

Die Gruppe ist nun im Problemlösevorgang aus der Sicht des Lehrers so weit fortgeschritten, dass er den nächsten Lösungsschritt einleitet: *Gut, aber jetzt haben*

wir noch, eh, mehr Teilinformationen da drin. Was machen wir mit den Beinen? (Min. 06:00, T).

Diese Äußerung ist linguistisch klar markiert als neuer Abschnitt des Lehr-Lerngesprächs durch das Gliederungssignal (*gut*) und beinhaltet sowohl einen Hinweis auf den Problemlöseprozess (*mehr Teilinformationen da drin*) als auch auf das Situationsverständnis (*Beine*) bzw. – implizit – auf die zweite Gleichung (*Was machen wir mit den Beinen?*). Der Transkriptauszug 1225.9 zeigt diesen Einleitungssatz und die Reaktionen der Lernenden darauf.

Transkriptauszug 1225.9

- | | | | |
|------|-----------|----|---|
| | | T | Gut, aber jetzt haben wir noch, eh, mehr Teilinformationen da drin. Was machen wir mit den Beinen? |
| 3.2c | 06:03:19 | SN | ()
[Notizblatt von S3:
$x + y = 35$
$x + y = 94$] |
| 3.2c | 06:04:14 | T | Du (S3) hast geschrieben X plus Y gleich vierundneunzig. Was haltet ihr davon? X plus Y gleich vierundneunzig. |
| 3.2c | 06:11:08 | S1 | *Es verträgt sich nicht.* Weil Hasen vier Beine *haben* und Hühner nur mal zwei. Aber wie soll man das ausdrücken, man kann nicht vier X machen *sonst* hätte vier Ha – eh – sonst wären das vier. |
| 3.2c | 006:21:29 | S1 | Hasen und zwei Hühner, das geht nicht. Vier mal X// (). |
| 3.2c | 6:24:25 | T | // (*Hast du eine Ahnung*) was der meint?
(zu S2)
S3 Du hast recht.
(zu S1) |
| 3.2c | 06:30:10 | T | Also vier X geht nicht, sagt er. |
| 3.2c | 06:32:08 | S1 | Vier X sind vier *Hasen*, das rentiert sich *nicht*. |
| 3.2b | 06:35:00 | T | Moment, was *wollen wir* eigentlich? Wir wollen ja wissen, das eine haben wir ja aufgeschrieben, dass die Zahl der Hühner und der – und der – was ist das andere, der Kaninchen zusammen fünfunddreissig. Sind wir einverstanden, ja? Wir wissen doch, dass alle zusammen vierundneunzig Beine haben. |

Da keine/r der Lernenden nach dem Input des Lehrers in Bezug auf die weiteren Informationen die Initiative ergreift, seine/ihre weiteren Notizen oder Gedanken zur Fortsetzung des Lösungsweges kundzutun, bestimmt der Lehrer,

was besprochen werden kann. Er geht auf dasjenige ein, was er auf dem Notizblatt von S3 gelesen hat, und stellt es der Gruppe zur Diskussion: *Was haltet ihr davon? X plus Y gleich vierundneunzig.* (Min. 06:24 T). S1 ist damit nicht einverstanden. Seine Begründung ist für den Lehrer nicht nachvollziehbar. (Min. 06:24 T (zu S2) // (**Hast du eine Ahnung**) *was der meint?*). Der Lehrer möchte das Gespräch für alle öffnen und reagiert deshalb nicht selbst auf den Inhalt von S1.

S3 reagiert in Min. 06:24 auch auf die lange Aussage von S1 und sieht ein, dass seine Gleichung nicht stimmt (Min. 06:24, S3 zu S1 *Du hast recht.*). Dieser Gesprächsausschnitt kann aufzeigen, dass auch eine inhaltlich nicht klare und mathematisch nicht korrekte Aussage dennoch helfen kann, auf einen Fehler aufmerksam zu machen. S1 hat nämlich zu Recht die unterschiedliche Anzahl der Beine ins Gespräch eingebracht. S1 bringt des Weiteren die Idee ein, $4X$ zu nehmen (Min. 06:11, S1: *man kann nicht vier X machen*), aber er selbst lehnt seine Idee gleich wieder ab.

Der Lehrer nimmt diese aus mathematischer Sicht grundsätzlich gute Idee auf und will sie von den anderen Lernenden diskutieren lassen. *Also vier X geht nicht, sagt er.* (Min. 06:30 T). S1 ist definitiv der Meinung, dass es so nicht geht, denn er sagt es in Min. 06:32 nochmals: *Vier X sind vier *Hasen*, das rentiert sich *nicht**. Der Grund für dieses Fehlverständnis von S1 ist (immer noch), dass er die „Bezeichnung“ X für einen neuen Namen für Kaninchen hält bzw. nicht weiss, was genau eine Variable ist, und dass die Variable hier in dieser Aufgabe für die Gesamtanzahl aller Kaninchen steht. Dieses Fehlverständnis von S1 hat sich schon in der Sequenz ab Minute 03:55 gezeigt. Genaugenommen zeigte es sich wohl schon ganz zu Anfang, als S1 (unbewusst) die Gesamtanzahl der Köpfe von 35 mit X bezeichnen wollte.

Der Lehrer versucht in Minute 06:35 die Gedankengänge von S1 zu entschleunigen (*Moment*). Dazu wiederholt er den Wissensstand der Gruppe (*das eine haben wir ja aufgeschrieben, dass die Zahl der Hühner und der – und der – was ist das andere, der Kaninchen zusammen fünfunddreissig. Sind wir einverstanden, ja?* (Min. 06:35 T) und versucht, die Lernenden zum gemeinsamen Informationsstand zu den Beinen überzuleiten (*Wir wissen doch, dass alle zusammen vierundneunzig Beine haben.*) (Min. 06:45 T). Im Ablauf der nächsten Minute des Lehr-Lerngespräches kommen Schüler und Schülerinnen dann gemeinsam auf die zweite Gleichung. Diese Sequenz ist im Transkriptauszug 1225.10 nachzulesen.

Transkriptauszug 1225.10

- 3.1f 06:45:02 T Fünfunddreissig. Sind wir einverstanden, ja? Wir wissen doch, dass alle zusammen vierundneunzig Beine haben. Wie viel Beine haben die Kaninchen?
- 3.1f 06:54:07 S3 Vier.
- 3.1f 06:54:18 T Vier, jedes einzelne. Und alle Kaninchen?
- 3.1f 06:59:21 S1 X.
- 3.1f 07:16:00 T X also X ist die Zahl der Kaninchen, hat jedes ein Bein nur? Zahl der Kaninchen, dann ist die Zahl der Beine?
- 3.1f 07:08:16 T Zahl der Kaninchen durch Zahl der Beine.
- 3.1f 07:10:15 S3 X mal vier.
- 3.1f 07:11:29 T Warum?
- 3.1f 07:12:09 S3 Schwachsinn.
- 3.1f 07:12:26 T Warum Schwachsinn?
- 3.1f 07:14:15 S3 Ja, weil es dann vier mal die Anzahl der Kaninchen wäre.
- 3.1f 07:17:06 T Ja stimmt das?
- 3.1f 07:18:07 SN *Nein, das*//
- 3.1f 07:19:03 T //Wie viele Beine haben zwanzig Kaninchen? Entschuldigung.
- 3.1f 07:21:03 S Zwanzig Kaninchen haben achtzig Beine.
- 3.1f 07:23:20 T Fünfzig Kaninchen haben wie viel Beine?
- 3.1f 07:25:14 S3 *Zweihundert*.
- 3.1f 07:26:07 T Offensichtlich, ja? Jetzt ist das Problem aber, dass wir nicht wissen wie viel Kaninchen es sind. Wir nennens X.
- 3.1f 07:31:25 S1 Vier X stimmt schon, weil auf ein Kaninchen kommen ja vier Beine also, X *ist* vier mal quasi. Auf ein Huhn kommen zwei Beine, also zwei mal Y *ist* dann die Anzahl der Beine.
- 3.1f 07:45:29 T Dann notierst mal auf, jetzt schreibst mal dazu, ja? Bevor man...schreibt mal dazu, also wir haben (geschrieben), X ist die Anzahl Kaninchen, Y Anzahl der Hühner.

Dieser Lösungsweg zur Beingleichung mit zwei Variablen wird im aktiven Polylog erarbeitet. Der Lehrer bringt wiederum zwei Zahlenbeispiele, damit die Lernenden ihren Rechnungsweg nachvollziehen können. Er schliesst die Sequenz mit der Aufforderung ab, es zu notieren. Die Bedeutung des Verschriftlichens des Lösungsweges ist (auch) für diesen Lehrer zentral, denn er hat schon mehrmals solche Aussagen ins Lehr-Lerngespräch eingebracht (z. B. in Min. 03:14 *Ja, schreib mal auf.*). Die Verschriftlichung bleibt weiterhin wichtig, wie wir auch gleich im nächsten Transkriptauszug 1225.11 sehen werden. Dieser dreht sich um den Lösungsweg mit nur einer Variablen, den Lösungsweg von S4.

Transkriptauszug 1225.11

- 3.1f 07:45:29 T Dann notierst mal auf, jetzt schreibst mal dazu, ja? Bevor man...schreibt mal dazu, also wir haben (geschrieben), X ist die Anzahl Kaninchen, Y Anzahl der Hühner ...
- 3.1e 07:57:12 T ... beziehungsweise, du hast es vorher gemacht.
(zu S4)
- 3.1e 07:57:25 S4 Ich hab fünfunddreissig minus X, aber ich // (- ist gleich)
- 3.1e 07:59:25 T // Aha. Die Anzahl der?
- 3.1e 08:02:08 S4 Hühner.
- 3.1e 08:02:22 T Der Hühner.
- 3.1e 08:03:04 S4 (Jetzt möchte ich aber dann auch zwei Variablen geben.)
- 3.1e 08:05:08 T Eigentlich, da-du hast versucht ohne. Das wird jetzt schwieriger, **schreibs mal auf**, das ist die Anzahl der Hühner.
- 3.1e 08:10:29 S4 ()

Der Lehrer weist auch die Lernende S4 auf ihre Notizen hin: Dort steht die Anzahl der Hühner ja bereits (Min. 07:57:12 T (zu S4) *beziehungsweise, du hast es vorher gemacht*. Vgl. zudem die Abbildung 7.22).

Abbildung 7.22

Notizblatt der Schülerin S4
in Minute 08:00

37 Tiere
davon sind Schrecken
35 Tiere noch übrig
 $x = \text{Kaninchen}$
~~35~~ $35 - x = \text{Anzahl der Hühner}$
 $4x = \text{Anzahl der Füße der Kaninchen}$

In der Sequenz 1225.11 drückt die Schülerin S4 ihren emotionalen Zustand aus: Sie möchte lieber mit zwei Variablen vorgehen wie die anderen Lernenden (Min. 08:03:04, S4: *Jetzt möchte ich aber dann auch zwei Variablen geben.*). Im Transkriptauszug 1225.4 hat der Lehrer darauf bestanden, dass S4 den Lösungsweg mit nur einer Variablen einschlägt (Min. 02:21:16, T: [zu S4] *Eh – eh – du hast (drauf bestanden, dass man) mit einer auskommt.*). Die Betrachtung des Videos, bei dem man zusätzlich zum Text die Intonation hört, hat schon damals dazu geführt, dass aus unserer Sicht es der Lehrer ist, welcher aus fachdidaktischen Gründen gerne zwei Lösungswege erarbeiten lassen will. Auch an dieser Stelle nun ist es der Lehrer, der will, dass S4 bei ihrem Weg bleibt (Min.

08:05:08 T: *Eigentlich, da-du hast versucht ohne*). Er gibt zu, dass der nächste Schritt etwas schwieriger werden wird als bei dem anderen Lösungsweg (*Das wird jetzt schwieriger*; Min. 08:05, T). Aber wenn die Schülerin S4 den Weg aufschreibt, wird es schon gehen (*schreibs mal auf, das ist die Anzahl der Hühner*). Das Aufschreiben ist eine Unterstützung für den Problemlöseprozess.

Im übernächsten Transkriptauszug 1225.13 werden wir sehen, wie weit S4 selbstständig weiterkommt und auch, wie der Lehrer und die anderen Lernenden ihr helfen, ihren Weg weiterzuführen. Da bisher dem Ablauf des Lehr-Lerngespräches gefolgt wurde, wird zuerst der Transkriptauszug 1225.12 eingefügt, worin die Beingleichung mit zwei Variablen nochmals erarbeitet und erklärt wird.

Transkriptauszug 1225.12

[Der Lehrer wendet sich an die ganze Gruppe bzw. wieder explizit an die Lernenden, welche den Weg mit zwei Variablen eingeschlagen haben.]

- 3.1f 08:13:25 T So, und jetzt, eh, was war? Was hat der [S1] gesagt? Vier X *ist* die, *ist* was?
- 3.1f 08:20:09 S3 Sind die Anzahl von Hasenbeinen.
- 3.1f 08:23:15 T Anzahl von Hasenbeinen vier X, [S2] stimmt das? ...Wenn X die Anzahl der Hasen sind, dann *ist* vier X die Anzahl der Beine (die die Hasen haben).
- 3.1f 08:33:04 S2 (nein)
- [S4 hört auch zu: Sie hat ihren Blick auf den Lehrer gerichtet und nicht auf ihr Notizblatt.]*
- 3.1f 08:33:26 T Warum nicht?
- 3.1f 08:34:16 S2 Weil *sonst* die, eh, vier mal alle, die alle Hasen.
- 3.1f 08:39:07 T Ja, alle Hasen das ist X Stück.
- 3.1f 08:43:22 S1 Ja.
- 3.1f 08:44:09 T Wie viel Beine haben diese Hasen? ...*Weisst du* wie viel Hasen das sind?
- 3.1f 08:48:17 SN *Nein.*
- 3.1f 08:48:26 SN Nein.
- 3.1f 08:49:06 T *Nein.* Wie viel?
- 3.1f 08:51:13 S3 Vier mal mehr als Hasen.
- 3.1f 08:52:16 T Vier mal soviel. Wenn X die Anzahl der Hasen ist...(wie rechnet man diese Zahl, die Anzahl ihrer Beine aus)?

[S1 wendet sich seinem Notizblatt zu und schreibt während der Fortsetzung des Gespräches etwas auf. Es wirkt so, als ob es seine eigene Rechnung ist und er nicht mehr genau zuhört, was die anderen sagen.]

- 3.1f 09:03:09 S3 Wenn man//
- 3.1f 09:03:22 T //Das ist keine Frage, wenn ich zwanzig sage, *sagst* du mir achtzig, oder?
- 3.1f 09:06:22 S2 Mhm [ja].
- 3.1f 09:07:05 T Wenn ich dreissig sage, *sagst du mir* hundertzwanzig. Fünf Hasen haben zwanzig Beine. Wenns jetzt X Stück sind, X Hasen, du hast X, nämlich du weiss nicht wie viele es sind, aber was weiss man sicher?
- 3.1f 09:18:14 T X Ha-//Hasen haben vier mal X Beine.
- 3.1f 09:18:14 S2 // ()
- 3.1f 09:22:10 T Vier mal die Zahl der Hasen, die Anzahl der Beine.
- 3.1f 09:25:15 S2 Mhm [ja].
- 3.1f 09:25:29 T Also *nicht* verwechseln, nicht mit Hasen, die wir haben, wir meinen nicht, dass wir vier mal so viele Hasen haben. Wir meinen nur, dass die Beine //vier mal so viel sind die Hasen.
- 3.1f 09:31:09 S3 // (vier mal so viel sind wie die Anzahl der Hasen.)
- 3.1f 09:34:05 T Ja? So wie die Beine die jetzt hier unter dem Tisch sind, zwei mal soviel sind wie Personen hier. Stimmts? *Zwei*, vier, sechs, acht, zehn Stück...Also, die Schwierigkeit, wenn-sobald es X heisst, ...
- 3.1f 09:45:15 T ... wirds problematisch, ne? Aber vier mal X *ist* die Anzahl der Kaninchenbeine. Und die Anzahl der Hühnerbeine, was *ist* das dann?
- 3.1f 09:54:13 S2 Zwei Y.
- 3.1f 09:55:00 T Warum zwei mal Y?
- 3.1f 09:57:00 S2 Weil// ()
- 3.1f 09:57:12 S3 //Weil auf ein Huhn zwei Beine kommen.

Der Lehrer möchte, dass die anderen Lernenden auf ihrem Weg weitermachen und wendet sich deshalb an sie. Er erinnert sie an die Aussage von S1, welcher die Beingleichung in Minute 07:31 korrekt mündlich formuliert hatte. Der Lehrer baut die Beingleichung nochmals schrittweise auf, denn er fragt zuerst nur nach der Bedeutung von 4X (Min. 08:13, T: *Vier X *ist* die, *ist* was?*). S3 weiss die Lösung und sagt es (Min. 08:20, S3: *Sind die Anzahl von Hasenbeinen.*). Der Lehrer paraphrasiert diese Aussage und fragt nun auch S2 nach ihrer Meinung, *Anzahl von Hasenbeinen vier X, [S2], stimmt das? ... Wenn X die Anzahl der Hasen*

sind, dann **ist** vier X die Anzahl der Beine (die die Hasen haben)? (Min. 08:23). Der Lehrer möchte von allen Lernenden, welche diesen Lösungsweg eingeschlagen haben, einzeln die Bestätigung hören, ob das stimmt. Der Lehrer möchte folglich von allen Lernenden wissen, ob sie diesen Lösungsschritt verstanden haben. Er geht demzufolge nicht davon aus, dass alle Lernenden es verstanden haben, nur weil ein einziger Schüler, nämlich S1, es mündlich gesagt hat. Die Schülerin S2 antwortet auf die explizite Lehrerfrage, ob das stimmt, mit *nein*. (Min. 08:33, S2). Deshalb folgt nun ein eineinhalbminütiges Lehr-Lerngespräch, in dem der Lehrer mit vielen Nachfragen und mit der Unterstützung von S3 der Schülerin S2 schrittweise erklärt, dass 4X die Anzahl der Beine ist. Er bringt innerhalb dieser Erklärung auch wieder einige Zahlenbeispiele (Min. 09:34, T: *So wie die Beine die jetzt hier unter dem Tisch sind, zwei mal soviel sind wie Personen hier. Stimmts? *Zwei*, vier, sechs, acht, zehn Stück ...*) Die Schülerin S2 kann dann auch in Minute 09: 54 korrekt antworten (*Zwei Y*) auf die Frage des Lehrers, *und die Anzahl der Hühnerbeine, was *ist* das dann?* (Min. 09:54, T). Auch hier fragt der Lehrer nochmals nach, um zu sehen, ob S2 es nun erklären kann. (Min. 09:55, T: *Warum zwei mal Y?*). S2 und S3 antworten gleichzeitig // *Weil auf ein Huhn zwei Beine kommen*. Die Beingleichung ist nun – zumindest für diesen Moment – den Lernenden S1, S2 und S3 klar.

Der Lehrer möchte nun diesen Schritt auf den Lösungsweg von S4 übertragen: *Wir können ja jetzt gucken, wie könntest du dies ausdrücken*. (Min. 09:59, T). Der Transkriptauszug 1225.13 gibt diesen Abschnitt des Lehr-Lerngespräches wieder.

Lösungsschritt der Beingleichung mit zwei Variablen auf den Lösungsweg mit nur einer Variablen übertragen

Transkriptauszug 1225.13

- | | | | |
|------|----------|----|---|
| 3.1f | 09:59:09 | T | Genau. Wenns Y sind ists doppelt so viel. Wir können ja jetzt gucken, wie könntest du [Bezug auf den Lösungsweg von S4] dies ausdrücken. Du <i>*weisst*</i> , X sind die Anzahl der Kaninchen. |
| 3.1f | 10:06:25 | S4 | Mhm [ja]. |
| 3.1f | 10:07:10 | T | Auch da, ist es-bei X <i>*ist*</i> es einfach. Die Anzahl ihrer Beine sind? |
| 3.1f | 10:11:19 | S4 | Vier X. |
| 3.1f | 10:12:09 | T | Okay. Also hast du geschrieben, das schreibst nebedran noch. Damit dus schriftlich hast ...Dann die Frage aber, wie machen wirs bei den Kaninchen hier-bei den Hühnern, he, Hühner <i>*ist es*</i> . |

3.1f	10:22:10	T	Vier X ist schreibs hin, schreibs ruhig auf. Ist immer gut, wenn ihr's in Worten habt
3.2c		T (zu S2 + S3)	So, ihr habt schon <i>*eine*</i> Gleichung hingeschrieben.
3.2c	10:28:13	T (zu S1)	<i>*hast*</i> du auch schon <i>*eine*</i> Gleichung hingeschrieben, zweite? Gut ...
3.1f		T (zu allen)	Und jetzt wie wärs bei ihr, können wir helfen, wie wirsmachen müsst, ohne-ohne zweite Variable?
3.1f	10:39:09	T	Bei ihr <i>*ist*</i> fünfunddreissig minus X//die Anzahl der Hühner. Wieviele Beine haben-was? Hühner mit H. Allerdings, Hühner.
3.1f	10:40:24	S3	//Hühner mit H.
3.1f	10:48:19	T	Mit zwei Hs sogar. Frage...die Hühner, wenn Hüh-die Anzahl der Hühner bei dir <i>*ist*</i> , eh, liest du mal vor, <i>*ist*</i> ?
3.1f	10:57:08	S4	Fünfunddreissig minus X.
3.1f	10:58:10	T	So , wie könnte man da die Anzahl der Hühnerbeine, eh, ausrechnen? Wenn die Anzahl der Hühner fünfunddreissig minus X ist? ...Wenns Y hiess, dann wars?
3.1f	11:11:02	S1	Dann ist das vierundneunzig minus vier X.
3.1f	11:13:19	T	Langsam, langsam, langsam, langsam.
3.1f	11:15:20	S4	Ja.
3.1f	11:17:08	T	Vierundneunzig minus vier X.
3.1f	11:18:12	S1	Ja.
3.1f	11:18:28	T	<i>*Ist*</i> was?
3.1f	11:19:27	S1	Ist die Anzahl der Hühnerbeine.
3.1f	11:22:08	T	Fast, ja doch, das stimmt sogar, aber fragt sich, ob das euch auch was bringt. Ja machts mal-aber machs mal direkt, bevor wir zu vierundneunzig kommen, die fünfunddreissig minus X sind die Anzahl ...
3.1f	11:32:14	T	... der Hühner, ... fünfunddreissig minus X ist die Anzahl der Hühner. Was muss man da noch tun, um die Hühnerbeine zu kriegen?
3.1f	11:39:12	T	Die Anzahl, und dann muss//
3.1f	11:41:05	S4	//Die Anzahl der Hühner durch-durch, mal
3.1f	11:43:08	S2	Mal vier?
3.1f	11:44:16	S4	<i>*Nein*</i> , mal zwei.

3.1f	11:45:20	S2	Mal zwei.
3.1f	11:46:07	T	Mal zwei.
3.1f	11:46:19	S	Ja.
3.1f	11:47:03	SN	Ja.
3.1f	11:47:14	T	Demnach haben sie zwei Beine. Also kannst du hinschreiben , die Anzahl der Hühner mal zwei *ist* die Anzahl Hühnerbeine, oder? Schreibs mal hin als Term... Was *ist* die Anzahl der Hühnerbeine
3.1f	11:58:03	T	bei dir?
3.1f	11:59:07	S4	(Fünfunddreissig minus X.)
3.1f	12:19:00	T	Was soll man damit machen?
3.1f	12:02:17	S4	Mal zwei.
3.1f	12:03:02	T	Warum?
3.1f	12:03:28	S4	Weil die Hühner zwei Beine haben.
3.1f	12:05:12	T	Denn jedes Huhn hat zwei Beine, jedes (nicht du), jedes. Und fünfunddreissig minus X Stück Hühner haben eben zwei mal diese Anzahl Beine.
3.1f		T (zu S1, S2, S3)	So, ihr habt beide ein Gleichungssystem, alle drei.
3.1f	12:17:26	T (zu S4)	So , das sind die Beine, //ja?
3.1f	12:19:04	S4	//Das sind die Beine.
3.1f	12:20:25	T	Von wem?
3.1f	12:21:14	S4	Von den Hühnern.
3.1f	12:22:09	T	Von den Hühnern.

Diese Sequenz ist die zentrale Stelle in Bezug auf die gemeinsame Entwicklung zweier Lösungswege parallel, im Sinne von „nicht nacheinander“, sowohl in diesem ganzen Lehr-Lerngespräch als auch im ganzen Datensatz aller untersuchten Lehr-Lerngespräche dieser Arbeit. Auch aus der Perspektive der Partizipation ist diese Sequenz zentral, da die beiden Lösungswege in der Interaktion mit allen Lernenden besprochen werden⁵³.

⁵³ Vergleicht man weitere Tutoringgruppen dieses Datensatzes, bei denen zwei Lösungswege besprochen werden (1117, 1118, 2105, 2201), so sieht man, dass im Fall 2105 und im Fall 2201 die verschiedenen Lösungswege zwar im zeitlichen Ablauf auch parallel besprochen werden, dass aber nicht alle Lernenden bei beiden Lösungswegen adressiert sind. Bei den

Die erste Äußerung des Lehrers im Transkriptauszug 1225.13 leitet vom Lösungsweg mit zwei Variablen (*Wenns Y sind ists doppelt so viel*) zum Lösungsweg von S4 über, welche nur eine Variable zur Verfügung hat (*Wir können ja jetzt gucken, wie könntest du dies ausdrücken. Du *weisst* X sind die Anzahl der Kaninchen* (Min. 09:59:09, T). Der Lehrer spricht in der Wir-Form und wendet sich dabei an S4, da er jetzt wieder ihren Lösungsweg weiterführen will. Ob der Lehrer mit dem Anredepronomen „wir“ auch die Lernenden S1, S2 und S3 als Mitangesprochene anredet, kann nicht entschieden werden. Er wendet sich jedoch in Minute 10:22 deutlich diesen Lernenden zu und schaut je auf ihre Notizblätter. Er kontrolliert die dort nun aufgeschriebenen Gleichungen. Nach dem Absegnen dieser Gleichungen spricht er ganz klar die drei Lernenden an und bittet sie um Mithilfe beim Lösungsweg von S4. (Min. 10:28, T: *Und jetzt wie wärs bei ihr, können wir helfen, wie wirs- machen müsst, ohne-ohne zweite Variable.*). Dann wiederholt er, wie weit sie bisher gekommen sind bei diesem Lösungsweg mit nur einer Variablen. *Bei ihr *ist* fünfunddreissig minus X//die Anzahl der Hühner, wie viele Beine haben-was?* (Min. 10:39, T).

Die Aufforderung des Lehrers hat Erfolg, denn nun melden sich bei der Erarbeitung der Gleichung nicht nur S4, deren Lösungsweg es ist, sondern auch S1 und S2. Der Schüler S1 bringt einen Vorschlag: *Dann ist das vierundneunzig minus vier X.* (Min. 11:11, S1). Da dies nicht die vom Lehrer erwartete Antwort ist, entschleunigt der Lehrer mit *Langsam, langsam, langsam, langsam* (Min. 11:13, T) den Gesprächsfluss. Er wiederholt den Vorschlag von S1 nochmals, um es sich und den anderen Lernenden zu vergegenwärtigen. S1 bestätigt, dass er richtig verstanden worden ist (er sagt *Ja* und wiederholt auf die Nachfrage des Lehrers seinen Vorschlag nochmals). Der Lehrer hat in Minute 11:22 den Vorschlag von S1 nachvollzogen (*Fast, ja doch,*) und erklärt ihn aus mathematischer Sicht als in Ordnung (*das stimmt sogar*), sagt dann aber, dass er lieber anders vorgehen will (*Ja machts mal-aber machs mal direkt, bevor wir zu vierundneunzig kommen.*)⁵⁴ Nachdem der Lehrer seine Frage nach der Anzahl der Hühnerbeine nochmals gestellt hat, schlagen die beiden Schülerinnen ein paar Varianten vor und diskutieren, welche davon stimmt. (vgl. dazu Min. 11:32 bis Min. 11:47). In Minute 11:47 betont der Lehrer nochmals die Wichtigkeit, das aufzuschreiben (*Also kannst du hinschreiben, die Anzahl der Hühner mal zwei *ist* die Anzahl*

Tutoringgruppen 1117 und 1118 werden die Lösungswege nacheinander besprochen (vgl. die Beschreibungen in den jeweiligen Kapiteln).

⁵⁴ „ $94 - 4x$ als Anzahl der Hühnerbeine“ stimmt, aber um diese Gleichung auszurechnen, müsste man für das Wort „Hühnerbeine“ eine zweite Variable setzen: $94 - 4x = y$. Doch hier soll nur mit einer Variablen vorgegangen werden.

*Hühnerbeine, oder? Schreibs mal hin als Term ... Was *ist* die Anzahl der Hühnerbeine bei dir).* Dabei verwendet er auch den Fachbegriff Term. Dadurch, dass S4 das nun noch aufschreiben muss, wird dieser Sachverhalt nochmals für alle wiederholt, denn der Lehrer leitet S4 mündlich schrittweise an. Sie ko-konstruieren folglich nochmals den Term $2(35-x)$, welcher nun in Minute 12:19 auf dem Blatt von S4 steht (vgl. Abbildung 7.23).

$$(35-x) \cdot 2 = \text{Beine von den Hühnern}$$

Abbildung 7.23 Notizblatt der Schülerin S4 in Minute 12:19

Gleichung(en) lösen (Lösungsschritt 4.a)

Ab Minute 12:22 thematisiert der Lehrer den nächsten Lösungsschritt. Er leitet den Übergang in ein neues Unterthema bzw. in den nächsten Lösungsschritt ein, und das wiederum mit einem Gliederungssignal (*So*): *So, jetzt *ist* die Frage, kann er, (ihr wisst ja wie man so was löst), wie löst man so was das?* (Min. 12:22, T). Es ist, wie gewohnt, der Lehrer, welcher den Ablauf des Gespräches leitet. Das Lösen der Gleichungen dauert 4 Minuten (von Min. 12:22 bis Min. 16:26). Das Vorgehen des Lehrers folgt demselben Ansatz wie bisher: Die Lernenden lösen still auf ihrem Notizblatt ihre Gleichungen, wobei der Lehrer regelmässig auf die Notizblätter schaut und nachfragt, was der oder die Lernende jetzt genau macht. Dabei unterstützt er, falls nötig. Eine Sequenz dieser Unterstützung wird im Transkriptauszug 1225.14 angeführt (Min. 12:50 bis Min. 13:28). Der Lehrer schaut auf das Notizblatt von S4 und stellt fest, dass S4 nur die Terme aufgeschrieben hat, aber noch keine Gleichung. S4 ist noch nicht zum Lösungsschritt „Gleichung lösen“ gekommen.

Transkriptauszug 1225.14

- | | | | |
|------|----------|----|--|
| 3.2c | 12:50:12 | T | Und bei dir, bei dir, du *hast* jetzt nur fünfunddreissig minus X (zu mal zwei ... S4) |
| 3.2c | 12:53:16 | S4 | ... und (vier) X. |
| 3.2c | 12:54:25 | T | Und vier X *hast du* noch stehen. Was weisst du denn über die Beine? |
| 3.2c | 12:58:21 | S4 | Dass, also vier Beine haben die. |

- 3.2c 13:01:03 T Gut, das haben wir schon reingebracht, das steckt schon bei beiden drin. Aber was haben-was weisst du denn noch über alle Beine?
- 3.2c 13:05:25 S4 Dass es vierundneunzig sind.
- 3.2c 13:07:06 T Was *ist* genau vierundneunzig?
- 3.2c 13:09:03 S4 Die Beine von b-von beide, von Hühnern und//
- 3.2c 13:12:18 T //So, jetzt such mal in deinem Text, wo stehen die Beine von den Hühnern, wo stehen die Beine von den, eh, Kaninchen als Term.
- 3.2c 13:17:18 S4 Da stehen die, eh, da stehen die Beine von den Hühnern und da, die von den, eh//
[S4 zeigt während dieser Aussage auf die beiden Terme auf ihrem Notizblatt]
- 3.2c 13:23:02 T //mhm, 23 gibt es vierundneunzig?
- 3.2c 13:26:24 S4 Ja, *das* da plus *das* da.
[S4 zeigt während dieser Aussage nochmals auf die beiden Terme auf ihrem Notizblatt]
- 3.2c 13:28:10 T **Dann schreibs hin** und guck mal was du dabei rausbekommst.

An diesem Transkriptauszug lässt sich wiederum aufzeigen, wie der Lehrer der Schülerin S4 schrittweise auf die Sprünge hilft: Er macht sie auf (s)eine (sprachlich) feinfühlig Art und Weise darauf aufmerksam, dass sie bisher „nur“ (35-x)² aufgeschrieben hat. Er leitet diesen Satz sehr neutral damit ein, dass er bloss nochmals auf ihren Lösungsweg geschaut hat (*Und bei dir, bei dir, du *hast* [...]*). Er macht ihr also keinen Vorwurf, dass da noch was fehlt. Dann stellt er ihr die Frage, was sie über die Beine weiss (Min. 12:54). Da die Schülerin S4 wiederum nur auf die Anzahl Beine der Kaninchen eingeht, spezifiziert der Lehrer seine Hilfestellung und fragt explizit nach, was sie denn über die Gesamtanzahl Beine (*alle Beine*) weiss. (Min. 13:01, T: *[..] Aber was haben-was weisst du denn noch über alle Beine?*). Auch diese Äusserung des Lehrers ist feinfühlig eingeleitet, nämlich indem er zuerst die Aussage von S4 aufnimmt (Min. 13:01, T: *Gut, das haben wir schon reingebracht, das steckt schon bei beiden drin. Aber [...]*). Der Lehrer verweist S4 auf ihr eigenes Notizblatt. Er zeigt ihr folglich, dass sie selbst schon sehr viel aufgeschrieben und damit verstanden hat und es nur noch zusammenfügen muss: Minute 13:12:18, T: *//So, jetzt such mal in deinem Text, wo stehen die Beine von den Hühnern, wo stehen die Beine von den, eh, Kaninchen als Term.* S4 kann auf ihrem Notizblatt auf die einzelnen gesuchten Terme hinweisen (Min. 13:17) Sie reagiert handelnd auf die Äusserung des Lehrers. Dieser fragt nach der Rechnungsart (Min. 13:23, T: *und wie gerechnet [...]*), worauf S4 mündlich korrekt antwortet, indem sie nochmals auf die Terme auf ihrem Notizblatt zeigt.

Der Lehrer macht S4 nun nochmals auf die Verschriftlichung aufmerksam (Min. 13:28, T: *Dann schreibs hin*). Etwa in Minute 13:30 steht dann auf dem Notizblatt von S4 die vollständige Gleichung (vgl. Abbildung 7.24), welche S4 nur noch lösen muss (Min. 13:28, T: *[...]und guck mal was du dabei rausbekommst.*).

Abbildung 7.24

Notizblatt der Schülerin S4
in Minute 13:28

$$4x + (35 - x) \cdot 2 = 94$$

Lösung, Probe und Rückblick (4b, 4c und 6)

Der Transkriptauszug 1225.15 zeigt die letzten eineinhalb Minuten dieses Lehr-Lerngesprächs. Er wird wieder im Detail analysiert und interpretiert, weil er den Schlusspunkt bildet und einen kurzen Rückblick über die Lösungswege enthält.

Transkriptauszug 1225.15

- 4c 15:57:14 T Stimmts, kommts raus? *Hast du* die Probe?
(zu
S3)
- 4b 16:04:08 T Und [S1], wie hast du gerechnet?
[S1 schiebt sein Notizblatt dem Lehrer hin.]
- 4b 16:13:19 T Was kriegst du raus?
- 4b 16:15:26 S2 Ich habe zwölf Kaninchen.
- 4b S4 Hab ich auch.
- 4c 16:17:04 T **Gut**, zwölf Kaninchen, zwölf Kaninchen, also die Rechnung scheint richtig gemacht zu sein, und du hast die Probe gemacht.
- 4c 16:22:12 S3 *Ja*.
- 4b 16:23:11 T Okay, wie viele Hühner haben wir dann?
- 4b 16:26:16 S3 Dreiundzwanzig.
- 6 16:27:14 T **Gut**, was ist der Unterschied zwischen ihrem und zwischen eurem?
- 6 16:31:27 S1 Sie hat *eine* lineare Gleichung und wir ein LGS, also ein lineares Gleichungssystem.
- 6 16:36:11 T Mit zwei, ja? Sie hat also das, was ihr mit Y gemacht habt, hat sie schon vorne reingestellt.
- 6 16:41:03 S1 (*ist auch nicht schlecht.)
- 16:42:15 T Ich glaube, für *eine* zweite Aufgabe reichts jetzt nicht mehr. Dann hören wir hier auf. Wunderbar, lasst alles so wie es ist, schreibt mal grad euren Nachnamen noch oben in die Ecke, ja?

Nach 16 Minuten sind nun alle Lernenden so weit, dass sie die auf ihrem Notizblatt stehenden Gleichung (S4) oder Gleichungen (S1, S2, und S3) gelöst und die Anzahl der Kaninchen und der Hühner herausgefunden haben. Betrachtet man das im Transkriptauszug 1225.15 wiedergegebene Interaktionsgeschehen, so ist in Bezug auf den fachlichen Lösungsprozess dieser Kleingruppenunterrichtssituation zu bemerken, dass der Lehrer nachfragt, ob sie die Probe gemacht haben. Er erwähnt also einen weiteren Lösungsschritt, welcher nach dem Ausrechnen des numerischen Ergebnisses noch gemacht werden sollte, nämlich das Resultat zu überprüfen anhand der zweiten Information, welche die Textaufgabe hergibt, die Anzahl der Beine. Der Lehrer fragt explizit nur bei S3 nach, aber auf den Lösungsblättern sieht man, dass auch S1 die Probe gemacht hat und dass es folglich in dieser Klasse üblich ist, diesen Schritt am Ende durchzuführen. Dass man das numerische Ergebnis auch noch in einem Antwortsatz aufschreiben könnte, wird in diesem Lehr-Lerngespräch nicht erwähnt und wird auch von keinem Lernenden ausgeführt.

Von der Interaktionsstruktur her betrachtet ist hier wiederum interessant, dass der Lehrer alle Schüler und Schülerinnen anspricht. Er fragt bei jedem einzelnen Lernenden nach. Die Lösung wird mündlich von drei der vier Lernenden geäußert. Der Lehrer fragt S2, was ihr Ergebnis ist. S2 sagt *Ich habe zwölf Kaninchen* (Min. 16:15, S2), S4 bestätigt dieses Ergebnis. Der Lehrer segnet es ab und fragt sogleich den Schüler S3, ob er die Probe gemacht hat. Als dieser mit *Ja* bestätigt, will der Lehrer nun auch von ihm die Anzahl der Hühner mündlich hören, worauf ihm S3 antworten kann. Von S1 kommt in diesem Abschnitt keine mündliche Äußerung, aber er denkt und schreibt mit, denn er schiebt dem Lehrer auf dessen Nachfrage sein Lösungsblatt hin und zeigt somit seinen Lösungsweg, d. h. er ist inhaltlich dabei, auch ohne sich mündlich zu äussern.

In den letzten dreissig Sekunden dieses Lehr-Lerngespräches wird auf die Nachfrage des Lehrers ein kurzer Vergleich der Lösungswege gemacht: Min.16:27, T: *Gut. Was ist der Unterschied zwischen ihrem und zwischen eurem?* S1 antwortet korrekt: *Sie hat *eine* lineare Gleichung und wir ein LGS, also ein lineares Gleichungssystem* (Min. 16:31, S1). Der Lehrer verweist auf die Gemeinsamkeit der beiden Lösungswege: *Mit zwei, ja? Sie hat also das, was ihr mit Y gemacht habt, hat sie schon vorne reingestellt.* Wir können sagen, dass der Lehrer hier dasjenige repetiert, was er in Minute 05:43 auch schon angedeutet hat (vgl. Transkriptauszug 1225.8). Dort sagt er: *So, ihr habt alle was anderes aufgeschrieben. X plus Y gleich fünfunddreissig. Im Grunde hatten wir's ja hier auch drin stecken. Y ist bei dir Anzahl der Hühner, dann ist Y gleich fünfunddreissig minus X* (Min. 05:43, T). Ob die Lernenden den Vergleich der Lösungswege wirklich verstanden haben, lässt sich nicht genau sagen. Bemerkenswert ist, dass S1

den Lösungsweg von S4 kommentiert mit der Äußerung *Ist auch nicht schlecht*. (Min. 16:41, S1). S1 fühlt sich folglich berufen, den Lösungsweg der Schülerin S4 zu bewerten. Das erinnert uns an den Anfang der Aufgabenbesprechung, als S1 die Aufgabenstellung kommentierte. Er sagte nämlich in Minute 00:20 *Die Aufgabe *ist* genial*. S1 ist demnach sicher kein schüchterner Schüler und gibt seinen Kommentar zu allem, auch wenn er nicht die Rolle des Moderators einer Diskussion innehat.

7.4.3.3 Fallkommentierung und Einbezug der Kontextinformationen

Die Schüler und Schülerinnen einzeln betrachtet: Ihre Lösungswege auf den Notizblättern und den Arbeitsblättern der zusätzlichen Aufgabe

Das spezifische Merkmal dieser Kleingruppenunterrichtssituation ist, dass zwei Lösungswege parallel zueinander besprochen werden (vgl. den Zeitstrahl Abbildung 7.19). Der Fokus der Analyse bezieht sich daher hauptsächlich auf die Fragestellung 1 (vgl. Kapitel 5), welche sich mit den Ähnlichkeiten und Unterschieden in den Problemlösevorgängen befasst und untersucht, ob auf die Lösungsvorschläge und die fachlichen Schwierigkeiten der einzelnen Lernenden eingegangen wird. Aus diesem Grund werden die einzelnen Lernenden nach der vorhergehenden Analyse der Transkripte nun in Bezug auf ihre Notizblätter und ihre einzelnen Lösungen der zusätzlichen Aufgabe verglichen. Das Design der Studie umfasst auch die Notizblätter der Lernenden, welche sie während der Kleingruppenunterrichtssituation angelegt haben (vgl. Abschnitt 6.1). Da bei dieser Gruppe vom Lehrer oder von den Lernenden wenig oder nichts zum Aufschreiben für alle diktiert wird, kann die Betrachtung der individuellen Notizblätter darüber Aufschluss geben, welche Aspekte des Gespräches oder der Lösungsschritte die Schüler und Schülerinnen für wichtig genug halten, um aufgeschrieben zu werden. Aus diesem Grund wird im nächsten Unterkapitel auf die individuellen Notizblätter eingegangen.

Individuelle Notizblätter der vier Lernenden der Gruppe 1225

Die Notizblätter der Lernenden am Ende der Sitzung der Gruppe 1225 sind recht unterschiedlich⁵⁵. Ein Grund für diese Unterschiedlichkeit der Notizen ist sicherlich, dass diese Lernenden sich oft erst nach – und nicht während – den einzelnen

⁵⁵ Bei etlichen anderen Gruppen dieses Datensatzes sehen die vier Notizblätter, welche während der Tutoringsituation angelegt wurden, nahezu identisch aus. Ein Blick auf die Notizblätter der Lernenden kann folglich bereits einen kleinen Eindruck geben, wie individuell oder «kollektivistisch» die Lehrperson die Gruppe angeleitet hat.

Gesprächsabschnitten die Zeit genommen haben, etwas aufzuschreiben bzw. dass der Lehrer sie mehrmals nach den Gesprächsabschnitten über den einen oder den anderen Lösungsschritt explizit dazu aufgefordert hat, das zu verschriftlichen. Sie schreiben folglich selbstständig dasjenige auf, was sie für wichtig halten. Ein weiterer Grund ist selbstverständlich auch, dass zwei unterschiedliche Lösungswege gewählt wurden. Nach der gemeinsamen Erarbeitung des Situationsverständnisses lösen die Lernenden grundsätzlich die Aufgaben in Einzelarbeit und der Lehrer unterstützt sie dabei, was zu unterschiedlichen Notizen führt.

Das Notizblatt des Schülers S1

Der Beginn seiner Notizen zeigt auf, dass er wirklich überzeugt war, dass sein Ansatz zur Verteilung der Variablen auf die *Köpfe*: X und die *Beine*: Y mathematisch Sinn ergibt. Er hat seine erste auf die Lösung der Textaufgabe bezogene Äußerung (Min. 00:28:19, S1: *Mhm [ja], Köpfe X, Beine Y.*), welche auch die erste fachliche Äußerung der ganzen Gruppe war, nicht nur so dahingesagt, sondern sie auch aufgeschrieben. Seine Idee wurde mit der ganzen Gruppe diskutiert (vgl. Transkriptauszug 1225.3) und S1 hat eingesehen, dass dies nicht viel bringt und diese Idee auf seinem Notizblatt wieder durchgestrichen.

Dann fällt auf, dass er auch auf seinem Notizblatt Fachbegriffe verwendet. Er war ja derjenige Schüler, welcher am Ende des Lehr-Lerngespräches die beiden Lösungswege auf die Nachfrage des Lehrers vergleichen konnte: Min. 16:31:27, S1: *Sie hat *eine* lineare Gleichung und wir ein LGS, also ein lineares Gleichungssystem.* Sein Notizblatt enthält (nach seinem Fehlversuch) drei Teile, welche mit Fachbegriffen betitelt sind: *übersetze – Gleichung – Probe*. Er geht in seiner Verschriftlichung sehr systematisch vor. So ist auch das Lösen der Gleichung klar beschrieben und er macht sogar zwei Proben, nicht nur eine, indem er die Anzahl Beine und die Anzahl der Köpfe kontrolliert. Nur der Antwortsatz fehlt, was von der theoretischen Perspektive erwartet worden wäre. Da im mündlichen Lehr-Lerngespräch nichts über den Antwortsatz gesagt wurde, ist dies jedoch nicht erstaunlich. In dieser Gruppe schreibt kein Lernender einen Antwortsatz hin. Auffallend im Abschnitt *übersetze* ist bei S1, dass er nur bei den Termen für die Beine den Begriff *Anzahl* (in der Abkürzung *Anz.*) hinschreibt, dies aber bei den Köpfen vergisst. erinnert man sich an das Lehr-Lerngespräch, so ist dort aufgefallen, dass dieser Schüler lange Mühe hatte, genau zu wissen, wofür die Variablen X und Y stehen.

Das Notizblatt der Schülerin S2

Abbildung 7.26 repräsentiert das vollständige Notizblatt der Schülerin S2. Sie hat nicht Weiteres aufgeschrieben.

S1 122519

In einem Gehege sieht Livia Kaninchen, Hühner und zwei Weinbergschnecken. Alle Tiere zusammen haben 37 Köpfe und 94 Beine.

Köpfe: x

Beine: y

Übersetze:
 $x = \text{Hörnchen}$
 $y = \text{Hühner}$
 Ans. der Hornschnecke = $4x$
 Ans. der Weinbergschnecke = $2y$

Gesamtzahl Beine: 94
 Gesamtzahl Köpfe: 37
 Gesamtzahl Köpfe ohne Weinbergschnecke: $37 - 2 = 35$ Köpfe

Gleichung: I. $x + y = 35$
 II. $4x + 2y = 94$

I. $x + y = 35$
 II. $4x + 2y = 94$
 III. $2x = 26$

III. $\rightarrow x = 13$
 I. $\rightarrow y = 22$

Probe:

zwei Weinbergschnecken: $2 \cdot 23 = 46$	Ans. Hühner (y): 23
zwei Hörnchen (x): $4 \cdot 13 = 52$	Ans. Hörnchen (x): 13
ein Weinbergschnecke: $0 \cdot 0 = 0$	Ans. Weinbergschnecke: 2
<u>94 Beine</u>	<u>37 Tiere</u>

OK!

Abbildung 7.25 Vollständiges Notizblatt des Schülers S1 (122519)

Die Schülerin S2 schreibt nur die Gleichungen und den Lösungsprozess auf. Zum Situationsverständnis ist nichts verschriftlicht worden. Das numerische Ergebnis ist ersichtlich, aber auch dies ist nicht in einem Antwortsatz formuliert. Auch die Probe ist nicht gemacht worden. Es kann bei der Schülerin S2 kein aussagekräftiger Vergleich zu ihrer mündlichen Mitarbeit gezogen werden. Sie sagt in Bezug auf die Häufigkeit der Turns am wenigsten, doch einige ihrer Äusserungen sind nützliche Kreatoräusserungen. So ist sie es, welche beim Situationsverständnis den Unterschied der Tierarten klar äussert und die Variablen sinnvoll zuteilt (vgl. Transkriptauszug 1225.4, Min. 01:39:10, S2: Die Anzahl der Kaninchen, der Hühner und der Schnecken. (Ko-Kreator S2) T: Mhm [ja]. S2:

Abbildung 7.26

Vollständiges Notizblatt der Schülerin S2 (122503)

Kaninchen : x
Hühner : y

$$\begin{array}{l} \text{I} \\ \text{II} \end{array} \left| \begin{array}{l} x + y = 35 \\ 4x + 2y = 94 \end{array} \right| \begin{array}{l} \\ :2 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{I} \\ \text{III} \end{array} \left| \begin{array}{l} x + y = 35 \\ 2x + y = 47 \end{array} \right| \ominus \text{II}$$

$$\begin{array}{l} \text{I} \\ \text{IV} \end{array} \left| \begin{array}{l} x + y = 35 \\ x = 12 \end{array} \right|$$

42 Kaninchen
23 Hühner

Dann sind Kaninchen X, Hühner Y, Weinbergschnecken. (Kreator S2). Sie kommt auch selbstständig auf das Ergebnis (Min. 16:13, T: Was kriegst du raus? S2: Ich habe zwölf Kaninchen).

Das Notizblatt des Schülers S3

Positiv auffallend am Notizblatt des Schülers S3 (vgl. Abbildung 7.27) ist, dass er als einziger aufschreibt, dass die Variablen X und Y die Anzahl der Kaninchen und der Hühner sind.

Die Anzahl der Kaninchen- und der Hühnerbeine stehen nicht auf seinem Blatt, aber die Gleichungen und der Lösungsprozess sind ersichtlich. Er macht auch die Probe. Der Antwortsatz fehlt wie bei allen Lernenden dieser Gruppe.

Das Notizblatt der Schülerin S4

Die Schülerin S4 ist diejenige, welchen den Lösungsweg mit nur einer Variablen wählt. Auch aus diesem Grund sieht ihr Arbeitsblatt etwas anders aus als die Notizblätter der anderen. Aber auch schon der Beginn ihres Arbeitsblattes ist bemerkenswert, denn sie schreibt sehr viel auf: Sie hat praktisch das ganze Situationsverständnis in Worten formuliert, so z. B. auch, dass 37 Köpfe 37 Tieren entspricht.

Betrachtet man nur das Notizblatt (vgl. Abbildung 7.28), so erkennt man, dass die Schülerin S4 sehr viel aufgeschrieben hat, nämlich auch die einzelnen

Abbildung 7.27

Vollständiges Notizblatt des
Schülers S3 (122517)

Anzahl von Kaninchen: x
Anzahl von Hühnern: y

$$\begin{array}{l} \text{I} \\ \text{II} \end{array} \left\{ \begin{array}{l} x+y=35 \\ 4x+2y=94 \end{array} \right. \cdot 2 \quad \begin{array}{l} \text{I} \\ \text{II} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{I} \\ \text{II} \end{array} \left\{ \begin{array}{l} x+y=35 \\ -2x=-24 \\ 2x=24 \end{array} \right.$$

$$\Rightarrow \text{I} \quad x=12 \Leftrightarrow \text{II} \quad y=23$$

Probe: $1 \cdot 12 + 23 = 35$ ok!
 $(4 \cdot 12) + (2 \cdot 23) = 94$ ok!

Terme für ihre Gleichung. Wir haben an der Analyse der Transkripte gesehen, dass das Notierte nicht eine Eigenleistung der Lernenden ist, sondern in grossen Teilen eine gemeinsame Ko-Konstruktion der Gruppe mit viel Scaffolding (vgl. Abschnitt 3.1.2) des Lehrers. So ergibt die Interpretation des Transkriptauszuges 1225.13, dass bei der Konstruktion des Terms für die Hühnerbeine mit nur einer Variablen $2(35-x)$ sich auch S1 und S2 äussern, weil der Lehrer es als gemeinsame Aufgabe formuliert hat (Min. 10:28, T: *Und jetzt wie wärs bei ihr, können wir helfen, wie wirs- machen müsst, ohne-ohne zweite Variable.*). Und im Transkriptauszug 1225.14 konnten wir sehen, dass die Schülerin S4 die Unterstützung des Lehrers braucht, um auf ihre Gleichung zu kommen. Dieser leitet sie sehr geschickt dazu an, indem er ihr aufzeigt, dass sie eigentlich schon alles aufgeschrieben hat: Sie muss nur noch die richtigen Terme auf ihrem eigenen Notizblatt finden, um zur korrekten Gleichung zu kommen (Min. 13:12:18, T: // *So, jetzt such mal in deinem Text, wo stehen die Beine von den Hühnern, wo stehen die Beine von den, eh, Kaninchen als Term.*).

Die Schülerin löst schriftlich ihre Gleichung, schreibt als Resultat *12 Kaninchen* auf und macht dann eine Probe, indem sie die Gesamtzahl aller Tiere ausrechnet. Es ist etwas unklar, ob die letzte Rechnung ($12 K + 2 W + 23 H$) = 37 überhaupt als Probe bezeichnet werden darf, denn die Anzahl der Hühner steht vorher gar nicht schriftlich auf dem Notizblatt. Diese Zeile könnte somit auch als die Berechnung der Hühner gesehen werden.

Zusammenfassend und im Vergleich mit den anderen Gruppen ist für die Notizblätter dieser Gruppe besonders zu erwähnen, dass die Arbeitsblätter sehr

In einem Gehege sieht Livia Kaninchen, Hühner und zwei Weinbergschnecken. Alle

Tiere zusammen haben 37 Köpfe und 94 Beine.

$$37 \text{ Köpfe} = 37 \text{ Tiere}$$

(~~x~~ ← Kaninchen)

37 Tiere

↳ davon sind Schnecken

35 Tiere noch übrig

$x = \text{Kaninchen}$

$$35 - x = \text{Anzahl der Hühner}$$

$$4x = \text{Anzahl der Füße der Kaninchen}$$

$$(35 - x) \cdot 2 = \text{Beine von den Hühnern}$$

Min. 12:19

$$4x + (35 - x) \cdot 2 = 94 \quad \text{vereinfachen}$$

Min. 13:28

$$(\Rightarrow) 4x + 70 - 2x = 94 \quad | -70$$

$$2x + 70 = 94 \quad | -70$$

$$2x = 24 \quad | :2$$

$$x = 12$$

12 Kaninchen

$$12K + 2W + 23H = 37 \text{ Köpfe Tiere}$$

Abbildung 7.28 Vollständiges Notizblatt der Schülerin S4 (122504). Die Markierungen von Minuten geben an, wann im Lehr-Lerngespräch die Schülerin diesen Teil aufgeschrieben hat

unterschiedlich aussehen und insgesamt recht ausführlich sind. So haben zwei Lernende viele Teile des Situationsverständnisses schriftlich fixiert (S1 und S4) und zwei Lernende (S1 und S3) haben die Probe gemacht, welche sie mit *ok* bestätigen. Nun interessiert uns, wie diese Lernenden bei der zusätzlichen Aufgabe abgeschnitten haben.

Die Lösungsblätter zur zusätzlichen Aufgabe der Lernenden der Gruppe 1225

Der Fokus der Analyse der zusätzlichen Aufgabe lag neben der Bewertung der mathematischen Korrektheit darauf, ob man an den Aufgabenlösungsblättern erkennen kann, welche im Lehr-Lerngespräch vorgeschlagenen Lösungswege und welche thematisierten Lösungsschritte je bei den einzelnen Lernenden Eingang gefunden haben in ihren Lösungsversuchen. So interessierte unter anderem, bei welchen Lösungsschritten die einzelnen Lernenden allenfalls Fehler begehen und inwieweit und wie lange diese möglichen Fehlkonzeptionen schon in der Kleingruppenunterrichtssituation besprochen wurden.

Die Transferaufgabe lautete folgendermassen:

Kinderwagenaufgabe 2: In einem Kindergeschäft sind Kinderwagen mit drei und solche mit vier Rädern ausgestellt. Es gibt auch einen Zwilling-Kinderwagen mit 6 Rädern. Total sind es 23 Kinderwagen mit insgesamt 81 Rädern.

Lösungsweg und Resultate der zusätzlichen Aufgabe der Schüler S1 und S3

Die Schüler S1 und S3 lösen die Aufgabe richtig. Sie verwenden beide den Weg mit zwei Variablen, wie sie es schon in der Kleingruppenunterrichtssituation gemacht hatten, und sie machen beide die Probe auch bei der zusätzlichen Aufgabe. Sie waren die einzigen zwei Lernenden, welche auf ihren Notizblättern die Probe aufgeschrieben haben. Sie erhalten nach dem Punkteraster für die zusätzliche Aufgabe (vgl. Abschnitt 6.5.3) je die maximal mögliche Punktzahl, nämlich 6 Punkte. Zu den Aufgabenlösungen dieser zwei Schüler kann noch Folgendes gesagt werden: Auf dem Lösungsblatt von S1 ist eine klar markierte Gliederung für das Vorgehen erkennbar wie auf seinem Notizblatt. Sein Blatt enthält wiederum vier Teile, deren Titel unterstrichen sind: Übersetze – Gleichung – Lösung – Probe. Bei ihm ist die Situationsanalyse recht ausführlich erklärt (*Gesamt 23 Kw. – 1 Zw.-Kw: 22 Kw; Gesamt 81 R. -6R von ZwKw: 75 R*). Schüler S3 rechnet sofort mit 22 und 75, ohne dass dafür eine Begründung angeführt wird. S3 schreibt am Ende des Blattes einen Antwortsatz, bei S1 steht die Antwort nur in Stichworten da. Beide Schüler lösen die Aufgabe auf Anhieb, d. h. sie müssen nichts durchstreichen (im Sinne von korrigieren).

Lösungsweg und Resultate der zusätzlichen Aufgabe der Schülerin S2

Die Schülerin S2 wählt ebenfalls den Lösungsweg mit zwei Variablen. Sie bezeichnet den Kinderwagen mit 3 Rädern als X und den Kinderwagen mit 4 Rädern als Y. Dies ergibt aufgrund des Kodierasters (vgl. Abschnitt 6.5.3) einen Punkt für eine mögliche Verteilung der Variablen. Dann stellt sie die folgenden Gleichungen auf:

$$I \quad x + y = 22$$

$$II \quad x + y = 75$$

Dies ergibt einen weiteren Punkt für die erste Gleichung. Die zweite Gleichung ist für diese Aufgabe falsch, denn S2 verwendet nun sowohl für die Anzahl Kinderwagen als auch für die Anzahl Räder dieselben Variablen. S2 merkt ihren Fehler nicht sofort und rechnet deshalb munter weiter. Nach zwei Rechengängen stoppt sie, und in der unteren Hälfte ihres Arbeitsblattes stehen dann doch noch die Gleichungen $x + y = 22$ und $3x + 4y = 75$, mit denen sie dann nochmals rechnet (vgl. Abbildung 7.29).

Handwritten work showing the elimination of variable x :

$$\begin{array}{l} x + y = 22 \quad \cdot 3 \\ 3x + 4y = 75 \end{array}$$

$$\left. \begin{array}{l} 3x + 3y = 66 \\ 3x + 4y = 75 \end{array} \right\} \ominus III$$

$$\left. \begin{array}{l} 3x + 3y = 66 \\ -4y = -11 \end{array} \right\}$$

Kinderw. mit 4 Rädern = 11

Abbildung 7.29 Unterer Teil des Aufgabenblattes zur zusätzlichen Aufgabe der Schülerin S2

S2 löst die Gleichungen so auf, dass sie die erste Gleichung mal drei rechnet, um danach die Variable X eliminieren zu können. Im nächsten Rechnungsschritt begeht sie einen «dummen» Rechnungsfehler und bekommt als Resultat 11 Kinderwagen mit 4 Rädern (statt 9). Weitere Resultate wie die Anzahl der dreirädrigen Kinderwagen oder die Probe stehen nicht auf ihrem Blatt. Die Schülerin S2 erhält gesamthaft nach dem Punkteraster 4 Punkte von den möglichen 6 Punkten (1 Punkt für das Abziehen des Zwillingswagens, 1 Punkt für die korrekte Verteilung der Variablen und 2 Punkte für die korrekten Gleichungen).

Lösungsweg und Resultate der zusätzlichen Aufgabe der Schülerin S4

Die Schülerin S4 versucht den Lösungsweg mit zwei Variablen und entscheidet sich folglich gegen ihren eigenen Lösungsweg, welchen sie in der Tutoringsituation schriftlich geübt hat. Mündlich hat sie, wie alle Beteiligten, beide Lösungswege mitbekommen, denn sie war bei der mündlichen Besprechung des Lösungsweges mit zwei Variablen anwesend und hat, zumindest teilweise, aufmerksam zugehört. Sie hat zwischendrin (in Minute 08:03) erwähnt, dass sie jetzt auch lieber mit zwei Variablen vorgehen möchte (08:03:00, S4: *Jetzt möchte ich aber dann auch zwei Variablen geben.*), was implizit bedeutet, dass sie bei diesem Lösungsweg auch konzentriert aufgepasst hat. Der Lehrer hat es ihr jedoch in der Tutoringsituation nicht erlaubt, den Lösungsweg zu wechseln.

23 Kinderwagen mit 81 Rädern

1) $3x + 6 + 4y = 81$ (1P)

2) $3x + 8 + 4y = 23$ (1P)

III $5 = 58$ (1P)

IV $x + 1 + y = 23$ (stimmt)

logisch oder nicht?

Abbildung 7.30 Aufgabenblatt von S4, zusätzliche Aufgabe. Die roten Zahlen bezeichnen die Punktevergabe für die Kodierung. Sie stammen folglich nicht von der Schülerin.

Die Schülerin S4 verteilt die zwei Variablen und stellt dann sogleich zwei Gleichungen auf, deren erste stimmt ($3x + 6 + 4y = 81$), was ihr in der Kodierung bei der Punktevergabe zwei Punkte einbringt. Die Schülerin versucht dann mehrfach, diese Gleichungen aufzulösen, was aber nicht aufgeht. Am Ende ihres

Aufgabenblattes stehen dann zwei Gleichungen, mit denen sie auf die Resultate hätte kommen können, wenn sie noch mehr Zeit zum Lösen dieser Aufgabe bzw. zum Lösen ihres nun korrekten Gleichungssystems gehabt hätte. Am Ende des Blattes steht somit eine positive Ausgangslage, so dass man sagen kann, dass auch S4 den Lösungsweg mit zwei Variablen verstanden hat, obwohl sie in der Kleingruppenunterrichtssituation einen anderen Lösungsweg genommen und geübt hat. Etwas speziell am Gleichungssystem von S4 ist auch, dass sie den Zwillingsskinderwagen mit einbezieht, was aber für die Endresultate keinen Unterschied macht. Man könnte auch mit den Gleichungen $3x + 6 + 4y = 81$ und $x + 1 + y = 23$ auf die Ergebnisse kommen. Diese Schülerin erhält drei Punkte bei der zusätzlichen Aufgabe (korrekte Verteilung der zwei Variablen und zwei korrekte Gleichungen). Über den Zwillingsskinderwagen steht nichts vermerkt, so dass dafür kein Punkt vergeben werden kann. Und die Endresultate fehlen, was auch keine Punkte ergibt.

Das Fazit für diese Gruppe zur zusätzlichen Aufgabe fällt demzufolge nicht schlecht aus: Die zwei Schüler lösen die Aufgabe vollständig und korrekt und machen sogar noch die Probe. Die zwei Schülerinnen kommen beide im Lösungsweg so weit, dass sie ein korrektes Gleichungssystem für diese Transferaufgabe aufgestellt haben. Die eine Schülerin (S2) begeht einen Rechenfehler ($66 - 75 = -11$) und kommt nicht auf das korrekte Resultat, während die andere Schülerin (S4), vermutlich aus Zeitgründen, gar nicht mehr zum Auflösen der Gleichungen kommt. Zählt man die Bewertung in Punkten für die ganze Lerngruppe zusammen (vgl. Abschnitt 6.5.3), so ergibt dies 19 (von maximal 24) Punkten, was im Vergleich zu den anderen Lerngruppen ein sehr gutes Gesamtergebnis ist.⁵⁶

Interviewaussagen der Lehrkraft 1225

Das Design der Studie (vgl. Abschnitt 6.1) enthält auch Aussagen des Lehrers zur Reflexion über die tutorielle Situation. Die Fragen für das Leitfadenterview waren die folgenden: *Wie angekündigt würde ich nach jeder tutoriellen Situation gern eine kurze Reflexion mit Ihnen durchführen und zwar derart, dass ich Ihnen hier vier Fragen vorlege und Sie bitte, darauf zu antworten, ohne dass ich weitere Zwischenfragen stelle, dass Sie einfach, ehm, der Reihe nach zu den Fragen sagen, was Ihnen einfällt, soviel Sie Lust haben, und wenn alles gesagt ist, einfach aufhören.* (Beginn des Interviews mit Lehrkraft 1225, Einleitung der Interviewerin). Die

⁵⁶ Die anderen Lerngruppen, welche auch gute bis sehr gute Resultate bei der Auswertung der Transferaufgabe erreicht haben, also mehr als 10 Punkte im Gruppentotal, sind Nr. 1120 (13 Punkte), Nr. 1205 (11 Punkte), Nr. 1218 (17 Punkte), Nr. 2104 (13 Punkte), Nr. 2105 (12 Punkte), Nr. 2106 (17 Punkte), Nr. 2111 (12 Punkte), Nr. 2113 (15 Punkte), Nr. 2201 (13 Punkte), Nr. 2202 (11 Punkte) und Nr. 2204 (12 Punkte).

fünf Leitfragen wurden den Lehrpersonen schriftlich vorgelegt. *Beschreiben Sie, was Ihnen an der vorangegangenen tutoriellen Situation besonders aufgefallen ist. Was haben Sie gedacht und gefühlt? Was war ihr Eindruck vom Verstehen der Schülerinnen und Schüler? Haben Sie ihr Ziel erreicht? Beschreiben Sie, warum Sie diese Sitzordnung gewählt haben* (Hugener, Pauli & Reusser, 2006, S. 255).

Als erstes geht der Lehrer auf die ihm gestellte Leitfrage, was ihm besonders aufgefallen sei, auf die verschiedenen Lösungswege ein, welche von den Lernenden eingeschlagen wurden. Dabei vermutet er, dass es auch und vor allem an seiner Moderatorenrolle lag, dass die Schülerin S4 ihren eigenen Weg durchgezogen hat (vgl. dazu den Interviewausschnitt 1225.1).

Interviewausschnitt 1225.1

Ehm, hm, hm. Ja, aufgefallen, das ist jetzt, eh, dass die verschiedenen Vorschläge, ja, eh, durcheinander gingen, ehm, wurden von den Schülern nur zum Teil drauf eingegangen, teilweise, eh, ich weiss nicht, ob das meine- an meiner Moderation lag, oder ob sie von sich aus, wenn man sie alleine gelassen hätte, ehm, ich nehme an, dass sie- ob sie dann diese verschiedenen Vorschläge überhaupt weiterverfolgt hätten, weil sie sich nicht gemeinsam auf einen- auf eine Lösung, eh, von vornherein geeinigt hätten. Das heisst, dass der Vorschlag von der [S4], mit einem, dass man gleich fünfunddreissig minus X hinschreiben kann, der wäre wahrscheinlich unter den Tisch gefallen und sie hätten sich dann durchgesetzt in der Mehrheit auf- auf ein, ehm, lineares Gleichungssystem. (Anfang der Reflexion des Lehrers Nr. 1225 im Interview zur Tutoringsituation 1:4)

Der Lehrer geht zuerst auf das Fachgespräch ein, d. h. auf die unterschiedlichen Lösungswege. Die Gesprächsorganisation wird ebenfalls erwähnt. Dem Lehrer ist bewusst, dass er die Richtung des Gesprächsablaufes (stark) gelenkt hat (vgl. die Aussagen, *ob das meine- an meiner Moderation lag, oder ob sie von sich aus, wenn man sie alleine gelassen hätte, ehm, ich nehme an dass sie- ob sie dann diese verschiedenen Vorschläge überhaupt weiter verfolgt hätten. [...] Das heisst, dass der Vorschlag von der [S4], mit einem, dass man gleich fünfunddreissig minus X hinschreiben kann, der wäre wahrscheinlich unter den Tisch gefallen*). Die fachlichen Schwierigkeiten der Lernenden sind für ihn ein weiteres zentrales Thema. Bei der Schülerin S2 hat er die meisten Schwierigkeiten gespürt und deshalb hat er mit ihr mehrere Lehr-Schüler-Dialoge angefangen (*Ehm, ich habe grad- ich habe gedacht, dass ich, eh, die [S2], dass die [S2] offensichtlich die grösseren Schwierigkeiten hatte, überhaupt anzufangen. Deshalb hab ich mehrfach mit ihr direkt gesprochen.*). Diese Aussage der Lehrkraft kann als Begründung dazu dienen, warum er nicht das ganze Tutoringsgespräch als Polylog mit allen Lernenden hat durchführen können.

Bei der Schülerin S2 wie auch bei der Schülerin S4 musste der Lehrer aus seiner Sicht immer nachhaken. Bei der Schülerin S4 musste er auch darauf achten, dass sie nicht aufgibt bzw. ihren eigenen Lösungsweg nicht aufgibt (*bitte bleib am Ball*). Die Schülerin S2 musste *angeschoben werden*. Bei den männlichen Lernenden war dies nicht nötig. Das Verhalten von Schüler S1 bezeichnet der Lehrer, der den Schüler ja kennt, als typisch (*[S1] ehm, war auch typisch, eh, dachte ich, dass er irgendwas rausposaunt, was- eh, was sich nachher als nicht richtig erweist, [...]*). Der Lehrer gibt an, dass er für diese Inputs von S1 jeweils dankbar ist, weil man darauf aufbauen kann (*aber solche falschen Sachen nehme ich immer sehr dankbar auf, weil sie immer abgrenzen vom Falschen. Sind also Fehler sind sehr, sehr, sehr nützlich.*). Das Eingehen der Lehrkraft 1225 auf die *falschen Sachen* erinnert mit Blick auf die Theorie an den Begriff des negativen Wissens (Oser & Spychiger, 2005). Das negative Wissen ist ein Schutzwissen, das abgrenzen kann vom falschen Vorgehen⁵⁷. Für die Lehrkraft erweisen sich die geäußerten nicht ganz stimmigen Ideen von S1 als Gelegenheit, auf wichtige Grundsätze einzugehen. Als Beispiel dafür kann nochmals auf den Transkriptauszug 1225.3 verwiesen werden, in dem der Lehrer nun explizit sagen konnte, was das Einsetzen einer Variablen bedeutet: Min. 01:34:17, T: *Also X gleich siebenunddreissig bringt nicht sehr viel. Was, eh, X nennen wir immer das, was wir nicht wissen*. Ohne die Äusserung des Lernenden S1 hätte der Lehrer nicht die Gelegenheit gehabt, explizit zu erwähnen, dass X immer dasjenige ist, was man nicht weiss. Der Lehrer kann, wie er es selbst im Interview verdeutlicht, geschickt auf die Schwierigkeiten der Lernenden eingehen und darauf aufbauen, um wichtige Grundsätze beim Lösen von Textaufgaben nochmals zu thematisieren.

Auf die Frage, ob die Lernenden verstanden haben, antwortet der Lehrer folgendermassen:

Interviewauszug 1225.2

Habe ich hier mein Ziel erreicht? Was war das Ziel? Dass sie es verstehen. Ehm. Nur-ich denke, nur zum Teil. Diese Aufgabe ja. Ob das bei der nächsten, bei den Mädchen wieder der Fall sein wird, weiss ich nicht. Da hab ich zumindest grössere Zweifel.

Wenn wir die Resultate der Lernenden bei den Transferaufgaben betrachten, so stimmt die Einschätzung des Lehrers recht gut, denn die beiden Schüler S1 und

⁵⁷ „Weil ich erkenne, dass sich etwas als falsch, unüblich oder unklar darstellt oder wie es nicht funktioniert, bilde ich eine Kontrolle aus, die auf der Metaebene meine Erkenntnishandlung beeinflusst“ (Oser & Spychiger, 2005, S. 30).

S3 konnten die Transferaufgabe korrekt lösen. Die Mädchen konnten zwar korrekte Gleichungen aufschreiben, konnten aber kein korrektes Ergebnis auf ihrem Aufgabenblatt notieren.

Auf die Frage zur Sitzordnung antwortet der Lehrer mit dieser Aussage:

Interviewauszug 1225.3

Warum ich die Sitzordnung so gewählt hatte? Eh, erstens, damit die Kameras gut aufnehmen können. Zweitens, dass wir näher zusammen sind, eh, ich hätte- die Alternative, an die ich dachte, war, sie ordentlich in eine Reihe zu- zu setzen. Ich dachte aber, es ist besser, dass sie, ehm, so ihre eigenen Lösungsvorschläge einbringen. Sonst hätten wirs eventuell an der Tafel gemacht, wäre das etwas frontaler gewesen.

Der Lehrer hat folglich bewusst eine Sitzordnung gewählt, bei der alle Teilnehmenden näher zusammen sitzen. Er bezweckte damit, dass jede/r Lernende seine eigenen Lösungsvorschläge einbringen konnte. Der Lehrer hat sich vor der Tutoringsituation auch eine andere Sitzordnung überlegt, nämlich, die Lernenden *ordentlich in eine Reihe zu- zu setzen*. Dann hätte er als Lehrperson an der Tafel gestanden, was zur Folge gehabt hätte, dass ein frontales Setting entstanden wäre⁵⁸. Betrachtet man die Mikroanalyse des ganzen Lehr-Lerngespräches, so muss man jedoch im Vergleich zu einigen Vorgehensweisen anderer Lehrkräfte anmerken, dass die Herangehensweise trotz der räumlichen Sitzordnung an einem Gruppentisch eher lehrergesteuert war, da nur sehr wenige Peerinteraktionen vorgekommen sind und der Lehrer sowohl den Ablauf (z. B. Gesprächsorganisation und Einbringen von Unterthemen) als auch die Sozialform (jeder löst auf seine Art und Weise) weitgehend selbst bestimmt hat.

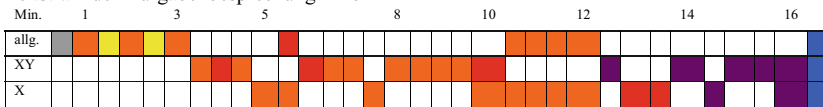
7.4.3.4 Synthese des Falles 1225

Betrachtet man den Prozess des Lösens dieser mathematischen Textaufgabe in dieser Kleingruppenunterrichtssituation, so kann abschliessend gesagt werden, dass alle Lösungsschritte, welche laut Theorie vorkommen sollten, im mündlich formulierten Lehr-Lerngespräch tatsächlich vorkommen, und zwar in derjenigen Reihenfolge, wie die Theorie sie erwartet (vgl. dazu den Zeitstrahl Abbildung 7.31). Über das Textverständnis und die Situationsanalyse wird, prozentual betrachtet, sehr wenig gesagt. Der Schritt der Mathematisierung nimmt die meiste Zeit in Anspruch (etwas mehr als die Hälfte der Zeit) und enthält viele Wiederholungen schon einmal formulierter Erkenntnisse, wie in den detaillierten Analysen der einzelnen Transkriptauszüge aufgezeigt werden konnte. Der Grund dafür liegt

⁵⁸ Drei Lehrkräfte aus unserem Sample haben dieses frontlere Setting gewählt (Nr. 2104, 2106 und 2205).

u. a. darin, dass es vier Lernende sind, welche in ihrem je eigenen unterschiedlichen Tempo vorgehen und unterschiedlich viel Unterstützung von der Lehrperson benötigen, welche diese ihnen auch bietet. Zudem werden zwei unterschiedliche Lösungswege eingeschlagen, welche sich in der Mathematisierung unterscheiden und nicht so sehr beim Lösen der Gleichung(en). Es wird am Ende, nachdem das numerische Ergebnis gesagt und die Probe gemacht wurde, ein Rückblick gemacht. Dieser beinhaltet einen kurzen Vergleich über die unterschiedlichen Lösungswege, welcher mit den Fachbegriffen *lineare Gleichung* und *lineares Gleichungssystem* erklärt wird.

Zeitstrahl der Aufgabenbesprechung 1225



Legende: Textverständnis, Situationsanalyse, Mathematisierung I, Mathematisierung II, Ausrechnen, Antwortsatz, Rückblick, Schriftlichkeit. Lösungsweg mit Variable X wird von S4, Lösungsweg mit den Variablen XY wird von S1, S2, S3 gewählt. Die Gruppe äussert durchschnittlich 10 Turns pro 30-Sekundenfeld.

Abbildung 7.31 Aufgabenanalyse nach den Lösungsschritten

Partizipationsstruktur: Die Kreatorrollen der Lernenden und die „Teachermoves“ des Lehrers

Betrachtet man die Interaktionsform dieses Lehr-Lerngespräches, so sieht man, dass sich Dialoge zwischen dem Lehrer und den einzelnen Lernenden mit Polylogen abwechseln. Die Auszählung der einzelnen Schüleräusserungen in Bezug auf ihre Autorschaft, d. h., ob sie substanzielle Lösungs(teil)schritte selbst einbringen (Kreatorrolle), ergibt, dass alle Lernenden einige solche Äusserungen machen. S1 bringt am meisten solche eigenständigen, auf die Mathematik bezogenen Äusserungen ein, macht aber auch etliche Vorschläge, welche in eine Sackgasse führen würden, wenn der Lehrer oder die anderen Lernenden ihn nicht bremsen würden. Die Mikroanalyse hat gezeigt, dass der Lehrer sehr viel nachfragt, so dass die Schüler und Schülerinnen schliesslich selbst auf die korrekten (Teil-)Antworten kommen. Bei der Kodierung der Kreatoräusserungen der Lernenden wurden deshalb bei den Auswertungen viele Lernendenäusserungen „nur“ als Ko-Kreator kodiert, weil der Lehrer eine so spezifische Nachfrage gestellt hatte, dass man nicht sagen kann, dass die Schüler und Schülerinnen alleine auf die Antwort gekommen wären ohne Lehrerintervention. Dennoch kann man sagen, dass die

Lernenden dieser Gruppe nicht – oder zumindest nicht nur – als Stichwortgeber bezeichnet werden dürfen. Der Lehrer bringt selten einen Lösungsschritt explizit selbst ein (er ist folglich nie der Kreator), sondern er vollzieht ein Scaffolding mit Hinweisen und (Nach-)Fragen. Der Schüler S3 kann oft sehr gut auf die Hinweise des Lehrers eingehen und somit auf die Fehlvorstellungen von S1 korrigierend einwirken. Auch die Schülerin S4 kann das ab und zu. Diese Lernenden warten jedoch meist auf eine Initiative des Lehrers, bevor sie ihre Argumente den Aussagen eines Mitschülers entgegenhalten. Es gibt nur sehr selten echte Peerdiskussionen über den Lösungsweg, obwohl zwei unterschiedliche Lösungswege vollständig und parallel zueinander erarbeitet werden. Der Lehrer übernimmt die Gesprächsführung und bestimmt den Ablauf. Er macht das aber meist auf eine Art und Weise, dass die Lernenden viele inhaltlich substantielle Beiträge einbringen können und miteinander am gleichen Lösungsweg herumprobieren. Wenn man seine Lehreräußerungen im Einzelnen betrachtet und das Kodiersystem des Accountable Talk (Michaels, O'Connor & Hall, with Resnick, 2010) anwendet (vgl. Abschnitt 6.5.6), zeigt sich, dass er viele Beiträge einbringt, welche dazu dienen, dass die Lernenden genauer werden in ihren Äußerungen (*pressing for accuracy*), einander zuhören (*keeping everyone together*), aufeinander eingehen (*linking contributions*) oder einander antworten (*challenging students*). Er fasst oft das erarbeitete Wissen zusammen (*recapping*) (z. B. in Min. 06:35:00 T: *Moment, was *wollen wir* eigentlich? Wir wollen ja wissen, das eine haben wir ja aufgeschrieben, dass die Zahl der Hühner und der – und der – was ist das andere, der Kaninchen zusammen fünfunddreissig. Sind wir einverstanden, ja? Wir wissen doch, dass alle zusammen vierundneunzig Beine haben. Wie viel Beine haben die Kaninchen?*). Oder er betont, was sie schon herausgefunden haben (*marking*) (z. B. in Min. 09:18:14, T: *X Ha--/Hasen haben vier mal X Beine.*) und fokussiert damit die Aufmerksamkeit der Lernenden auf das Wesentliche der Aufgabenstellung. In seinen Unterstützungsdialogen mit einzelnen Lernenden gibt er Tipps, wie sie vorgehen sollen (*modeling*) (z. B. Min. 13:12:18, T zu S4: *//So, jetzt such mal in deinem Text, wo stehen die Beine von den Hühnern, wo stehen die Beine von den, eh, Kaninchen als Term.*).

7.5 Fünf weitere Fallportraits

Bei den drei Fallanalysen wurde versucht, der Vielschichtigkeit und Mehrdimensionalität der einzelnen Vorgehensweisen zur Gestaltung der Lehr-Lerngespräche Rechnung zu tragen, indem die ganze tutorielle Situation oder Kleingruppenunterrichtssituation sequenzweise vorgestellt und narrativ interpretiert wurde.

Nachfolgend werden in diesem Kapitel einige weitere Tutoringsituationen anhand von Portraits nacherzählt und analysiert. Diese Fallanalysen werden (Fall-) Portraits genannt, weil nur ausgewählte Schlüsselszenen und nicht mehr die vollständige Tutoringsituation beschrieben und interpretiert werden. Der Fokus der Interpretation liegt vermehrt auf der spezifischen Eigenheit der ausgewählten Fälle (wie Stillarbeit, Teamwork, Lösungsweg nebensächlich, Einzelcoaching, Kontroverse über zwei unterschiedliche Lösungswege), so dass die Beschreibungen entweder wie gewohnt dem zeitlichen Ablauf folgend oder thematisch den Hauptpunkten der Fälle nach besprochen werden⁵⁹. Es kommen bei den Portraits zudem auch Fälle zum Zuge, welche die schwierigste Aufgabe (die Vogelspinnenaufgabe) oder die einfachste Aufgabe (ohne die Weinbergschnecken) ausgewählt haben (vgl. Abschnitt 6.2.1). Die Problemlösevorgänge sind folglich nicht mehr vollständig deckungsgleich, obwohl die Aufgabenstellungen Varianten derselben Aufgabe sind. Für die Analyse ist dies besonders in den Zeitstrahlen zu beachten⁶⁰.

Es wurden Fälle ausgewählt, bei denen die Lehrpersonen die Schwerpunkte ihrer Behandlung oder ihres Settings je anders gelegt haben. Beim Fall 2106 ist der Fokus eher auf ein sehr systematisches Vorgehen im Problemlöseprozess gerichtet. Die Lehrperson steht an der Tafel und die Interaktionsstruktur entspricht nahezu einer üblichen Lektion im Klassenunterricht. Die vier Lernenden sitzen alle nebeneinander, frontal zur Wandtafel gerichtet. Seinen Unterrichtsstil kann man zu Beginn der Lektion als problemlösend, dann als fragend-entwickelndes Unterrichtsgespräch charakterisieren. Auffallend sind die vielen Stillarbeitszeiten, welche den Lernenden zum Lösen der Aufgabe zur Verfügung gestellt werden. Der Fall 2105 hingegen zielt auf ein individuelles Coaching der einzelnen Lernenden ab. Jede/r der vier Lernenden löst die Aufgabe mit einem für ihn/sie passenden Weg. Der Lehrer unterstützt sie dabei, macht folglich für jeden Lernenden ein Einzelscaffolding. Bei zwei weiteren ausgewählten Fällen scheint die Interaktion der Lernenden untereinander zentral zu sein (Fall 2113 und Fall 1107). Der Austausch der Gedankengänge hat eine grosse Bedeutung: Die Anlage ist so, dass echte Gruppenarbeit stattfinden könnte. Auffallend bei diesen Fällen ist der vergleichsweise hohe Prozentsatz der Redeanteile der Lernenden im Gesamtgespräch. Die Peerinteraktionen umfassen fast 50 % der Redeanteile (Fall 2113:

⁵⁹ Die Reihenfolge der Transkriptauszüge ist nicht mehr chronologisch dem Ablauf nach angeordnet, sondern bezogen auf den Fokus der Gruppenunterrichtsgespräche.

⁶⁰ Aus diesem Grund sind bei der Analyse des aufgabenbezogenen Vorgehens (vgl. Abschnitt 7.2) drei Unterkapitel je nach Aufgabenvariante gemacht worden.

45 % und Fall 1107: 48 %). Die Gruppe 1118 wurde ausgewählt, weil ein Lernender, S3, gewissermassen die Führung des Problemlöseprozesses übernimmt. Er ist jedoch mit dem inhaltlichen Beitrag eines anderen Lernenden, S4, nicht einverstanden. S4 hat schon nach vier Minuten die Lösung gefunden, aber S3 ist mit dem originellen Vorgehen von S4 nicht einverstanden. Aus diesem Grund werden beim Fall 1118 zwei Lösungswege nacheinander vollständig besprochen.

Die Interpretationen der Fälle beruhen wiederum auf den aus der Theorie abgeleiteten Kriterien (vgl. Abbildung 6.23 in Abschnitt 6.6), denn ein Ziel dieser Studie ist es, die Spannweite und die Variationen von unserem Datensatz nachzuvollziehen. Gemeinsam ist unseren Kleingruppenunterrichtssituationen das äussere Setting: Eine Lehrperson löst zusammen mit vier ihrer eher schwächeren Schüler und Schülerinnen die vom Forschungsteam vorgegebene Kopf-Beine-Aufgabe (vgl. dazu Abschnitt 6.1 und 6.2). Es handelt sich somit bei allen untersuchten Lehr-Lerngesprächen um mathematisches Problemlösen in lehrerunterstützten Gruppenarbeiten mit einer identischen Aufgabe in drei Schwierigkeitsstufen.

Der Aufbau der nachfolgenden Portraits ist wiederum so gestaltet, dass jeweils am Anfang eine *Situierung* erfolgt. Diese beinhaltet Angaben zur Aufgabenstellung, zu den Teilnehmenden, ihrer Redeanteile, den gewählten Lösungswegen und den Problemlöseprozessen, dem didaktischen und methodischen Aufbau der Kleingruppenunterrichtssituation und der Partizipationsstruktur bzw. dem Interaktionsmuster. Die Besonderheiten, aufgrund derer diese Kleingruppen für die Portraits ausgewählt worden sind, werden auch bereits in der Situierung erwähnt. Nach der Situierung folgen wie bei den drei Fallanalysen *Rahmeninformationen*. Darauf folgt die *Hauptanalyse*, welche aus sequenziellen Mikroanalysen einzelner Videoausschnitte inklusive deren Interpretation besteht. Anschliessend werden wiederum *Kontextdaten* beigezogen, wie der Erfolg der einzelnen Lernenden bei der zusätzlichen Aufgabe und die Aussagen der Lehrperson im auf die Tutoringsituation folgenden Interview. Am Ende der Portraits folgt eine kurze *Synthese*, welche eine Zusammenfassung der Ergebnisse der Mikroanalyse und somit eine verdichtete Gesamtinterpretation beinhaltet.

7.5.1 Portrait Fall 2106: T: „Stoppt mal schnell“ – Stille Denkzeit, Frontalsetting

7.5.1.1 Situierung des Falles 2106 und Rahmeninformationen

Situierung des Falles 2106

Die Gruppe 2106, bestehend aus zwei Schülerinnen (S1 und S3) und zwei Schülern (S2 und S4) einer Sekundarklasse, löst die schwierigste Aufgabe, die Vogelspinnenaufgabe, mit Hilfe ihres Lehrers mittleren Alters in 15 Minuten in nur 102 Äusserungen. Diese Gruppe wurde für ein Portrait ausgewählt, weil sie folgende Besonderheiten aufweist: Den Lernenden wird im Problemlöseprozess viel stille⁶¹ Denkzeit eingeräumt, was sich auch in den relativ wenigen Äusserungen (nur 102) in der Gesamtdauer der Tutoringsituation zeigt. Eine weitere Besonderheit ist, dass die zwei Schüler die zusätzliche Aufgabe vollständig richtig lösen. (Die beiden Schülerinnen schreiben nicht viel zur Zusatzaufgabe auf ihrem Lösungsblatt hin, sie bezeichnen lediglich die Zwillingsskinderwagen mit x und die vierrädrigen mit 3x). Da für die Gesamtauswertung die erreichten Punktzahlen der jeweiligen vier Lernenden zusammengezählt wurden, erreicht diese Lerngruppe 16 Punkte, was im Vergleich aller Gruppen eines der besten Resultate ist. Zudem ist die Sitzordnung für eine Kleingruppensituation ungewöhnlich. Die Sitzordnung ist frontal ausgerichtet wie in einer normalen Klassenstunde. Auch heben die Schüler und Schülerinnen die Hand, wenn sie sich äussern möchten. Es melden sich des Öfteren mehrere Lernende gleichzeitig, so dass die Sprechanteile der einzelnen Lernenden auch vom Lehrer mitbestimmt werden und nicht nur von den sich äussern wollenden Lernenden. Dies ist im Vergleich mit den meisten Tutoringsituationen anders, denn in den anderen Kleingruppensituationen heben die Lernenden wenig die Hände und der Turnwechsel erfolgt, ähnlich wie im Alltagsgespräch, ohne Handerheben⁶². Aus diesen Gründen wird diese Form des Lehr-Lerngespräches bewusst als Kleinklassengespräch bezeichnet, auch wenn

⁶¹ Der Ausdruck «stille Denkzeit» mag für die Lesenden auf den ersten Blick wie ein Pleonasmus wirken. Die Formulierung wurde jedoch bewusst gewählt, weil die Schüler und Schülerinnen wirklich sehr oft still, d. h. jeder für sich, denkend und schreibend, an der Aufgabe arbeiten. In anderen Tutoringsituationen haben die Lernenden auch öfters „Denkzeit“, aber in dem Sinne, dass sie untereinander mündlich Gedanken austauschen und die Lehrperson sie dabei nicht unterbricht. Die Lehrperson verhält sich dann so, als ob sie nur Mithörer der Redebeiträge wäre, aber kein direkter Adressat der Turns. Eine solche Situation könnte als «Schülerdenkzeit» bezeichnet werden, aber nicht als «stille Denkzeit», wie sie in der Tutoringruppe 2106 oft vorkommt.

⁶² Allerdings vollziehen sich die Turnwechsel im Lehr-Lerngespräch bedeutend langsamer als in Alltagsgesprächen, d. h. es dauert im Durchschnitt länger, bis sich der nächste Interaktionspartner äussert. Diese Lehr-Lerngespräche sind problemlösende Gespräche, bei welchen

die Unterrichtssprache das Schweizerdeutsche anstatt des Hochdeutschen ist. Es ist in der Schweiz üblich, dass in Gruppen der Dialekt gesprochen wird. (Im Klassenunterricht sollte allerdings die Hochsprache gesprochen werden).

Die Form dieser Kleingruppenunterrichtssituation wechselt zwischen Klassengesprächen und Stillarbeit. Der Sprechanteil des Lehrers beträgt gesamthaft 60 % der geäußerten Turns und 80 % der gesprochenen Wörter. Die Turn- und Wörterverteilung der Lernenden untereinander ist ungleich: Schüler S4 sagt nur wenige Wörter (7 Turns mit gesamthaft 17 Wörtern). Allerdings ist zu bemerken, dass er nicht mehr sagen kann, da er nur wenig aufgerufen oder drangenommen wird vom Lehrer, obwohl er sich oft meldet. Sobald Schüler S4 aufgerufen wird und auf die meist enge Frage des Lehrers antwortet, gibt er korrekte Antworten. Der Schüler S2 und die Schülerin S3 reden relativ viel mit der Lehrperson (15 bzw. 13 Turns, welche 63 bzw. 74 Wörter enthalten). Der Redeanteil der Schülerin S1 ist im Mittelfeld (6 Turns, welche gesamthaft 39 Wörter umfassen). Es finden in dieser Gruppe selten Peerinteraktionen statt⁶³. Die Analyse der Partizipation in der sequenziellen Mikroanalyse wird aufzeigen, dass sich der Lehrer für das Partizipationsgeschehen verantwortlich fühlt. Er leitet das Gespräch, führt sichtbar Regie, d. h. er ist für alle Wendepunkte des Fachgesprächs zuständig, initiiert die Themenwechsel und führt neue Lösungsschritte ein. Es findet ein Fachunterricht statt, bei welchem der Lehrer den Lösungsweg mit einer Variablen (X) im eng strukturierten fragend-entwickelnden Kleinklassengespräch an die Wandtafel schreibt. Dieser Problemlöseprozess wird schrittweise aufgebaut, wobei als Besonderheit dieser Kleingruppenunterrichtssituation zu bemerken ist, dass schon zu Beginn des fachbezogenen Lehr-Lerngesprächs die Mathematisierung thematisiert wird. Auf das Situationsverständnis der Textaufgabe wird erst später eingegangen. Andere Lösungswege als derjenige mit einer Variablen werden nicht diskutiert. Es kann gesagt werden, dass der Fokus in dieser Kleingruppenunterrichtssituation auf dem Lösen der Aufgabe liegt und nicht vornehmlich auf dem Austausch der Ideen der Schüler und Schülerinnen untereinander. Dies zeigt sich

die Teilnehmenden mehr Zeit zum Nachdenken brauchen als im Alltagsgespräch und vermutlich auch mehr Hemmungen haben, sich zu äussern. Dies rührt sicherlich auch daher, dass das Gespräch in einem institutionellen Rahmen, der Schule, stattfindet: Die Aussage bzw. die Antwort, sollte korrekt sein.

⁶³ Es kommen zwei dialogische Peerinteraktionen vor, nämlich wenn die Schüler und Schülerinnen in der Stillarbeit sind und folglich kein offizielles polylogisches Klassengespräch stattfinden kann. Diese Peerinteraktionen finden während der Sequenz des Ausrechnens der Lösung statt. Es sind Nebengespräche, bei denen sich nur zwei Lernende unterhalten, ohne dass die anderen Teilnehmenden adressiert sind. Der Inhalt dieser Nebengespräche ist auf die Aufgabe bezogen.

schon zu Beginn der mündlichen Interaktion, wie der erste Transkriptauszug in der Hauptanalyse, der sequenziellen Mikroanalyse, zeigen wird.

Rahmeninformationen des Falles 2106

Aufgabe Nr. 3: Kopf-Beine-Aufgabe

Eine Tierhandlung ist spezialisiert auf Vogelspinnen (8 Beine) und Schlangen. Sie führt aber als Besonderheit auch seltene, 12-beinige Schmetterlingsraupen. Insgesamt gibt es 66 Tiere in der Tierhandlung. Es sind doppelt so viele Vogelspinnen wie Schlangen. Alle Tiere haben zusammen 432 Beine.

Dauer: 15 Minuten

Redeverteilung Turns: T: SS = 59 %: 41 %

Redeverteilung Wörter: T: SS = 79 %: 21 %



Abbildung 7.32 Die Teilnehmenden der Gruppe 2106 von links nach rechts S1w, S2m, S3w, S4m

Teilnehmende: zwei Schülerinnen (S1 und S3), zwei Schüler (S2 und S4),
Lehrer (T)

Lösungsweg in der Tutoringsituation: Gleichung mit einer Variablen (GL X)

Lösungswege in der zusätzlichen Aufgabe: (S1 – S4): $XY - X - (\text{unklar}) - X$

Korrekte Antworten in der zusätzlichen Aufgabe: nein – ja – nein – ja

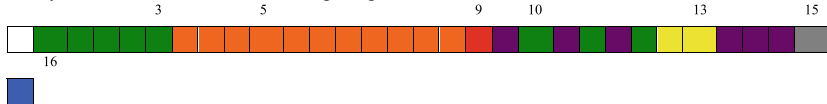
Punkte zusätzliche Aufgabe (S1 – S4): 2 – 6 – 2 – 6, LP: 16 Punkte

Punkte Notizblätter (S1 – S4): 4 – 3 – 4 – 5, LP: 16 Punkte

Echte Peersequenzen: 3 %

Raumsetting: frontal

Zeitstrahl der Aufgabenanalyse: Die Gruppe äussert durchschnittlich 5 Turns pro Feld,
Analyseeinheit 30 Sekunden. Lösungsweg: GL X



Legende: Textverständnis, Situationsanalyse, Mathematisierung I, Mathematisierung II, Ausrechnen,
Antwortsatz, Rückblick, Schriftlichkeit

7.5.1.2 Sequenzielle Mikroanalyse charakteristischer Abschnitte des Falles 2106

Es folgt nun eine sequenzielle Mikroanalyse etlicher Ausschnitte des Videos, welche mit Transkriptauszügen vorgestellt werden. Der Beginn der Tutoringsituation vollzieht sich folgendermassen (vgl. Transkriptauszug 2106.1)

Transkriptauszug 2106.1

00:07 S3 *Was jetzt*// zusammen oder nicht zusammen?

00:07 T //Gerade unten dran. Aufgabe eins.*

00:09 S3 *Zusammen oder nicht zusammen?*//

00:10 T //Nein, du für dich.*

00:12 S3 [enttäuscht]*Ah (toll).*

00:12 [Stillarbeit: Jede/r Lernende arbeitet still für sich. Die Schüler und
-02:56 Schülerinnen reden nicht miteinander. Sie schauen auch nicht auf die
Notizblätter der anderen. Der Lehrer geht vor den Bänken hin- und her und
schaut, was die Lernenden aufgeschrieben haben.]

Der Lehrer eröffnet das Gespräch (Min. 00:00 T: *Beginnen wir*) und sagt dann gleich, welche Aufgabe zu lösen ist (Min. 00:00, T: [...] *Aufgabe eins*) ohne dabei

einen Hinweis auf den Lösungsweg zu geben oder auf die Sozialform einzugehen. Die Schülerin S3 ist verunsichert (Min 00:00:07, S3: *Was jetzt?*) und fragt, ob sie die Aufgabe zusammen lösen dürfen oder nicht. Sie fragt folglich nach der Sozialform, wie der Unterricht ablaufen soll. Der Lehrer antwortet, ohne zu zögern, „*Nein, du für dich.*“ (T, Min. 00:10). Die Intonation der Schülerin S3 auf die Reaktion des Lehrers, (Min. 00:12, S3 *Ah (toll)*) zeigt, dass sie darüber enttäuscht ist und lieber eine andere Antwort erhalten hätte, also die Aufgabe lieber gemeinsam mit den anderen Lernenden gelöst hätte.

Bevor das problemlösende Kleinklassengespräch (ab Min. 02:56) beginnt, gibt der Lehrer den Lernenden eine lange Denkzeit – nämlich zweieinhalb Minuten, was fast einem Sechstel der geplanten bzw. vom Forschungsteam vorgegebenen Zeit von 15 Minuten entspricht –, während welcher die Schüler und Schülerinnen sich schriftlich jede/r für sich auf ihren Notizblättern Gedanken zum Lösungsweg machen. Diese Denkphase ist v. a. im Vergleich zu den anderen Tutoringsituationen aussergewöhnlich lang. Die Aufgabenlösung beginnt somit zunächst individuell-problemlösend und mit von den Lernenden selbstgesteuerten eigenen Lösungswegen. Das fragend-entwickelnde Kleinklassengespräch unter der Regie des Lehrers beginnt erst nach dieser Anfangsdenkzeit. Der Lehrer geht schweigend vor der Bankreihe hin- und her und kann folglich die Notizblätter der Lernenden im Blick haben. Allerdings ist bei genauer Betrachtung der Videos zu bemerken, dass der Lehrer nicht lange stehen bleibt und folglich wohl wenig von den spezifischen Gedankengängen der Lernenden mitbekommen kann. Da er nach einer gewissen Zeit ein Stocken der Schüler und Schülerinnen im Denk- bzw. Schreibprozess vermutet (Min. 03:00, T: *jetzt geht es auf einmal nicht mehr so richtig weiter*), unterbricht er die Schreibphase nach zweieinhalb Minuten und beginnt ein eng geführtes fragend-entwickelndes Unterrichtsgespräch, welches auf den Ansätzen der Lernenden aufbaut oder aufzubauen scheint⁶⁴ (Vgl. dazu den Transkriptauszug 2106.2, welcher den Beginn des Fachgesprächs bzw. des mündlichen Problemlöseprozesses aufzeigt).

⁶⁴ Es kann nicht sicher festgestellt werden, was die Lehrperson auf den Schülerblättern an eingeschlagenen Lösungswegen erkennen konnte. Wir wissen auch nicht genau, wie viel die Lernenden zu diesem Zeitpunkt schon geschrieben haben, denn wir verfügen als Datenmaterial nur über die vollständigen Notizblätter am Ende der Kleingruppenunterrichtssituation. Anhand der Aufzeichnung des Videos mit der Klassenkamera, bei welcher die Lernenden im Fokus stehen, kann manchmal eingeschätzt werden, was die Lernenden zu einem gewissen Zeitpunkt schon aufgeschrieben haben. Dies ist jedoch für diese Tutoringssequenz 2106 nicht oft möglich. Die Beschreibung dieser sprachlosen Sequenz der Stillarbeit enthält folglich immer auch eine Interpretation des Videomaterials.

Transkriptauszug 2106.2

- 02:56 T *Stoppt mal schnell*
- 03:00 T *Ich sehe, ihr habt an vielen richtigen Ansätzen begonnen und jetzt geht es auf einmal nicht mehr so richtig weiter. ... Fast alle von euch haben die Reihenfolge Schlangen *
- [S3 und S2 schauen kurz auf das Notizblatt ihres Nachbarn.]*
[T beginnt auf die Wandtafel zu schreiben.]
 [Wandtafel: Sch]
- 03:14 T *und als nächstes glaube ich die Vogelspinne, gell? *[T schreibt auf die Wandtafel: VS]* und schliesslich noch die Raupe. Was ist es? Schmetterlingsraupe. *[T schreibt auf die Wandtafel: SR]* Wie viele Schlangen hat es in diesem Geschäft? [S2]?*
- 03:28 S2 *Ehm, halb so viele wie Spinnen, also X*.
- 03:32 T *Also X zum Beispiel du hast es ja so bezeichnet.
[T schreibt auf die Wandtafel: Sch X]
 Spinnen doppelt so viele, zwei X *[T schreibt an die Wandtafel: VS 2X]*. Wie viele Seidenraupen – oder was sind es? Schmetterlingsraupen, sorry. *
- 03:44 T *Schmetterlingsraupen hast es in diesem Geschäft?*
- 03:47 S2 *Das weiss man (nicht) Keine Ahnung.*
- 03:48 T *Das weiss man nicht. Zusammen weiss man aber, sind es sechshundsechzig Tiere.
- S2 //Humm (Ja)//
- T Es hat X Schlangen, zwei X Vogelspinnen und zusammen sechshundsechzig Tiere. *
- 04:03 T *Ja wie viele ... von diesen Schmetterlingsraupen hat es dann?*
- 04:16 T *Macht ein Zahlenbeispiel für euch. Nehmt eine Zahl für X, für zwei X und dann rechnet aus, wie viele das es von den Schmetterlingsraupen sind, weil zusammen sind es ja sechshundsechzig. *
- S2 Wenn's 5 sind, sind 10 [ganz leise, eher zu S3]
- 04:27 T *Überlegt wie ihr es gerechnet habt, und dann könnt ihr es nämlich angeben.*

Eine plausible Vermutung beim Betrachten des Videos während der Stillarbeitsphase der Lernenden ist, dass der Lehrer auf den Notizblättern der Lernenden gesehen hat, dass sie die Schlange mit der Variable X bezeichnet haben und darauf gekommen sind, dass die Anzahl Vogelspinnen mit 2X bezeichnet werden kann. Zumindest ein Schüler oder eine Schülerin hat also damit begonnen, die

Mathematisierung (Schritt bzw. Kode 3.1a, c, d) aufzuschreiben. Über die Gedankengänge zum Textverständnis, zum Situationsverständnis und zur Fragestellung der Aufgabe erfahren wir bisher nichts, da noch nicht darüber gesprochen wurde.

Der Lehrer eröffnet das problemlösende Kleingruppengespräch, indem er explizit die Lernenden auffordert, ihre Gedankengänge zu unterbrechen (Min. 02:56 T: *Stoppt mal schnell*). Dann lobt er die Ansätze der Lernenden, was eine Würdigung der Lösungsansätze ist: Min: 03:00 T: *Ich sehe, ihr habt an vielen richtigen Ansätzen begonnen*. Er äussert zudem die Vermutung, dass die Schüler und Schülerinnen nun nicht mehr so richtig weiterkommen. Diese gesamte Äusserung kann in Bezug auf die Lehreräusserungen des Kodiersystems des Accountable Talk (vgl. Michaels et al., 2002, vgl. Abschnitt 6.5.6) als „keeping everyone together“ betrachtet werden, auch und besonders da sie zudem den Satz enthält, dass fast alle Schüler und Schülerinnen so weit gekommen sind (Min. 03:00, T: *„Fast alle von euch haben die Reihenfolge Schlangen“*). Die Lernenden reagieren darauf, indem sie die Notizblätter ihres Nachbarn betrachten und sich somit im Prinzip darauf einlassen, nun gemeinsam weiterzumachen. Sie brechen jedenfalls ihre Stillarbeit ab. Da der Lehrer nun beginnt, die Erkenntnisse, welche er als die Erkenntnisse der Schüler und Schülerinnen deklariert (Min. 03:32 T: *[...] du hast es ja so bezeichnet [...]*), an die Wandtafel zu schreiben, nimmt er sowohl von der gesprächsorganisatorischen wie auch von der fachbezogenen Rolle her die Führungsposition ein, denn er kann entscheiden, was er von den Äusserungen der Lernenden übernimmt und was er selbst als Erläuterung noch zusätzlich hinzuschreiben will. Weil er, wie schon gesagt worden ist, die Erkenntnisse, welche die Gruppe jetzt schon gesammelt hat, als Erkenntnisse der Schüler und Schülerinnen würdigt, kann diese Sequenz (Min. 03:00 bis Min. 03:32) zudem als Positioning der Gruppe der Lernenden als Autoren der Lösungsansätze gesehen werden.

Nun wird im nächsten Abschnitt kurz auf die Sequenz der Mathematisierung (Min. 02:56 bis Min. 08:52) eingegangen, d. h. auf die Lösungsschritte „Bezeichnen der Schmetterlingsraupen mit dem Term $66-3x$ “ (Lösungsschritt 3.1e) und das Aufstellen der Beingleichung (Lösungsschritte 3.1f und 3.2c, d, e). Die Sequenz der Mathematisierung dauert in dieser Gruppe 6 Minuten. Die didaktischen Settings sind, wie bereits gesagt, fragend-entwickelnde eng strukturierte Kleinklassengespräche, bei denen der Lehrer an der Wandtafel steht und die Teilergebnisse selbst aufschreibt. Dazwischen gibt es mehrere kleinere und eine grössere Stillarbeitsphase der Lernenden. So schlägt der Lehrer als erste Stillarbeit in Minute 04:16 den Lernenden vor, selbst für sich ein Zahlenbeispiel zu machen (Min. 04:16, T: *Macht mal ein Zahlenbeispiel für euch*), nachdem auf die erste Frage des Lehrers, (Min. 04:03, T: *wie viele ... von diesen Schmetterlingsraupen hat es dann?*) keine Antwort von den Lernenden gekommen ist. Diese

Stillarbeit hat das Ziel, dass die Lernenden selbst zur Bezeichnung der Raupen gelangen und im Kleinklassengespräch substantielle Kreatoräusserungen machen können, bei denen sie aufzeigen, dass sie diesen Lösungsschritt verstanden haben. Der Lehrer will diesen Lösungsschritt nicht selbst vormachen. Er traut seinen Lernenden zu, dass sie es schaffen, auch wenn die Lernenden davon nicht überzeugt sind. Denn zumindest einer der Schüler oder Schülerinnen hätte nach Minute 04:03 den Turn übernehmen sollen, was der Lehrer mit einer langen Pause als Zeichen für einen Turnwechsel anzeigt. Aber keine/r der Lernenden äussert sich, sie schweigen und geben damit an, dass sie nicht wissen, wie sie weiterfahren sollen. Aus diesem Grund schlägt der Lehrer wiederum eine Stillarbeitsphase vor, während der die Lernenden mit einem Zahlenbeispiel herausfinden sollen, wie man den Term für die Schmetterlingsraupen bestimmt.

Der Lehrer bleibt während der Stillarbeitsphase der Lernenden zuerst einmal 40 Sekunden bei der Wandtafel stehen. Dann begibt er sich näher zu den Schulbänken, steht vor S1 und S2. Als der Lehrer vor S3 steht, macht S3 die Bemerkung, dass das einen nicht weiterbringe (Min. 05:27). Der Lehrer greift den Input bzw. die Frage der Lernenden auf und führt zum Kleinklassengespräch über. Vergleiche dazu den Transkriptauszug 2106.3.

Transkriptauszug 2106.3

- 05:27 S3 Ja das bringt einem nicht weiter.
- 05:29 T *Doch, ich glaube schon. Du hast jetzt fünfzehn und einundfünfzig bekommen. Wie hast du es gemacht? Wie bist du auf die einundfünfzig gekommen?*
- 05:37 S3 *Ja, wenn X zwei sind und zwei X doppelt so viele, dann ist einfach der Rest, das sind die Schmetterlinge*.
[T begibt sich zur Wandtafel]
- 05:42 T *Voilà. Also du weisst: Das ist X, das ist zwei X und jetzt wie viel ist der Rest? Ja? *
- 05:51 S4 *Sechs min – sechsundsechzig minus drei X.*
- 05:53 T *Natürlich.* [T schreibt $66-3 \times$ an die Wandtafel.]
- 06:00 T *So, und jetzt müsst ihr die Sachen noch mit den Beinen schaukeln.*

Der Lehrer motiviert die Schülerin S3 in Minute 05:29 (T: *Doch, ich glaube schon [dass einem das weiterbringt]*) und verlangt dann explizit von S3 die Erklärung ihrer Rechnungsweise (Min. 05:29 T: [...] *Du hast jetzt fünfzehn und einundfünfzig bekommen. Wie hast du es gemacht?*). Wenn S3 ihre Rechnungsweise verbalisiert, kann sie den Schritt zur Verallgemeinerung machen. S3 erklärt ihr Rechnen auf ihre Weise in ihrer Schülersprache (Min. 05:37 S3: *Ja, wenn X zwei*

sind und zwei X doppelt so viele, dann ist einfach der Rest, das sind die Schmetterlinge.). Der Lehrer wiederholt den Anfang der Erklärung (Min. 05:42 T: *Voilà. Also du weisst: Das ist X, das ist zwei X*) und hakt nach, wie man denn jetzt den Rest berechnen kann. Interessant von der Partizipation her betrachtet ist, dass nun nicht S3, sondern S4 die Rechnungsweise sogleich auf die gestellte Aufgabe überträgt und $66-3x$ (Min. 05:51 S4: *Sechs min – sechsundsechzig minus drei X*) korrekt formuliert. Das Eingehen des Lehrers auf den Hilferuf von S3 (Min. 05: 27 S3: *Ja das bringt einem nicht weiter*) hat zu einem „Klassengespräch“ geführt, oder zumindest zu einem Gespräch unter drei Teilnehmenden. S4 hat sich einbezogen gefühlt und die korrekte Antwort gegeben.

Als der Term für die Schmetterlingsraupen, mündlich von S4 geäußert (Ko-Kreatoräusserung⁶⁵) und aufgeschrieben von der Lehrperson, auf der Tafel steht, geht der Lehrer sogleich zur Beingleichung über (Min. 06:00, T: *So, und jetzt müsst ihr die Sachen noch mit den Beinen schaukeln.*). Auch bei diesem Schritt lässt er die Lernenden zuerst einmal selbst denken. Der Lehrer verwendet sicherlich bewusst das Personalpronomen der zweiten Person Plural, „ihr“, und weist damit die Verantwortung für die Lösung den Lernenden zu. Er schweigt eine Minute und geht dabei weg von der Wandtafel und auch weg von den Schulbänken, was auch räumlich als «sich zurückziehen» interpretiert werden kann. Die Denkzeit der Lernenden wird von diesem Lehrer mehrfach initiiert und von ihm wirklich respektiert.

Das Kleinklassengespräch wird nach einer Minute wieder aufgenommen, indem der Lehrer die Stillarbeit und die Gedankengänge der Lernenden nochmals explizit unterbricht (Min. 07:11, T: *So, nochmals kurz unterbrechen.*) Er führt sodann die Lernenden mit gezielten kleinschrittigen Fragestellungen zur Beingleichung hin. Als Beispiel dazu werden die ersten beiden Fragestellungen des Lehrers aufgeführt (vgl. Transkriptauszug 2106.4).

Transkriptauszug 2106.4

- 07:18 T *Die ganze Sache mit den Beinen. Schlangen, es hat X Schlangen, wie viele Schlangenbeine sind in dem Fachgeschäft [S2]?
- S2 (null)
- T ... Eine Vogelspinne hat acht Beine.*

⁶⁵ Solche Interventionen der Lernenden werden als Ko-Kreatoräusserungen bezeichnet, weil eine Schülerin oder ein Schüler die korrekte Form geliefert hat, also stolz sein kann, es herausgefunden zu haben; allerdings hätte er oder sie es nicht ohne die Unterstützung der Lehrperson (oder eines anderen Teilnehmenden) geäußert. Vgl. dazu die Begriffsdefinitionen zum Produktdesign im Methodenteil Abschnitt 6.5.5).

07:34 T *Wieviele Beine bringen die Vogelspinnen in dieses Geschäft? ... Es hat zwei X Vogelspinnen. Jede Spinne hat acht Beine. [S4]?*

[S4 meldet sich]

07:45 S4 *Sechzehn X.*

Auch die Foto der Abbildung 7.33 soll verdeutlichen, wie die mündliche Erarbeitung der Mathematisierung in der Tutoringgruppe 2106 abläuft.



Abbildung 7.33 Der Lehrer ruft auch Schüler und Schülerinnen auf, welche sich nicht melden (Min. 08:21)

Aus dem Transkriptauszug 2106.4 und aus der Abbildung 7.33 wird erkennbar, dass die Beingleichung in einem fragend-entwickelnden Kleinklassengespräch an die Wandtafel geschrieben wird. Der Lehrer schreibt auf, was die Lernenden auf seine gezielt kleinschrittig gestellten Fragen antworten. Die Schüler und Schülerinnen heben die Hände und der Lehrer ruft die Lernenden auf. Er ruft auch Lernende auf, welche sich nicht melden und ist somit für die Turnverteilung verantwortlich. Beim Betrachten des Videos hat man manchmal das Gefühl, dass es sich eher um eine Prüfungssituation für die Lernenden handelt als um eine gemeinschaftliche Lehr-Lernsituation. Der Grund dafür könnte jedoch auch die geringe Teilnehmerzahl in einem als Klassengespräch geführten Unterricht sein:

Die Wahrscheinlichkeit, dass man aufgerufen wird, ist bei nur vier Lernenden erheblich erhöht.

Die Elemente der Gleichung stehen nach etwa 9 Minuten des Lehr-Lerngesprächs an der Wandtafel (Min. 08:52). Es ist zu betonen, dass nur die *Elemente* der Gleichung an der Tafel stehen. Die unterschiedlichen Terme, welche in die Gleichung hineingehören, sind aufgeschrieben, aber die Formulierung der Gleichung auf einer Zeile ist nicht vorgemacht worden. Aus der Fachperspektive des Lehrers steht jedoch die Gleichung an der Tafel, denn er sagt in Minute 08:52 *So. Und wenn ich jetzt noch eine Gleichung daraus mache, dann habe ich sie. [Der Lehrer schreibt das Gleichheitszeichen an die Tafel mit der Zahl 432]. Probiert diese Gleichung aufzulösen.* Der Lehrer leitet damit wieder eine Stillarbeitsphase ein. Diese dauert von Minute 08:52 bis Minute 12:06, also drei Minuten, was im Vergleich zu anderen Tutoringgruppen sehr lang ist. In der Stillarbeitsphase sollen sich die Lernenden – nach Ansicht des Lehrers – mit dem Lösungsschritt 4, dem Ausrechnen der Gleichung, beschäftigen. Wie sich später aus der Äusserung der Schülerin S3 in Minute 12:16 erkennen lässt (*[..]Ich bringe diese Gleichung da nicht (hin)*), ist jedoch die Formulierung der Gleichung noch nicht für jeden Schüler oder jede Schülerin klar. S3 erkennt noch keine Gleichung in dem, was an der Wandtafel steht. Sie ist somit noch nicht beim Lösungsschritt 4 angelangt, denn sie hat die Mathematisierung noch nicht verstanden. Auf der Wandtafel steht folgendes (vgl. Abbildung 7.34):

		Beine	
Sch	x	0	= 432
VS	2x	16x	
		+	
SR	66-3x	12(66-3x)	
	66		

Abbildung 7.34 Tafelanschrieb 2106 in Min. 08:52

Die Lernenden folgen der Anweisung des Lehrers, d. h. sie schweigen, schauen regelmässig an die Wandtafel und schreiben auf ihren eigenen Notizblättern etwas auf. Da nicht viel gesprochen wird, ist es schwierig, zu erkennen, was

die Lernenden genau machen. Der Vollständigkeit halber ist der Transkriptauszug der Stillarbeitsphase hier wiedergegeben:

Transkriptauszug 2106.5

[Die Schüler und Schülerinnen schreiben auf ihre Notizblätter und schauen regelmässig zur Tafel.]

09:49 T *Gehen sie nachher auch? * *[Zur Filmerin]*

[Jede/r Lernende arbeitet still für sich. Die Schüler und Schülerinnen reden gar nicht miteinander. Sie schauen auch nicht auf die Notizblätter der andern.]

10:29 T *Mhm. Und jetzt? * *[Der Lehrer steht vor dem Pult von S2.]*

[Die Schüler und Schülerinnen arbeiten immer noch still vor sich hin. Sie reden überhaupt nicht miteinander. Sie schauen auch nicht auf die Notizblätter der andern.]

[Der Lehrer zieht sich wieder zurück, er markiert räumlich, dass die Lernenden für sich arbeiten sollen.]

11:22 T *Fertig [S1]?

11:24 S1 *Ehm noch nicht ganz.*

[Glockengeläut] [Der Lehrer lässt sich nicht aus der Ruhe bringen, die Schüler und Schülerinnen auch nicht: Sie arbeiten still weiter⁶⁶]

Anhand der Notizblätter könnte versucht werden, zu erkennen, was die Lernenden rechnen, ob sie eine Gleichung formulieren oder anderswie versuchen, auf die Lösung der Textaufgabe zu kommen. Da anhand der Notizen jedoch nicht erkennbar ist, was sie machen⁶⁷, und von den Lernenden auch keine Frage gestellt wird, liegt die Vermutung nahe, dass die Schüler und Schülerinnen einfach abwarten, bis der Lehrer ihnen von sich aus weiterhilft. Es ist nämlich anhand der verwirrenden Notizen der Lernenden zu vermuten, dass keine/r das auf der Tafel Aufgeschriebene als eine sinnvolle Gleichung erkannt hat.

Der Lehrer unterbricht in Minute 12:06 – wieder einmal – mit seinem Stopp-Ruf (vgl. dazu den Transkriptauszug 2106.6) die schriftliche Arbeitsphase der Schüler und Schülerinnen.

⁶⁶ Da die Tutoringsituation jedoch nicht innerhalb einer normalen Schulstunde stattfindet, darf dies nicht überinterpretiert werden: Das Glockengeläute hat keine Bedeutung für diese Kleingruppenunterrichtssituation.

⁶⁷ Bei der Schülerin S1 stehen verschiedene Versuche einer Gleichung auf dem Notizblatt, nämlich $66x - 10x - 20x = 36 \times$ oder $66x - 3x = 63 \times$ oder $66 - 3x = 432 - 2x$; bei S2 und S4 stehen viele Zahlen da, wobei nicht klar ist, was die Lernenden rechnen. Beim Schüler S2 steht auch eine Gleichung auf seinem Blatt, nämlich $66 - 3x = 432$, was aber keine wahre Gleichung für diese Textaufgabe ist. Bei S3 steht keine Gleichung da, was sie dann eben in Minute 12:16 kund tut. Sie ist sich immerhin bewusst, dass sie keine Gleichung hinbekommt, mit der man etwas ausrechnen kann.

Transkriptauszug 2106.6

- 12:06 T *Stopp. Tun wir doch noch mal kurz unterbrechen. Was rechnest du überhaupt aus [S4]?*
- 12:12 S4 *(Die Beine).*
- 12:13 T *Die Beine. Und du ([S3])?*
- 12:16 S3 *Keine Ahnung. Ich bringe diese Gleichung da nicht (hin).*
- 12:19 T *Und du [S2]?*
- 12:20 S2 *Ich glaube, auch die Beine.*
- 12:21 T *Und du?*
- 12:23 S1 *Auch die Beine.*

Erst jetzt, nach zwölf Minuten intensiver Arbeit mit Setzen der Variablen, Aufstellen der Gleichung und Anfangen, diese zu lösen, fragt der Lehrer, was die Schüler und Schülerinnen denn überhaupt ausrechnen (Min. 12:06). Die Fragestellung der Textaufgabe ist vorgängig überhaupt nicht thematisiert worden. Die Lernenden antworten nacheinander, dass sie die Anzahl der Beine ausrechnen. Nun erst erarbeiten sie in einer kurzen Sequenz von einer Minute und darin enthaltenen 17 Turns gemeinsam die Fragestellung, wiederum angeleitet durch die gezielten engen Fragen des Lehrers im fragend-entwickelndem Unterrichtsgespräch. Warum der Lehrer erst jetzt die Fragestellung thematisiert, ist nicht definitiv zu klären. Die Vermutung liegt nahe, dass er bisher glaubte, dass allen Lernenden die bis hierhin entwickelten Lösungsschritte klar sind und sie die Darstellung an der Wandtafel als Tabelle, welche die Basis für eine sinnvolle Gleichung ist, interpretieren konnten. Dies scheint jedoch nicht zuzutreffen. Die „Tabelle“ steht, wie in der Abbildung 7.34 aufgezeichnet, ohne jegliche Linien an der Tafel. Für die Lernenden ist deshalb eventuell gar nicht klar, dass es sich um eine Tabelle handelt. In Bezug auf den Transkriptauszug 2106.6 muss betont werden, dass der Lehrer jetzt jeder/m einzelnen der vier Lernenden gezielt dieselbe Frage stellt. Er gibt sich jetzt nicht mit einer einzigen Antwort zufrieden, die er dann für die Klassenmeinung hält.

Der Transkriptauszug 2106.7 dokumentiert, wie die Fragestellung in dieser Gruppe erarbeitet wird.

Transkriptauszug 2106.7

- 12:24 T *Auch die Beine. Wo steht, man muss die Beine ausrechnen?*
- 12:28 Ss *Nirgends.*

- 12:29 T *Also, passt kurz auf. Es ist gar keine Frage dazu, wir haben jetzt einfach angenommen.
Es ist nicht falsch die Beine auszurechnen, wie viele Beine sind es von jeder Sorte.*
- 12:37 T *Aber was würde eigentlich noch mehr interessieren jetzt von der Aufgabe, von der Sache her?*
- 12:43 S3 *Wie viele Tiere.*
- 12:43 T *Natürlich, wie viele Tiere von jeder Sorte. () kannst natürlich sagen:
Es hat null Schlangenbeine, es hat dreihundertzwanzig oder weiss ich nicht wie viele Spinnenbeine*
- 12:53 T *und der Rest sind offenbar dann Raupenbeine. Aber es ist – wir sind gar nicht darauf gekommen, was da überhaupt gefragt ist.*

Nachdem jetzt in Minute 12:53 die Fragestellung formuliert worden ist, erklärt die Lehrperson noch schnell die Gleichung (vgl. dazu den Transkriptauszug 2106.8). Er erinnert sich, dass S3 zuvor (in Min. 12:16) gesagt hat, dass sie keine Gleichung aufstellen kann. Dabei betont er, dass die Gleichung ja schon an der Tafel steht (Min. 13:11 T: *Sie steht ja schon da*).

Transkriptauszug 2106.8

- 13:11 T [...] Ich komme schnell zu der Gleichung zurück. ([S3]), du hast gesagt, du kommst da überhaupt nicht draus. Sie steht ja schon da.*
- 13:20 T *Die sechzehn X Beine von den Vogelspinnen plus die zwölf mal sechsendsechzig minus drei X Beine von den Raupen, das gibt zusammen diese vierhundertzweiunddreissig Beine.*
[Die Lehrperson schreibt während dieses Turns die Gleichung in einer Zeile an die Tafel.]
Tafelanschrieb: $16x + 12(66-3x) = 432$

Die letzten zwei Minuten dieser Kleingruppenunterrichtssituation (Min. 13:37 bis Min. 15:15) sind wiederum als ein fragend-entwickelndes Kleinklassengespräch gestaltet. Es wird gemeinsam die Lösung für x ausgerechnet ($x = 18$), die Bedeutung von x geklärt ($x =$ Schlangen) und die Anzahl der anderen Tierarten berechnet; dies als eine Art von mündlicher Formulierung des Antwortsatzes. Vom Lehrer wird nochmals erwähnt, dass man einen Umweg über die Beine gemacht hat, aber man eigentlich nicht die Anzahl der Beine ausrechnen will (Min. 15:07 T: **Voilà. Also wir sehen, ich mache schon einen Umweg über die Beine, aber ich muss gar nicht ausrechnen wie gross der Anteil von Raupen ist oder so. *Sondern ich komme mit X direkt die Zahl von den Schlangen**). Dieser letzte

lange aus 34 Wörtern bestehende Turn der Lehrperson wurde als kleiner *extended discourse* (Schleppenbach et al., 2007), als Rückblick, kodiert, weil nach der Lösung nochmals explizit über den Lösungsweg reflektiert wird. Es ist ein Metadiskurs über den eingeschlagenen Lösungsweg, welchen der Lehrer äussert. Er ist kurz, aber da nur in wenigen Tutoringsituationen ein solcher Exkurs über den Lösungsweg gemacht wird, ist er erwähnenswert.

7.5.1.3 Beizug der Kontextinformationen

Lösungswege und Resultate der zusätzlichen Aufgabe der Lernenden der Gruppe 2106

Die Lernenden lösen im Anschluss an den Kleinklassenunterricht eigenständig eine zusätzliche Aufgabe. Die Aufgabenstellung ist analog zur Vogelspinnenaufgabe die folgende:

Ein Kinderladen ist spezialisiert auf Kinderwagen. Er verkauft Kinderwagen mit drei und solche mit vier Rädern. Auch Zwilling-Kinderwagen mit 6 Rädern kann man kaufen. Es gibt dreimal so viele vierrädrige Kinderwagen wie Zwilling-Kinderwagen. Insgesamt gibt es 25 Kinderwagen mit total 93 Rädern.

Die Gruppe von Lehrperson 2106 erreicht beim Lösen der zusätzlichen Aufgabe gesamthaft 16 Punkte, was in Bezug auf die anderen Gruppen ein sehr guter Wert ist. Das Auswertungsraster kann im Methodenteil nachgelesen werden (vgl. Abschnitt 6.5.3). Gemäss diesem für alle Schüler und Schülerinnen des ganzen Datensatzes angewendeten Auswertungsraster werden maximal 6 Punkte pro Schüler oder Schülerin verteilt. Die zwei Schüler der Gruppe 2106 erreichen die Maximalpunktzahl (S2 und S4), die anderen zwei Lernenden erhalten nur je 2 Punkte (S1 und S3). Die Schülerinnen scheitern beide am Term für die dreirädrigen Kinderwagen. Die beiden stärkeren Schüler haben je auch die Probe gemacht, d. h. auch die Anzahl der Räder ausgerechnet und geprüft, ob sie wirklich auf die 93 Räder gesamthaft kommen. Dies ist bei dieser Gruppe besonders erwähnenswert, weil in der ganzen Kleingruppenunterrichtssituation nie von der Probe die Rede war. Die Lernenden greifen auf ihr in vorherigen Lektionen angestammtes Grundwissen zum Lösen von Textaufgaben zurück.

Im Datenmaterial des Forschungsprojektes „Didaktische Kommunikation und Bildungswirkungen im problemorientierten Mathematikunterricht“ (Reusser &

Pauli 2012) sind auch Interviews mit den Lehrpersonen über die Tutoringsituationen vorhanden. Der Umfang des Transkriptes zum Interview mit dem Lehrer 2106 beträgt (nur) eine halbe Seite. Auffallend daran ist, dass er nur über das Niveau der für die 1:4 ausgewählten Lernenden spricht. So werden z. B. die Sozialform oder der eingeschlagene Lösungsweg nicht thematisiert. Der Lehrer hat die Lernenden so ausgewählt, „*dass es ein bisschen einen Querschnitt durch die Klasse gibt*“ (Transkript Textaufgaben T-2106/Reflexion, S. 2). Er bezeichnet S4 als den begabtesten Schüler in Mathematik unter den vier Lernenden, S3 als die Schwächste. Vielleicht könnte auch dies der Grund sein, warum der Lehrer auf die Schwierigkeiten von S3 eingeht und den sich oft meldenden S4 nicht ständig aufruft, wie weiter oben in den Transkriptauszügen zu sehen war. Der Lehrer differenziert sein Aufrufen und die Hilfestellungen nach dem (von ihm vermuteten) Niveau der Lernenden. Der Lehrer ruft wohl bewusst nicht nur den besten Schüler auf, welcher sich oft meldet und vermutlich auch das Ergebnis weiss, sondern möchte den anderen Lernenden ebenfalls die Chance geben, sich zu äussern.

Zu Beginn dieses Portraits wurde gesagt, dass der Fokus der Interaktion nicht auf den Austausch der Ideen der Lernenden untereinander gelegt worden ist. Dies kann durch die Interpretation der Beschreibung von Schüler S2 bestätigt werden. Der Lehrer sagt im Interview nämlich über S2: „*[...] ich glaube, er wäre alleine wahrscheinlich fast drauf gekommen, hat sich dann aber irgendwie von der Seite her beeinflussen lassen. Das war der Grund, warum ich dann sofort unterbrochen habe, gedacht habe, ich wollte [...] quasi in die richtigen oder in Bahnen zurück lenken [...]*“ (Transkript Textaufgaben T-2106/Reflexion, S. 2). Der Lehrer hat die Ideen der anderen Lernenden offenbar für schädlich für S2 gehalten, sie hätten S2 mehr verwirrt als geholfen. Diese Aussage zeigt die Einstellung dieses Lehrers, dem ein korrektes Vorgehen wichtiger ist als der Gedankenaustausch und eine Diskussion unter den Lernenden.

7.5.1.4 Synthese des Falles 2106

Die Tutoringgruppe 2106, welche aus vier Schweizer Sekundarschülern und -schülerinnen besteht, löst die schwierigste der drei Aufgaben, die Vogelspinnenaufgabe, zusammen mit ihrem Lehrer in einem eng strukturierten fragend-entwickelnden Kleinklassengespräch. Das Unterrichtsetting enthält auffallend viele stille Denkphasen für die Lernenden. Die Zeittabelle (vgl. Tabelle 7.15) veranschaulicht die Reihenfolge der Lösungsschritte dieser Gruppe und gibt an, wer die Initiierung dieser Schritte verantwortet. Es fällt auf, dass dies (fast) nur der Lehrer ist.

Tabelle 7.15 Zeittabelle des Lösungsprozesses der Gruppe 2106

Lösungsschritte	Initiierung
00:00 – 00:12 Aufgabe eins [<i>Auf dem Aufgabenblatt steht zuerst die Vogelspinnenaufgabe, danach diejenige mit den Weinbergschnecken.</i>]	Auswahl der Aufgabe durch Lehrer
00:12 – 02:56 Stillarbeit der SuS (T: <i>Versucht einfach mal, diese Aufgabe zu lösen.</i>)	
02:56 – 04:27 <u>Mathematisierung</u> (3.1): Variablenvergabe und Terme für die Tiergruppen	Fragend-entwickelnd, initiiert durch Lehrer
04:27 – 05:27 Stillarbeit der SuS in Bezug auf den Term für die Schmetterlingsraupen (3.1e)	
05:27 – 05:53 Mündliche Besprechung für den Term der Schmetterlingsraupen (3.1.e)	Fragend-entwickelnd, initiiert durch S3
06:00 – 07:11 Stillarbeit der SuS für die Beingleichung (3.1f und 3.2)	
07:11 – 08:51 Mündliche Besprechung der Beingleichung (3.1f und 3.2)	Fragend-entwickelnd, initiiert durch Lehrer
08:52 – 12:06 Stillarbeit der SuS zum <u>Auflösen der Gleichung</u> (4a) aus Lehrersicht. Jedoch zeigt sich, dass die SuS noch keine Gleichung auf ihren Notizblättern haben und folglich mit Lösungsschritt 3, der <u>Mathematisierung</u> , beschäftigt sind.	
12:06 – 13:06 Mündliche Besprechung der <u>Fragestellung</u> (2b)	Fragend-entwickelnd, initiiert durch Lehrer
13:11 – 13:20 Mündliche Besprechung der Gleichung (Der Lehrer schreibt sie an die Wandtafel und kommentiert sie unterdessen.) (3.2e)	Lehrervortrag, Monolog
13:37 – 14:39 Mündliches <u>Auflösen der Gleichung</u> (4a)	Fragend-entwickelnd, initiiert durch Lehrer

(Fortsetzung)

Tabelle 7.15 (Fortsetzung)

Lösungsschritte	Initiierung
14:41 – 15:06 Mündliche Besprechung der <u>Antwort (5)</u> (<i>*Und was heisst jetzt X gleich achtzehn?</i>)	Fragend-entwickelnd, initiiert durch Lehrer
15:07 – 15:15 Kurze mündliche Besprechung, warum man „über die Beine gehen musste“ (<u>Rückblick</u>) (6)	Lehrervortrag, Monolog

Der Lehrer behält während der ganzen Kleingruppenunterrichtssituation sowohl den Gesprächslead, also die strukturelle Organisation des Gespräches, wie auch die fachliche Leitung und Strukturierung des Lösungsprozesses fest in seiner Hand. Er unterbricht häufig die Gedankengänge der Lernenden: Min. 02:56 T: *Stoppt mal schnell*, Min. 07:11 T: *So, nochmals kurz unterbrechen.*; Min. 12:06 T: *Stopp. Tun wir doch noch mal kurz unterbrechen.* Er initiiert zudem die jeweiligen Lösungsschritte. Beispiele dazu sind folgende Äusserungen: Min. 03:48 T: *Das weiss man nicht. Zusammen weiss man aber, sind es sechsundsechzig Tiere*, ist die Initiierung des Lösungsschrittes für den Term für die Schmetterlingsraupen (Schritt 3.1, vgl. Abschnitt 6.2); Min. 06:00 T: *So, und jetzt müsst ihr die Sachen noch mit den Beinen schaukeln* ist die Initiierung für die Beingleichung (3.2); Min. 08:52 T: *So. Und wenn ich jetzt noch eine Gleichung daraus mache, dann habe ich sie. Probiert diese Gleichung aufzulösen* ist die Aufforderung, mit dem Auflösen der Gleichung zu beginnen, also mit dem Ausrechnen (4a); Min. 12:06 T: *Stopp. Tun wir doch noch mal kurz unterbrechen. Was rechnest du überhaupt aus [S4]?* ist die Aufforderung, die Fragestellung zu formulieren (2b). Die aufgeführten Lehrpersonenäusserungen sind dem Gesprächsablauf nach ausgewählt worden: Diese Gruppe spricht zuerst über die Mathematisierung (Variablen auswählen, Terme für die Tiere bilden, daraus eine Gleichung erstellen), bevor über die Fragestellung und das Situationsverständnis gesprochen wird. Das ist aussergewöhnlich und entspricht nicht dem theoretischen Modell für das Problemlösen von Textaufgaben. Die theoretisch logische Reihenfolge der Lösungsschritte wird in diesem mündlichen Unterrichtsgespräch nicht eingehalten. Der Lehrer merkt in Minute 12:06, dass nicht allen Lernenden die Fragestellung klar ist, da sie in der Aufgabenstellung nur implizit gesagt wird. Der Lehrer holt diesen Lösungsschritt nach, so dass am Ende der Kleingruppenunterrichtssituation alle Lösungsschritte thematisiert wurden.

In der gesamten Kleingruppenunterrichtssituation von 15:25 Minuten können die Lernenden sieben Minuten und vierzig Sekunden still für sich an der Aufgabe arbeiten. Das entspricht knapp der Hälfte der beanspruchten Zeit. Dies ist im Vergleich zu den anderen Tutoringsituationen ein sehr grosser Zeitraum, welchen der Lehrer den Schülern und Schülerinnen überlässt, damit sie in Stillarbeit auf die Lösung kommen. Auffallend ist demnach, dass der Lehrer den Lernenden viel Raum lässt, sich selbst eigenständige Gedanken zu machen. Er würdigt zudem die Ansätze der Lernenden: Min. 03:00 T: *Ich sehe, ihr habt an vielen richtigen Ansätzen begonnen [...]. Fast alle von euch haben die Reihenfolge Schlangen.* Dennoch gliedert der Lehrer das Gespräch so, dass die Schülerinnen und Schüler ihre Ansätze nicht selbst äussern können. Er paraphrasiert selbst, was er auf den Lernendennotizblättern gesehen hat (Min. 03:32 T: *Also X zum Beispiel du hast es ja so bezeichnet.*). Der Lehrer gestaltet das Gespräch so, dass sein eng strukturierter fragend-entwickelnder Unterricht auf den Lösungsansätzen der Lernenden aufbaut. Die Lernenden können regelmässig die fachlichen Stichworte geben, sie gestalten den Lösungsprozess mit.

Dieses Lehr-Lerngespräch startet, wie schon mehrmals betont wurde, mit dem Lösungsschritt der Mathematisierung anstatt mit der Situationsbeschreibung und der Formulierung der Fragestellung. Ein Grund dafür ist sicherlich, dass die Lernenden sich vor Beginn des mündlichen Problemlösegespräches selbst Gedanken gemacht haben und dass zumindest ein Schüler eine Variable (also einen Lösungsschritt der Mathematisierung, 3.1a, c) auf seinem Notizblatt aufgeschrieben hat. Der Lehrer denkt deshalb vermutlich, dass die Lernenden sich in ihren Gedanken die Fragestellung schon gestellt haben und nur noch Hilfe brauchen bei der Mathematisierung. Vielleicht überspringt der Lehrer deshalb die mündliche Besprechung zum Situationsverständnis: Die Interaktionsstruktur hat einen Einfluss auf den Problemlöseprozess. Die Übergänge vor und nach der letzten Stillarbeitsphase (Min. 8:52 und Min. 12:06) können entsprechend interpretiert werden. Der Lehrer fordert zu Beginn der letzten Stillarbeit die Lernenden auf, die Gleichung aufzulösen: Min. 08:52 T: *So. Und wenn ich jetzt noch eine Gleichung daraus mache, dann habe ich sie. Probiert, diese Gleichung aufzulösen.* Die zu lösende Gleichung steht nur ansatzweise, d. h. nicht klar formuliert in einer Zeile, an der Wandtafel (siehe Wandtafelnotiz, welche weiter oben besprochen wurde, Lösungsschritt 4a). Er unterbricht diese Stillarbeitsphase nach drei Minuten und fragt nach der Fragestellung (Lösungsschritt 2b): Min. 12:06 T: *Stopp. Tun wir doch noch mal kurz unterbrechen. Was rechnest du überhaupt aus [S4]?* Ab Minute 12:00 löst die Gruppe gemeinsam mit starker Hilfe des Lehrers im fragend-entwickelnden Kleinklassengespräch die Textaufgabe, indem die Lernenden zuerst die Fragestellung gemeinsam formulieren, dann der Lehrer

die Gleichung erklärend an die Wandtafel schreibt und sie dann als Gruppe die Gleichung gemeinsam auflösen und die Antwort auf die Fragestellung formulieren. Der ganze Problemlöseprozess ist ausführlich erklärt worden, jedoch achtet dieser Lehrer nicht darauf, ob alle Lernenden diesen Problemlöseprozess schriftlich fixiert haben. Die Auswertung der Notizblätter der Lernenden ergab (vgl. Rahmeninformationen), dass kein/e Lernende/r den vollständigen Lösungsweg komplett nachvollziehbar aufgeschrieben hat. Es ist «nur» die Wandtafel, welche als schriftliches Dokument zum Nachvollzug des Lösungsweges dienen kann, die Notizblätter der Lernenden können nicht als «externer Speicher» (Staub, 2006) dienen, mit dem die Schüler und Schülerinnen den Problemlöseprozess repetieren können.

In Bezug auf die Rolle der Lernenden hinsichtlich der Partizipation im Lehr-Lerngespräch der Kleingruppenunterrichtssituation kann zusammengefasst werden, dass S4 derjenige ist, welcher sich häufig meldet und folglich gerne mehr mündlich teilgenommen hätte. Er ist in Bezug auf das Fachliche der hauptsächliche Kreator in der Sequenz der Mathematisierung. Zum Schüler S2 kann man sagen, dass er aufpasst und konzentriert ist, was sich besonders bei seiner Äusserung in Minute 14:27 zeigt, als er einen Rechnungsfehler der Lehrperson bemerkt (Min. 14:27, S2: *Was, es gibt nicht achtzig, es gibt sechzig*). Die Schülerin S3 äussert zweimal, dass sie nicht drauskomme (Min. 05:27, S3: *Ja das bringt einem nicht weiter* und Min. 12:16, S3: *Keine Ahnung. Ich bringe diese Gleichung da nicht (hin).*) Vom Redeanteil her spricht sie die meisten Wörter. Dies, weil der Lehrer die indirekten Fragen von S3 aufnimmt und sie öffentlich im Kleinklassensetting mit ihr bespricht (passiver Polylog, vgl. Abschnitt 6.5.4). Die Schülerin fällt in der Gruppe nicht als schlechteste Lernende auf, weil sie mit Hilfe der Anleitung des Lehrers etliche Kreationen machen kann (Fremdwahl). Sie selbst macht als spontane Äusserungen (Selbstwahl) fast nur Aussagen, welche ihr Nicht-Wissen kundtun. Der Redeanteil der Schülerin S1 liegt im Mittelfeld. Beim Betrachten der ganzen Kleingruppenunterrichtssituation fällt kein Lernender besonders auf, weder negativ noch positiv. Der Lehrer achtet sehr genau darauf, dass er alle ungefähr gleich häufig aufruft. Er kann das sehr gut organisieren, weil die Lernenden sich melden, bevor sie sich mitteilen können, und folglich der Lehrer die Redeanteile der Schüler und Schülerinnen bestimmt.

Wichtig zu bemerken ist weiterhin, dass der Lehrer immer präsent ist, auch wenn die Lernenden schriftlich arbeiten. Er läuft hin und her, betrachtet die Arbeitsblätter und unterstützt die Schüler und Schülerinnen mit gezielten Hilfestellungen und Fragen. Diese Unterstützung findet immer im Plenum statt, so dass alle Lernenden davon profitieren können.

Zum Schluss soll nochmals erwähnt werden, dass die Lernenden bei der zusätzlichen Aufgabe gut abschneiden (die zwei Schüler bringen selbstständig das richtige Ergebnis hin). Auf den Austausch der Ideen und Gedankengänge der Lernenden untereinander wird kein Gewicht gelegt und es finden keine Peerinteraktionen statt. Der Lösungsweg mit einer Gleichung und der Variable X ist in der Kleingruppenunterrichtssituation vollständig mündlich besprochen worden, wenn auch nicht in der üblichen Reihenfolge. Die Notizblätter der Lernenden sind am Ende der Lektion nicht vollständig ausgefüllt, d. h. sie enthalten keine muster-gültige Lösung, aber die mustergültige Lösung steht, aufgeschrieben vom Lehrer, an der Wandtafel.

7.5.2 Portrait Fall 2113: T: „Redet miteinander... alles, was ihr euch überlegt, reagiert aufeinander, ich schreite schon ein, wenn es sein muss.“ – Kollektiver Problemlöseprozess der Lernenden

7.5.2.1 Situierung des Falles 2113 und Rahmeninformationen

Situierung des Falles 2113

Die Gruppe 2113, bestehend aus zwei Schülern (S1 und S4) und zwei Schülerinnen (S2 und S3) und ihrem Lehrer mittleren Alters löst die erste Kopf-Beine-Aufgabe in 16 Minuten und 293 Äusserungen. Der zentrale Grund für die Auswahl der Tutoringgruppe 2113 ist der, dass diese Schülergruppe die Aufgabe im gemeinsamen Prozess ko-konstruktiv löst. Der Sprechanteil des Lehrers ist im Vergleich zu den meisten anderen Tutoringgruppen sehr gering: Der Lehrer spricht nur 26 % der Turns und 35 % der Wörter, was bedeutet, dass die Lernenden gemeinsam den grössten Anteil an Äusserungen (74 %) und an Wörtern (65 %) im Lehr-Lerngespräch haben. Die Lernenden diskutieren untereinander: Die Interaktion in diesem Lehr-Lerngespräch besteht zu 48 % aus Peerinteraktion (vgl. Abschnitt 7.3.2 und Tabelle 7.7). Vergleicht man den Redeanteil der Lernenden untereinander, so kann man feststellen, dass die Schüler und Schülerinnen etwa gleich viel sprechen: S1 spricht 22 % der Turns und 18 % der Wörter, S3 spricht 34 % der Turns und 33 % der Wörter und S4 spricht 39 % der Turns und 44 % der Wörter. Auffallend ist allerdings der Schüler S2, der mit nur 5 % der Turns und 4 % der Wörter sehr wenig sagt. Dies fällt der Lehrperson auf, welche in Minute 06:43 zu S2 sagt: „[S2], du sagst so wahnsinnig viel, ich staune.

[ironisch] S2: *Ja – T: La- lässt du alles auf dich zukommen und dann packst du aus?*⁶⁸

Analysiert man den Ablauf dieses Gruppenunterrichtsgesprächs auf den Problemlöseprozess und auf die Rolle der Lehrperson hin – welche verhältnismässig wenig sagt – so erkennt man, dass dieser Lehrer genau weiss, was üblicherweise die grösste Schwierigkeit der Lernenden beim Lösungsvorgang ist, nämlich zu erkennen, was das Einsetzen einer Variablen bedeutet: Welche Funktion hat eine Variable? Bei diesem Lehr-Lerngespräch lässt sich gut beobachten, dass eine Lehrperson, auch wenn sie sich wenig äussert, dennoch eine wichtige Rolle als Unterstützungsperson einnimmt. Dies wird im folgenden Hauptteil ab Transkriptauszug 2113.4 gezeigt. Zuerst wird nach den Rahmeninformationen der kollektive Problemlöseprozess anhand von exemplarischen Sequenzen dokumentiert und interpretiert. Der Aufbau dieses Portraits folgt nicht mehr dem chronologischen Ablauf des gesamten Lehr-Lerngesprächs, sondern fokussiert auf die in der Situierung genannten Punkte (ko-konstruktiver Problemlöseprozess der Lernenden und Rolle der Lehrperson dabei).

Rahmeninformationen des Falles 2113

Aufgabenstellung: Kopf-Beine-Aufgabe Nr. 1

In einem Gehege sieht Livia Kaninchen und Hühner. Alle Tiere zusammen haben 35 Köpfe und 94 Beine.

Dauer: 16:15 Minuten, 293 Äusserungen

Redeverteilung Turns: T: SS = 26 %: 74 %,

Redeverteilung Wörter: T: SS = 35 %: 65 %

Teilnehmende: zwei Schülerinnen (S1, S4) und zwei Schüler (S2, S3) und ihr Lehrer

Lösungsweg in der Tutoringsituation: 4 mal Gleichung mit einer Variablen (X)

⁶⁸ Die Kontextinformationen geben einen weiteren Hinweis zum Schüler S2: Im Interview sagt der Lehrer über S2, dass er der stärkste Schüler der Gruppe ist. Dies wissen im Grunde genommen auch die anderen Lernenden, denn sie kennen sich. Die Aussage von S4 in Minute 05.26 bestätigt das. Es fällt nämlich nicht nur dem Lehrer auf, dass S2 nur wenig sagt, denn S4 bemerkt schon vor der Äusserung des Lehrers das Schweigen von S2 (vgl. die Äusserungen von S3 und S4 in Min. 05:26:00, S3: *Ja, es stimmt, aber ich weiss nicht wie weiter. Man kommt nicht weiter mit dem.* S4: *[S2] kommt sicher weiter, er ist so ruhig.*

Lösungswege in der zusätzlichen Aufgabe ($S1 - S4$): X - X1Y1, X2Y2 - X - X
 Korrekte Antworten in der zusätzlichen Aufgabe ($S1 - S4$): ja - nein - nein - ja
 Antwortsatz bei der zusätzlichen Aufgabe ($S1 - S4$): ja - ja, ~~aber~~
~~durchgestrichen~~ - nein - ja

Punkte zusätzliche Aufgabe ($S1 - S4$): 6 - 0 - 2,5 - 6

Punkte Notizblätter ($S1 - S4$): 4 - 4 - kein Blatt abgegeben - kein Blatt
 abgegeben.

Echte Peersequenzen: 48 %

Raumsetting: Gruppentisch

LP	S1w	S2m
	S4w	S3m

Kamera

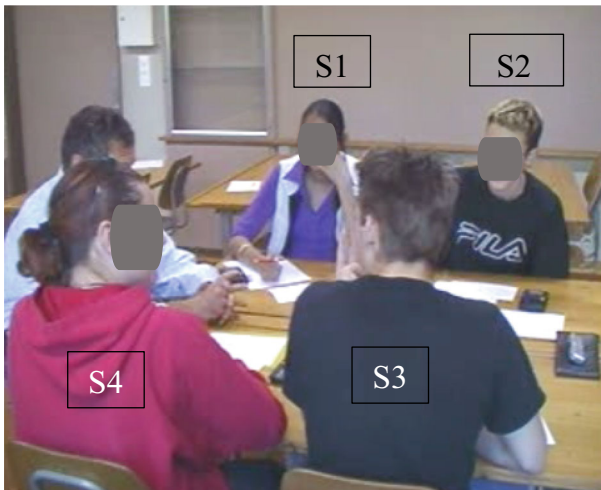
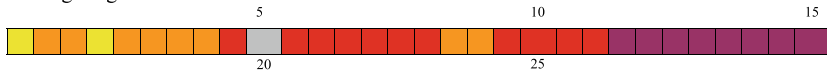


Abbildung 7.35 Tutoringgruppe 2113. Teilnehmende vom Lehrer aus im Uhrzeigersinn nummeriert: S1w und S2m mit Gesicht zum Betrachter, S3m (schwarzes T-Shirt) und S4w (roter Pullover)

Zeitstrahl der Aufgabenanalyse: Die Gruppe äussert durchschnittlich 10 Turns pro Feld.

Lösungsweg: X



Legende: Textverständnis, Situationsanalyse, Mathematisierung I, Mathematisierung II, Ausrechnen, Antwortsatz, Rückblick, Schriftlichkeit

Tabelle 7.16

Zusammenstellung der Häufigkeitsauszählungen Turns und Wörter zum Fall 2113

2113 Turns	2113 Wörter
T: 77 (26 %)	T: 786 (35 %)/Schnitt: 10.21
S1: 47 (22 %)	S1: 279 (18 %)/ Schnitt: 5.94
S2: 10 (5 %)	S2: 60 (4 %)/ Schnitt: 6.00
S3: 73 (34 %)	S3: 487 (33 %)/ Schnitt: 6.67
S4: 84 (39 %)	S4: 658 (44 %)/ Schnitt: 7.84
SS:	SS:
SN: 2	SN:
T: 77 <-> SS: 216	T: 786 <-> SuS: 1484
T26 %:S74 %	T: 35 % <-> SS: 65 %
Interaktionsdichte: 18.3 Turns pro Min.	Wörter: 2270/ Schnitt: 141.87
Min. 16	Min: 16:17

Legende: Die Prozentzahlen der Lehrperson beziehen sich auf die Gesamtmenge der Turns und Wörter, die Prozentzahlen der Lernenden hingegen beziehen sich nur auf die Gesamtmenge der Schüleräusserungen untereinander

7.5.2.2 Sequenzielle Mikroanalyse charakteristischer Abschnitte des Falles 2113

Anfangssequenz als Grundlegung des Teamworks der Lernenden

Der Transkriptauszug 2113.1 dokumentiert die Anfangsäußerung des Lehrers und den darauffolgenden Beginn des Gruppengesprächs der Lernenden.

Transkriptauszug 2113.1

- 00:00:25 T *Gut. Also. Es geht um die Aufgabe eins. Redet miteinander... alles, was ihr euch überlegt, reagiert aufeinander, ich schreite schon ein wenn, es sein muss.*
[Die Lernenden lesen die Aufgabe]
- 00:23:01 S3 *Also, es geht eigentlich darum, denke ich, dass Hühner nur zwei Beine haben und jetzt muss man herausfinden, wie viele Hühner im Stall sind und wie viele Kaninchen.
- 00:33:13 S3 *Da-das- diese Frage sehe ich eigentlich.*
- 00:36:28 S1 *Ich denke eben, wie viele ... Hühnerbeine und wie viele Kaninchenbeine, also ich meine-*
- 00:42:16 S3 *Nein, das ist irgendwie nicht logisch.*
- 00:45:11 S4 *Ganz klar ist, dass es höchstens fünfunddreissig Tiere haben kann- nein, dass es fünfunddreissig Tiere hat. Oder nicht? Wenn alle zusammen, ein Hase hat nur einen Kopf und ein Huhn hat nur einen Kopf ().*
- 00:59:15 S4 *In diesem Fall sind alle Tiere fünfunddreissig. () Und dann sollte man das wahrscheinlich mit einer Gleichung oder so lösen.*
- 01:10:27 S4 *Ja, machen wir- machen wir einmal X.*
- 01:13:11 S3 *() Ich schreibe da mal X eins, zwei, drei.*
- 01:16:15 S4 *Nein.*
- 01:17:17 S2 *K gleich oder H gleich.*
- 01:25:17 S3 *Macht ihr einen Kopf?*
- 01:27:02 S4 *Ja sicher.*
- 01:30:21 S4 *Was schreibst du überhaupt auf?*
- 01:32:24 S3 *Ich hätte jetzt eine Gleichung angefangen.*

Der Lehrer schlägt seinen Lernenden vor, dass sie die Aufgabe eins miteinander lösen und er erst dann einschreitet, wenn es nötig sein sollte: *Gut. Also. Es geht um die Aufgabe eins. Redet miteinander... alles, was ihr euch überlegt, reagiert aufeinander, ich schreite schon ein, wenn es sein muss* (Min. 00:25, T). Es ist der Lehrer, welcher seine Lernenden zur Teamarbeit motiviert. Die Lernenden gehen darauf ein, was sich am gesamten Interaktionsverlauf zeigt. Zunächst lesen die Schüler und Schülerinnen still jeder für sich die Textaufgabe. Dann übernimmt der Schüler S3 in Selbstwahl nach nur 20 Sekunden Lesezeit die erste Äusserung zur Problemlösung. Er beginnt mit einem Gliederungssignal (*also*), formuliert eine erste Feststellung (*[...] dass Hühner nur zwei Beine haben*) und sogleich die Fragestellung (*[...] und jetzt muss man herausfinden, wie viele Hühner im Stall sind und wie viele Kaninchen*). (Min. 0:25, S3). Er erwähnt explizit, dass dies die Fragestellung ist, welche er in der Aufgabe sieht (Min. 0:33, S3: *Da-das- diese*

Frage sehe ich eigentlich). Er macht folglich mit seiner Aussage auch einen Metadiskurs über die Strategie, wie man solche Aufgaben löst, nämlich indem man zuerst eine Fragestellung formuliert. Man kann diese Äusserung auch so interpretieren, dass er die anderen indirekt fragt, ob sie damit einverstanden sind. Seine Fragestellung wird von der Gruppe nicht einfach abgenickt, denn S1 schlägt ihre eigene Fragestellung vor: *Ich denke eben wie viele ... Hühnerbeine und wie viele Kaninchenbeine, also ich meine-* (Min. 0:36 S1). S3 lehnt die Fragestellung von S1 als nicht logisch ab. Die Lernenden diskutieren von Anfang an miteinander. Die Schülerin S4 betont nun, was gegeben ist (Min 0:45, S4: *Ganz klar ist, dass es höchstens fünfunddreissig Tiere haben kann- nein, dass es fünfunddreissig Tiere hat.*), und schlägt vor, dass man die Textaufgabe mit einer Gleichung lösen sollte, was auch wieder als Metadiskurs über die Lösungsstrategie gesehen werden kann (Min. 0:59, S4: *Und dann sollte man das wahrscheinlich mit einer Gleichung oder so lösen.*). Diese Lernenden wissen, wie man bei der Lösung von Textaufgaben vorgeht. S4 schlägt zugleich vor, X zu bestimmen (Min. 1:10, S4: *Ja, machen wir machen wir einmal X*), woraufhin S3 *X eins, zwei, drei* (Min. 01:13) aufschreibt und dies den anderen sagt (Min. 01:13, S3: *Ich schreibe da mal X eins, zwei, drei*). S4 lehnt es ab und S2 schlägt vor: *K gleich oder H gleich?* (Min. 01:17 S2). Es wird über jeden Lösungsschritt diskutiert. Es handelt sich um einen aktiven Polylog, bei dem sich alle Lernenden beteiligen.

Der Anfang dieses Gruppengesprächs ist so detailliert vorgestellt worden, weil man darin erkennen kann, dass alle Schüler und Schülerinnen beteiligt sind und dass sie wirklich miteinander diskutieren und aufeinander Bezug nehmen. Der Lehrer hält sich zurück, oder, aus fachdidaktischer Perspektive, kann sich zurückhalten, weil er die Vorschläge der Lernenden gelten lassen kann. Er hat zu Beginn gesagt, dass er eingreifen wird, wenn es nötig ist (vgl. Min 0:25, T: *ich schreite schon ein, wenn es sein muss.*). Die Lernenden haben die Fragestellung formuliert (Lösungsschritt 2b, vgl. Abschnitt 6.5.2), eine Situationsanalyse gemacht (2c) und mit der Mathematisierung begonnen (bestimmen der Variablen, 3.1, und Idee der Gleichung, 3.2). Aus Sicht der Konversationsanalyse kann noch gesagt werden, dass sich der Lehrer wirklich gänzlich zurückhält und nicht einmal ein bestätigendes *Hmm* oder *Ja* äussert. Er überlässt den Schülerinnen und Schülern wirklich die Diskussion über den Beginn der Aufgabenlösung ganz ohne Lehrerintervention.

Die Aussagen des Lehrers im nachfolgenden Interview (vgl. Kontextdaten) sagen aus, dass für ihn die Interaktion der Lernenden in so einem Setting zentral ist, er jedoch von der Realisierung dieser Schülergruppe noch nicht überzeugt ist (*Jeder schaut auf sein [Blatt], sie reden wohl miteinander. Aber wenn sie*

etwas machen wollen, jeder schreibt auf sein Blatt, Interview, Reflexion tutorielle Situationen 2113, S. 2). Die Abbildung 7.36 zeigt eine solche Situation. Sie ist aufgenommen, als S3 seine erste Äußerung zu Beginn der Aufgabenlösung sagt. Man erkennt, dass die anderen Lernenden alle noch auf ihr Blatt schauen.

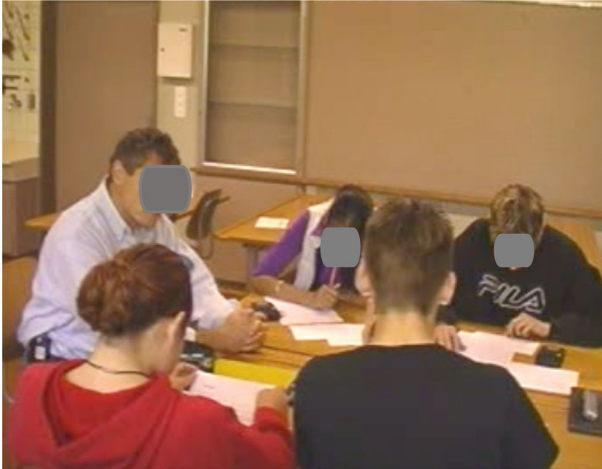


Abbildung 7.36 Erste Äußerung von S3, Minute 00:24

In der Analyse konnte festgestellt werden, dass dieser Schülergruppe das Teamwork der Lernenden untereinander im Vergleich zu den anderen Interaktionsformen, welche in unserem Datensatz vorkommen, sehr gelungen ist. Dies zeigt die oben erwähnte Häufigkeit der echten Peerinteraktionen von 48 % (vgl. Abschnitt 7.3.2 und Tabelle 7.7). Auch in Bezug auf die Abbildung 7.36 muss gesagt sein, dass sie nur eine Momentaufnahme ist, und die Lernenden schon manchmal zueinander aufschauen, wenn sie diskutieren (vgl. Abbildung 7.37).

Teamwork auch in fachlicher Perspektive?

Auch aus fachlicher Perspektive sind etliche Peerinteraktionen – immer im Vergleich zum empirischen Material dieses Datensatzes – gut gelungen, denn einige Inhalte von Sequenzen lassen, zumindest ansatzweise, einen Vergleich der Lösungswege erahnen. Die Lernenden diskutieren fachbezogen untereinander. Als Beispiel dient dazu der Transkriptauszug 2113.2, worin über das Verfahren, wie Gleichungen am besten gelöst werden, diskutiert wird.



Abbildung 7.37 Gruppe 2113, Minute 00:28 und Minute 00:30

Transkriptauszug 2113.2

- 10:15:06 S1 *Ich will die Anzahl Beine der... Kaninchen und der Hühner zusammenrechnen und das müsste ja nachher wieder diese vierundneunzig geben.*
- 10:23:07 T *Also, dann mach es doch.*
- 10:24:23 S3 *Ich habe noch na- noch etwas anderes herausgefunden. Wenn man jetzt die Anzahl der Hühnerbeine nimmt ist das gleich der Gesamtzahl minus den Hasenbeinen.*
- 10:32:26 T *Ist ja das Gleiche, was jetzt [S1] gesagt hat. Sie will einfach keine Subtraktion, sie sagt: Anzahl Kaninchenbeine plus Anzahl Hühnerbeine gibt vierundneunzig.*
[SuS rechnen schriftlich, jeder auf seinem eigenen Blatt.]
- 11:39:13 S3 *X gleich sieben, bekomme ich...habt ihr etwas anderes?*
- 11:44:02 S4 // *Warte.*
- 11:44:02 S1 // *Ich bin noch nicht fertig.*
- 11:45:15 S3 *Ja, meines geht einfach viel schneller, wenn Subtraktionen-*
- 11:49:07 S4 *Warte schnell, ich habe ein Durcheinander mit Plus und Minus.*
- 11:51:22 S3 *Ja, das ist halt-*
- 11:53:01 Ss {Gelächter}
- 11:54:05 S3 *Schau- schaut doch einmal, ihr habt-*
- 11:56:25 S4 *Nein, warte schnell, das stimmt schon, das stimmt schon so, das stimmt.*
- 12:00:07 S3 *[S1] wollte keine Subtraktion, aber es wäre viel einfacher gegangen.*

12:03:26 S4 *Warte.*

12:04:21 S1 *Ja, für mich ist das jetzt einfach logisch.*

So schlägt S3 in Minute 10:24 seinen eigenen Lösungsweg zur Diskussion vor (Min. 10:23, S3: *Ich habe noch na- noch etwas anderes herausgefunden.*). Derselbe Schüler fragt kurz darauf die anderen, ob sein Ergebnis stimmt (11:39:13, S3: *X gleich sieben, bekomme ich...habt ihr etwas anderes?* S4: */*Warte. S1 //Ich bin noch nicht fertig.*). Ab der Minute 11:45 diskutiert S3 seinen Lösungsweg und vergleicht ihn ansatzweise mit demjenigen von S1. (Min.11:45, S3: *Ja, meines geht einfach viel schneller, wenn Subtraktionen-*). Zum Schluss dieser Diskussion interveniert S1 und verteidigt ihren persönlichen Weg (*Ja, für mich ist das jetzt einfach logisch*).

Kollektiver Problemlöseprozess bei Textaufgaben

Nachdem das Augenmerk bisher insbesondere auf der Interaktionsform lag, soll nun auf den kollektiven Problemlöseprozess dieser Schülergruppe aus theoretischer Perspektive geachtet werden. Der Schüler S3 erwähnt gleich zu Beginn, als er das Schülergespräch startet, die von ihm vermutete Fragestellung (Min. 00:23, S3: *[..] jetzt muss man herausfinden wie viele Hühner im Stall sind und wie viele Kaninchen*). Auch die erste Äusserung von S4 gehört, wie die Fragestellung, zur Situationsanalyse (Lösungsschritt 2, vgl. Abschnitt 6.5.2). Sie verweist darauf, dass es zusammen 35 Tiere sind, (Min. 00:45, S4: *Ganz klar ist, dass es höchstens fünfunddreissig Tiere haben kann- nein, dass es fünfunddreissig Tiere hat. Oder nicht? Wenn alle zusammen, ein Hase hat nur einen Kopf und ein Huhn hat nur einen Kopf () In diesem Fall sind alle Tiere fünfunddreissig.*). S4 fährt gleich weiter mit zwei Schritten der Mathematisierung, nämlich mit der Idee, dass diese Aufgabe mit einer Gleichung gelöst werden kann und dass man dafür X bestimmen muss (Min. 00:59, S4: *Und dann sollte man das wahrscheinlich mit einer Gleichung oder so lösen. Ja, machen wir- machen wir einmal X.*) Die anderen Lernenden sind einverstanden, denn auch sie schreiben eine Variable auf (S3 schreibt „X eins, zwei, drei“ und S2 formuliert etwas über „K oder H“). Dann legen sie gemeinsam X fest. (Min. 02:36, S4: *[S3], was willst du als X? – S3: Nehmen wir Kaninchen, weil die mehr Beine haben. – S2: Ja, ist gut. – S4: Ja, ist gut.*). Zusammenfassend kann gesagt werden, dass diese Gruppe in der theoretisch festgestellten Abfolge der Lösungsschritte (vgl. Reusser, 1989) diese Textaufgabe gemeinsam löst (Situationsanalyse mit Formulierung der Fragestellung, Bestimmen der Variable X, Gleichung erstellen, Ausrechnen, Probe machen und schriftliche Formulierung des Antwortsatzes). Der Transkriptauszug 2113.3

zeigt nochmals einen Ausschnitt davon auf, um den kollektiven Problemlöseprozess dieser Gruppe auch am Schluss der Aufgabenlösung zu dokumentieren. Es geht im Transkriptauszug 2113.3 darum, dass die Schüler und Schülerinnen die Probe machen und einen Antwortsatz formulieren.

Transkriptauszug 2113.3

15:59:22	S4	//*Nein, es gibt vierundneunzig, ich habe gerechnet.*
16:02:02	T	*Stimmt es? //Es stimmt, ja.*
16:02:24	S3	//*Sie, ich habe es auch schon nachgerechnet.*
16:04:08	T	*Gut.*
16:05:06	S3	*Antwortsatz, Doppelpunkt.*
16:07:15	S4	Es sind zwölf Kaninchen *und dreiundzwanzig Hühner.*

Im Transkriptauszug 2113.3 fällt positiv auf, dass die Lernenden sich gegenseitig bestätigen (S3 in Min. 16:02) und ergänzen (S3 und S4 in Min. 16:05 und 16:07).

Die Rolle der Lehrperson

Nun soll auf die Rolle der Lehrperson in Bezug auf die fachbezogene Unterstützung eingegangen werden. Zu Anfang dieses Portraits wurde betont, dass dieser Lehrer im Vergleich zu anderen Tutoringsituationen verhältnismässig wenig spricht, nämlich nur 26 % der Turns und 35 % der Wörter. Doch was er sagt, ist essenziell für die korrekte Aufgabenlösung. Nehmen wir als Beispiel dafür eine Sequenz zur Bestimmung der Variable X (vgl. dazu Transkriptauszug 2113.4).

Transkriptauszug 2113.4

02:36:11	S4	[S3] Was willst du als X?
02:40:23	S3	*Nehmen wir Kaninchen, weil die mehr Beine haben.*
02:44:12	S2	*Ja, ist gut.*
02:45:17	S4	*Ja, ist gut.*
02:49:28	T	*Sind- ist- was stellt jetzt X dar für euch?*
02:53:11	S3	*Vier, X stellt //vier-
02:55:10	S1	//*Häslein.*
02:56:07	T	*Ja, dann müssen wir ja X nicht ausrechnen, wenn X vier ist.*
02:58:27	S1	//*Anzahl- Anzahl Hasen.*
02:58:27	S2	//X suchen wir.
03:00:11	T	*Anzahl Hasen oder Anzahl Füße?*
03:02:23	S3	*Ja, wir wissen ja, dass ein Hase vier Füße hat.*

03:05:25 S4 *Anzahl Hasen.*

Die Schülerin S4 fragt, was S3 als X bezeichnen würde, denn die Lernenden wollen alle denselben Lösungsweg einschlagen und müssen sich deshalb einig werden. S3 bestimmt X als *Kaninchen, weil diese mehr Beine haben*, und die anderen Lernenden sind damit einverstanden (Min. 02:44 und 02:45 S2 und S4: *Ja, ist gut.*). Aufgrund der Gesprächsorganisation der Schüler und Schülerinnen hätte der Lehrer nicht intervenieren müssen, denn es gab keinen expliziten Hinweis, dass die Lernenden nicht weiterkommen. Aber der Lehrer interveniert trotzdem, wohl aufgrund seiner Erfahrung, dass die Bedeutung der Variable in den Köpfen der Lernenden oft unklar definiert ist. Er stellt eine spezifische Nachfrage, *was stellt jetzt X dar für euch?* (Min. 02:49, T). Es zeigt sich, dass die Bedeutung der Variablen für S3 nicht klar ist, denn S3 glaubt, dass X *vier* bedeute. Nach der Klarstellung durch S1, *Anzahl Hasen*, und der weiteren Erklärung von S2, dass X dasjenige ist, was sie suchen (*X suchen wir*; Min. 02:58), fragt der Lehrer nochmals nach: *Anzahl Hasen oder Anzahl Füße?* (Min. 03:00). Der Lehrer verlangsamt bewusst den Problemlöseprozess der Lernenden, um sicher zu sein, dass alle Schüler und Schülerinnen auch wirklich verstanden haben, was ihr Vorgehen mathematisch bedeutet. Die Bedeutung der Variablen X ist oft eine grosse Schwierigkeit für die Schüler und Schülerinnen. Dies bestätigt auch die fachdidaktische Literatur (vgl. Akinwunmi, 2012; Hussmann & Schacht, 2015; Malle, 1993). Dieser Lehrer weiss das und fragt deshalb zweimal nach. Sein – zumindest momentaner – Erfolg ist, dass drei Lernende einen wichtigen Aspekt des Problemlöseprozesses verbalisiert (und damit begriffen) und S3 erklärt haben.

Im Transkriptauszug 2113.5 fragt der Lehrer nochmals nach, weil ihm die Äusserungen der Lernenden wieder nicht exakt genug sind. Er macht dies auf eine humorvolle Art und Weise (Min. 03.56, T: *Anzahl Bauchnabel*)

Transkriptauszug 2113.5

03:46:04 T *Also was habt ihr jetzt definiert in diesen Kö- in euren Köpfen?*

03:48:18 S3 *Also//... Kaninchen ist X.*

03:48:26 S4 // *Anzahl.*

03:51:17 T *Was Kaninchen, jetzt...was vom Kaninchen?*

03:54:15 S3 *Anzahl.*

03:55:02 S1 *Anzahl.*

03:55:19 S1 *Ganze //Kaninchen.*

03:56:02 T // *Anzahl Beine, Anzahl Bauchnabel, Anzahl //... Anzahl-*

- 03:58:01 S1 // *Anzahl Kaninchen, ganze.*
 03:59:11 S2 *Anzahl Kaninchen.*
 04:00:09 T *Anzahl Kaninchen, wie viele, ja.*

Nun haben alle vier Lernenden mündlich verbalisiert, dass mit „X gleich Kaninchen“ die *Anzahl ganzer Kaninchen* gemeint ist.

Ein weiterer Aspekt der Unterstützungsstrategie dieses Lehrers ist, dass er zu gegebener Zeit, d. h. genau dann, wenn die Lernenden nicht mehr weiterwissen, eine Zusammenfassung der Lösungsschritte, welche die Lernenden schon formuliert haben, macht (vgl. Transkriptauszug 2113.6, Min. 04.32 und Min. 04:59)

Transkriptauszug 2113.6

- 04:21:26 S3 *Weil- das da, da sehe ich keinen Weg zum rechnen ... oder jemand schon?
 Sieht jemand von euch wie man das rechnet? Fünfunddreissig //minus X.
 Das findest du nicht heraus.*
- 04:29:29 S4 // *Ja, aber sollte eine Gleichung aufstellen //können, ().*
- 04:32:22 T // *Also. Sind wir uns klar. Ihr habt jetzt definiert, wie viele Köpfe Hühner und wie viele Köpfe Kaninchen ich habe, oder?.*
- 04:39:13 S4 Ja.
- 04:39:27 T *Gut.*
- 04:40:08 S3 *Aber das bringt //uns nicht weiter.*
- 04:40:20 T // *Aber was hat- was gibt der Text noch? Was haben wir vom Text nicht verwendet?
- 04:45:25 S4 *Ja, diese vierundneunzig Beine.*
- 04:47:13 T Aha.
- 04:52:03 S3 Fünfunddreissig Köpfe und vierundzwanzig Beine.
- 04:55:22 S1 Vierundzwanzig? Vierundneunzig.
- 04:57:08 S3 Vierundneunzig Beine.
- 04:59:29 T *Also im Kopf habt ihr definiert wie viel von jeder Gattung vorhanden sind.
 Und verwendet habt ihr noch nicht, wie viele Füße da alle miteinander haben.*

Die Zusammenfassung des Lehrers wird durch den Hinweis, was die Schülerinnen und Schüler von den Informationen des Textes noch nicht verwendet haben, ergänzt. (Min. 04:40). Die seltenen, aber sehr gezielten Lehrerinterventionen in der Situation 2113 kann man als Bewusstmachung des Geleisteten und

als Fokussierung auf das im Moment Wichtigste der Lösungsschritte beschreiben. Michaels et al., (2002) bezeichnen solche Lehreräußerungen mit dem Fachbegriff «*verifying and clarifying*», welche sie so definieren:

Der teacher move „*verifying and clarifying*“ bezeichnet Lehrpersonenäußerungen, welche die Äußerungen von Lernenden wiederholen und damit sowohl dem Sprechenden als auch allen anderen Zuhörenden ermöglichen, ein tiefergehendes Gespräch zu führen [*the move*] *verifying and clarifying revoice a student's contributions, thereby helping both speakers and listeners to engage more profitably in the conversation.*) (Michaels et al. 2002, vgl. Abschnitt 3.3.3).

Ein weiteres Beispiel für die Fokussierung oder für die von Michaels et al. (2002) „*verifying and clarifying*“ genannten Lehreräußerungen kann im Transkriptauszug 2113.7 nachgelesen werden.

Transkriptauszug 2113.7

- 06:54:13 S3 *Vierundneunzig Beine.
 06:57:13 T *Wer hat vierundneunzig Beine?*
- 06:59:05 S4 *Alle zusammen.*
 07:00:21 T Aha.
 07:04:04 T *Alle zusammen haben zusammen vierundneunzig Beine. Also, alle zusammen. Und wer ist das, alle zusammen?*
- 07:10:05 S3 *Hühner und Hasen.*
 07:11:21 T *Das „und“ zeigt, dass wir eine Addition haben, he...Mach- versuchen wir es mit einer Addition zu lösen, nicht mit einer Subtraktion.*
- 07:18:12 S4 *Ja, vierundneunzig minus-*
- 07:20:08 T *Jetzt bist du //schon wieder in der Subtraktion.*

Der Lehrer verlangt von den Lernenden zuerst eine noch genauere Fokussierung von dem, was sie schon wissen (Min. 07:04, T: *Und wer ist das, alle zusammen?*), worauf S3 mit „*Hühner und Hasen*“ antwortet. Dann zieht er eine direkte Verbindung zwischen der verbalsprachlichen Formulierung des Schülers S3 und der mathematischen Rechnung, welche darauf folgen sollte (Min. 07:11 T *Das „und“ zeigt, dass wir eine Addition haben, he...Mach- versuchen wir es mit einer Addition zu lösen*). Die Lernenden sollen sich selbst genau zuhören und das sprachlich in Worten Gesagte mathematisch interpretieren und verwenden.

Als letzter Auszug zu den sehr gezielt eingesetzten Lehrerinterventionen wird die Schlusssequenz besprochen. Im Transkriptauszug 2113.8 betont der Lehrer die Wichtigkeit der Strategie, am Schluss, wenn man glaubt, die Lösung zu haben, trotzdem eine Probe zu machen.

Transkriptauszug 2113.8

- 15:33:13 T *Und stimmt- gibt das zusammen // die Anzahl ... Beine?*
- 15:35:02 S3 //Fünfunddreissig. Ja, es stimmt.*
- 15:37:25 S1 *Anzahl Beine.*
- 15:39:01 S1 *Zwölf mal //vier ().*
- 15:39:17 T //Eh, wie viele Köpfe haben wir, ja, fünfunddreissig minus zwölf //gibt dreiundzwanzig.*
- 15:42:22 S3 //Sie mü- sie müssen ja stimmen, sonst wären wir ja nicht drauf gekommen.*
- 15:45:19 T *Ja vorher seid ihr auch draufgekommen und es war alles falsch, nur so nebenbei.*
- 15:49:13 S3 *Ja sie, vorher habe ich da anstatt eine eins, //eine zwei-*
- 15:51:05 T //Ja, aber du hattest vorhin eine Lösung- du brachtest eine exotische Lösung und hast herausgefunden, jetzt habe ich zu viele Köpfe und [S4] genau dasselbe.*
- 15:57:03 T *Also du musst mir nicht sagen, es muss stimmen sonst wä- sonst //hat-*

Die Reaktion des Schülers S3 (Min. 15:42) erstaunt, denn er behauptet, dass es gar nicht nötig sei, eine Probe zu machen, wenn man schon das Ergebnis herausgefunden hat. Dies ist erstaunlich, weil gerade diese Gruppe am Anfang öfters die regulären Lösungsschritte explizit thematisiert, und zwar aus dem Munde desselben Schülers, S3, in Min. 00:33, wo er die Fragestellung formuliert und explizit sagt, dass dies die Fragestellung ist (Min. 00:33, S3: [...] und jetzt muss man herausfinden wie viele Hühner im Stall sind und wie viele Kaninchen. Da-das- diese Frage sehe ich eigentlich.) Der Lehrer beharrt darauf, dass eine Kontrolle wichtig ist.

Im nächsten Unterkapitel betrachten wir, wie diese Schüler und Schülerinnen bei der zusätzlichen Aufgabe (in Einzelarbeit) abschneiden.

7.5.2.3 Beizug der Kontextinformationen

Lösungswege und Resultate der zusätzlichen Aufgabe der Lernenden der Gruppe 2113

Betrachtet man das Resultat der zusätzlichen Aufgabe, so ist das Gruppenergebnis mit 14.5 Punkten im Vergleich zu den anderen Tutoringsituationen dieser Studie sehr gut. Zwei Schülerinnen, S1 und S4, lösen die Aufgaben vollkommen richtig, und zwar mit demselben Weg, wie sie es in der tutoriellen Situation gemacht haben. Sie schreiben zudem auch den Antwortsatz hin, d. h. sie erfüllen die Aufgabe vollständig wie eine Musterlösung. Auffallend dabei ist, dass die Schülerin

S1 ganz genau ihre, in der Tutoringsituation vorgeschlagene Aufschreibevariante auch für die Transferaufgabe wählt. Sie erwähnt im Gespräch mehrmals die eckigen Klammern (Min. 09:44:18, S1: *Vier- ich würde machen vier X plus -plus diese...eckig- würde eine eckige Klammer machen. Ich würde das- nein, ich würde die Hühner in Klammer setzen, alles das plus diese vier X //gibt vierundneunzig.*) Auf ihrem Blatt zur zusätzlichen Aufgabe stehen diese eckigen Klammern für die Gleichung da: $4x + [(22.x) \cdot 3] = 75$. Sie symbolisiert in ihrer Schreibweise die Kaninchenbeine und Hühnerbeine als separate Einheiten bzw. bei der zusätzlichen Aufgabe die vier- bzw. dreirädrigen Kinderwagen. Dies wäre in Bezug auf die mathematische Schreibweise nicht nötig, zeugt aber von einem guten Verständnis und schafft einen Bezug zur Situation der Textaufgabe. Auch die Schülerin S4 schreibt eckige Klammern. Man könnte vermuten, dass S4 diese Taktik von S1 übernommen hat, dass sie durch aufmerksames Zuhören, was ein anderer Lernender gesagt und gemacht hat, einen „interpersonalen Transfer der Aufgabenlösung“ gemacht hat. Es kann aber auch sein – was wohl wahrscheinlicher ist –, dass diese Strategie schon vorher in vielen anderen Mathematikktionen vom Lehrer eingeführt worden ist. Die beiden Schülerinnen, welche die Aufgabe richtig lösen, übernehmen die Lösungsstrategie der Tutoringsituation.

Der Schüler S2, welcher an der zusätzlichen Aufgabe scheitert, versucht eine eigene Strategie: Auf seinem Blatt steht $\times 1, \times 2, y1, y2$. Man erkennt, dass er, zumindest bei dieser Aufgabe, immer noch nicht verstanden hat, was eine Variable ist, denn er schreibt $\times 1 = 22$ Kinderwagen. Er bezeichnet also etwas, was bekannt ist, mit einer Variablen. Deshalb hat er in der Punktwertung 0 Punkte für die Lösung der Transferaufgabe bekommen (vgl. Abschnitt 6.5.3). Die Idee, $\times 1, \times 2$ als Variable zu nehmen, ist jedoch auch schon in der Tutoringsituation erwähnt worden (und zwar von S3).

Das Notizblatt des Schülers S2 während der Gruppendiskussion enthält folgende Angaben:

Daraus kann geschlossen werden, dass er die ganze Zeit zuhört und das für ihn Wichtigste aufschreibt (inkl. korrektem Antwortsatz), aber nicht alles verstanden⁶⁹ hat, denn z. B. seine Angabe $K = 4 \times$ ist missverständlich, da dies die Beine der Kaninchen sind. Die Bedeutung der Variablen X ist nicht definiert. Es zeigt sich auch bei der zusätzlichen Aufgabe, dass er (noch) nicht mit Variablen umgehen kann. Betrachtet man die Kontextinformationen, so erstaunt das noch

⁶⁹ Zudem schreibt er auf seinem Notizblatt 96 (statt 94) hin, was wiederum so interpretiert werden kann, dass er das Ergebnis eines Mitschülers oder einer Mitschülerin abschreibt, ohne nachzudenken, ob es stimmen kann.

Textaufgaben	
1) Kopf = 35 Tiere	
$K = 4x$	$(35-x)^2 = 96$
$H = (35-x)^2$	$4x + (35-x)^2 = 96$
	$x = 12$
Kaninchen 12	
	<u>+ 23</u>
	35
As: Es sind 12 Kaninchen + 23 Hühner	

Abbildung 7.38 Notizblatt von S2 erstellt während der tutoriellen Situation (211309)

mehr, denn der Lehrer sagt, dass S2 der stärkste Schüler dieser Gruppe sei (vgl. Situierung und Fussnote 99).

Der Schüler S3 begeht mehrere Fehler, deren Nachvollzug schwierig ist. Auf seinem Blatt zur zusätzlichen Aufgabe steht folgendes: Ki-3Räder = x , Ki-2Räder = $22-x$; $2(22-x) = (3x)-75$. Aber immerhin hat er eine mögliche Variable gewählt und weiss, dass diese mit der Anzahl der Räder multipliziert werden muss, um eine Gleichung zu erhalten. Er bekommt in der Punktwertung 2.5 Punkte.

Interviewaussagen des Lehrers 2113

Die Reflexion, welche der Lehrer im auf die tutorielle Situation folgenden Interview macht, zeigt auf, dass ihm die Interaktion der Lernenden untereinander besonders wichtig ist:

„[...] jetzt sind sie ja zu viert gewesen. Jeder schaut auf sein [Blatt], sie reden wohl miteinander. Aber wenn sie etwas machen wollen, jeder schreibt auf sein Blatt. Und vielleicht macht er einen Fehler, merkt es nicht und dann sagt er, ja aber ich habe da, oder. Dann, deshalb sind die verschiedenen Resultate dann gekommen. Sie könnten vielleicht ein bisschen mehr aufeinander hören, denk ich mir ab und zu. Sie hören zu wenig aufeinander, die Schüler.“ (Interview, Reflexion tutorielle Situationen 2113, S. 2).

Der Lehrer ist kritisch gegenüber der Schülerdiskussion und schlägt im Nachhinein eine Verbesserungsmöglichkeit vor, wie er die Lernenden anders hätte anleiten können, so dass die Lernenden noch mehr aufeinander gehört hätten: „Man hätte ja sagen können, ok, hör mal, wir reden, aber du schreibst. Nur einer

schreibt. “ (Interview, Reflexion tutorielle Situationen 2113, S. 2). Der Lehrer hätte die Lernenden dazu auffordern können, dass nicht jeder für sich die eigentlich gemeinsam gelöste Aufgabe niederschreibt, sondern dass sie ein gemeinsames Protokoll machen.⁷⁰ Eine weitere Interviewaussage über die Interaktion dieser Schülergruppen sagt ähnliches aus: „*Und eben, dass sie wohl irgendwie, also sie haben jetzt am Schluss gesehen, gutes Teamwork gewesen. Also sie, die Schüler, sind zufrieden, aber sie, sie realisieren nicht, dass man zu viert noch mehr herausholen könnte, denk ich mir*“. (Interview, Reflexion tutorielle Situationen 2113, S. 2). Der Lehrer schätzt die Teamarbeit dieser Gruppe seiner Lernenden, betont aber, dass man noch mehr hätte herausholen können, wenn man wirklich die vier einzelnen Denkkarten vermehrt zusammengebracht hätte.

7.5.2.4 Synthese des Falles 2113

Die Gruppenunterrichtssituation 2113 kann folgendermassen zusammengefasst werden: Die Lernenden lösen die Textaufgabe in gemeinsamer (!) mündlicher Diskussion mit dem Lösungsweg mit einer Variablen. Die Interaktion enthält 48 % «echte» Peerinteraktionen, d. h. ohne dass der Lehrer sich in das Lernengespräch einmischt. Die Interaktionsdichte ist mit 19 Äusserungen pro Minute sehr hoch, was auch bedeutet, dass nahezu keine stille Denkzeit stattfindet. Der Lehrer trägt dennoch mit wenigen, aber sehr gezielt eingesetzten Hinweisen und Nachfragen zum Gelingen des Problemlöseprozesses bei. Er weiss genau, worauf er die Aufmerksamkeit der Lernenden richten muss: Er setzt seine Interventionen aus fachdidaktischer Sicht sehr gelungen ein, denn er fragt mehrmals nach der Bedeutung der Variablen (Min. 02:49:28, T: *Sind- ist- was stellt jetzt X dar für euch?*). Diese und ähnliche Lehreräusserungen kann man mit dem Fachbegriff «*verifying and clarifying*» (Micheals et al., 2002) bezeichnen, da sie sowohl für den Lehrer (*verifying*, ob die Lernenden es auch wirklich richtig verstanden haben), aber besonders auch für die Lernenden (*clarifying*), eine Klärung darstellen über die Bedeutung ihrer Äusserungen. Betrachtet man die Partizipationsstruktur (Fragestellung 2, vgl. Kapitel 5), so schreitet dieser Lehrer wenig ein und lässt die Lernenden den Lösungsweg soweit möglich selbst gestalten. Ihm ist es besonders wichtig, dass die Lernenden aufeinander hören, wie er im Interview mehrmals betont. Im Rückblick hat er das Gefühl, dass er seine

⁷⁰ Eine oder zwei andere Gruppen in unserem Datensatz verwirklichen diese Form des Protokollschreibens. Unklar bei der Interviewäusserung des Lehrers 2113 ist, ob er von den Lernenden erwartet hätte, dass sie selbst auf diese Idee gekommen wären, dass nur eine/r Protokoll führt. Erschwerend dafür ist, dass der Lehrer allen Lernenden je ein Blatt verteilt hat. Das impliziert ja bereits, dass man dann auch darauf schreibt.

Lernenden mit dem organisatorischen Hinweis, «*nur einer schreibt*», bei der Interaktionsgestaltung hätte unterstützen sollen, damit seine Schüler und Schülerinnen vermehrt aufeinander hören und nicht hauptsächlich mit ihrem eigenen Notizblatt beschäftigt sind. Die Mikroanalyse hat aus fachdidaktischer Sicht ergeben, dass diese Lernenden öfters die Lösungsschritte explizit thematisieren. Dies zeigt sich besonders am Anfang (z. B. Min. 00:33, S3: *diese Fragestellung sehe ich in der Aufgabe*, oder in Min. 00:59 S4: *das muss man glaub mit einer Gleichung lösen*) und am Ende, da dort der Antwortsatz explizit erwähnt wird (Min. 16:05:06, S3: *Antwortsatz, Doppelpunkt. S4: Es sind zwölf Kaninchen und dreiundzwanzig Hühner*).

Diese Gruppe schneidet recht gut ab beim Lösen der zusätzlichen Aufgabe (14.5 Punkte). Die zwei Schülerinnen lösen die Aufgabe vollständig richtig. In Bezug auf den Aspekt der Schriftlichkeit hat die Analyse ergeben, dass diese nicht speziell erwähnt oder beachtet wird. Die Lernenden schreiben zwar jeder für sich die Lösungsschritte auf ihrem eigenen Notizblatt auf, diese werden aber nicht verglichen oder sonst wie thematisiert. Eine Schlussfolgerung, ob dies zu einem besseren Ergebnis bei der zusätzlichen Aufgabe für die beiden Schüler geführt hätte, kann nicht gezogen werden, es wäre aber aus theoretischer Sicht möglich, da beim gemeinsamen Schreiben die Lösungsschritte nochmals repetiert worden wären.

7.5.3 Portrait Fall 1107: – S4: „Sollen wir jetzt das aufschreiben, das Ergebnis? Brauchen wir das? T: -Ne, das ist- äh- ist okay, so.“ – Ausreissergruppe

7.5.3.1 Situierung des Falles 1107 und Rahmeninformationen

Situierung des Falles 1107

Die Gruppe 1107 bestehend aus zwei Schülern (S1 und S2), zwei Schülerinnen (S3 und S4) und ihrem Lehrer eher fortgeschrittenen Alters erhält das Ergebnis der ersten Kopf-Beine-Aufgabe schon nach 7 Minuten. Die Schüler und Schülerinnen brauchen dazu 133 Äusserungen. Sie schreiben weder den Lösungsweg noch das Ergebnis auf. Die Partizipationsstruktur der Lernenden ist im Vergleich zu den anderen Gruppen sehr gut, denn der Lehrer spricht nur 25 % der geäußerten Turns und 39 % der gesprochenen Wörter⁷¹. Die Äusserungen der Lernenden sind zudem sehr oft Peerturns (45 %) (vgl. Abschnitt 7.3.2 und Tabelle 7.7). Auch

⁷¹ Das ist vergleichbar mit der Tutoringsituation 2113, bei der der Turnanteil des Lehrers 26 % und der Wörteranteil 35 % betrug.

in Bezug auf den Problemlöseprozess fällt diese Gruppe auf, denn sie ist die einzige Gruppe in unserem Datensatz, welche in keiner Weise den Weg mit einer Variablen oder einer Gleichung einschlägt⁷². Dies ist erstaunlich, da es sich auch hier um Schüler und Schülerinnen auf Sekundarstufe 1 handelt, bei denen man einen solchen Lösungsweg erwarten würde, zumal der Lehrer bei der Besprechung anwesend ist. Die Gruppe benötigt nicht sehr lange zur Besprechung der ersten Kopf-Beine-Aufgabe, denn nach nur 6 Minuten wechseln die Lernenden zur Kerzenaufgabe⁷³. Die aus dem Transkript ausgewählte Überschrift zeigt auf, dass das schriftliche Fixieren, zumindest hier in der Tutoringsituation, für den Lehrer keine grosse Rolle spielt. Auch dies ist eher ungewöhnlich im Vergleich zum Datensatz. Diese Gruppe stellt somit in Bezug auf mehrere Kriterien einen Typ dar, der als Ausreisser bezeichnet werden kann, weshalb sie für ein Portrait ausgewählt wurde.

Rahmeninformationen des Falles 1107

Aufgabe: Nummer 1: Kopf-Beine-Aufgabe

In einem Gehege sieht Livia Kaninchen und Hühner. Alle Tiere zusammen haben 35 Köpfe und 94 Beine.

Dauer: 7 Minuten, 133 Äusserungen

Redeverteilung Turns: T: SS = 25 %: 75 %,

Redeverteilung Wörter: T: SS = 39 %: 61 %

Teilnehmende Personen: zwei Schüler (S1, S2), zwei Schülerinnen (S3, S4) und ihr Lehrer

Lösungswege in der Tutoringsituation: Sackgassen, dann: „Wenn alles Hühner wären“

Lösungswege in der zusätzlichen Aufgabe (S1 – S4): 4 × pröbeln

Lösungen in der zusätzlichen Aufgabe (S1 – S4): ja – ja – nein – nein

⁷² Auch bei der Tutoringgruppe 2202 hat man vorerst das Gefühl, dass sie ohne Variable oder Gleichung auskommt: Dort wird nämlich als Erstes auf Anweisung des Lehrers (!) das Resultat durch geschicktes Probieren errechnet, bevor diese Gruppe dann auf den Lösungsweg mit einer Gleichung eingeht.

⁷³ Die Tutoringgruppe 2106, welche wir aus einem vorhergehenden Portrait kennen, braucht auch nur 6 Minuten. Diese beiden Gruppen sind die schnellsten bei der Besprechung der Textaufgabe.

Antwortsatz bei der zusätzlichen Aufgabe (S1 – S4): nein –nein – nein – nein
 Punkte bei der zusätzlichen Aufgabe (S1 – S4): 1 – 1 – 0 – 0
 Punkte Notizblätter (S1 – S4): Kein Blatt – kein Blatt – 0 – 0
 Echte Peersequenzen: 45 %
 Raumsetting: Gruppentisch

S3w	S4w	T
S2m		
S1m		

Kamera



Abbildung 7.39 Tutoringgruppe Nr. 1107, Minute. 01:10, Personen von links nach rechts: S1m, S2m, S3w, S4w, T

Zeitstrahl der Aufgabenanalyse: Die Gruppe äussert durchschnittlich 12 Turns pro Feld
 Lösungswege: SuS pröbeln (heuristisch), dann logische Lösung (Code 3.3) initiiert durch T



Legende: Textverständnis, Situationsanalyse, Mathematisierung I, Mathematisierung II, Ausrechnen, Antwortsatz, Rückblick, Schriftlichkeit

Tabelle 7.17

Zusammenstellung der Häufigkeitsauszählungen Turns und Wörter zum Fall 1107

1107 Turns	1107 Wörter
T: 41	T: 337 /Schnitt: 8.22
S1: 13 (11 %)	S1: 52/Schnitt: 4.00
S2: 22 (18 %)	S2: 140/Schnitt: 6.36
S3: 29 (24 %)	S3: 137/Schnitt: 4.89
S4: 36 (30 %)	S4: 175/Schnitt: 4.86
SS: 11	SS: 4
SN: 11	SN: 25/Schnitt: 2.27
T: 41 <-> SS: 122	T: 337<-> SuS: 533
Summe: 163	T: 39 % <-> SS: 61 %
T25 %:S75 %	Wö: 870/ Schnitt: 124.28
Min. 7:10	Min: 7:10

Legende: Die Prozentzahlen der Lehrperson beziehen sich auf die Gesamtmenge der Turns und Wörter, die Prozentzahlen der Lernenden beziehen sich hingegen nur auf die Gesamtmenge der Schüleräußerungen untereinander

7.5.3.2 Sequenzielle Mikroanalyse charakteristischer Abschnitte des Falles 1107

Small Talk vor Unterrichtsbeginn

Bei dieser Tutoringsituation wird auf die Vorsequenz zum offiziellen Tutoringsgespräch eingegangen, weil sie Informationen zur Beziehung des Lehrers zu seinen Lernenden, zur Erwartungshaltung und zur Selbsteinschätzung der Lernenden enthält. Der Transkriptauszug 1107.1 gibt die erste Minute der Aufnahme der Lehrerkamera wieder⁷⁴.

Transkriptauszug 1107.1

- S4 Ah, Sie auch oder was?
 T Ich auch ja.
 S4 Toll [*ironisch?*].
 S1 Herr (NAME), bekommen wir es von Ihnen erklärt?

⁷⁴ Dieser Transkriptauszug enthält keine Timecodes, weil das Lehr-Lerngespräch offiziell noch nicht begonnen hat.

- T Äh, ich weiss nicht, ob da Erklärungen nötig sind?
- S3 Komm, ja.
- S4 Jetzt hören Sie mal auf, wir ver(stehen?...), ja.
- S1 Kopf-Beine-Aufgabe?
[S2 verteilt Notizblätter.]
- T Ihr seid meine absoluten Lieblingsschüler, ihr müsst das hinkriegen.
- S3 Meinen Sie das ernst?
- S4 Nee, oder?
- S1 Er verarscht uns nur.
- T [S4], natürlich mein ich das ernst.
- S4 Ach wie süss.
- S3 Wir haben sie auch lieb.
- S4 Mein Block ist voll leer
[S2 verteilt viele Blätter vom Block von S4.]
- S1 Haben Sie die Lösungen, Herr (NAME)?
- T Äh...
- S4 Da hätte er schon längst hingeguckt.
- T Nee, hab keine Lösungen. Ich kann nicht mal spicken.
- S2 Ich sag, wir machen Aufgabe zwei.
- S3 Wir müssen alle machen?

Die Schülerin S4 ist erstaunt, dass sich der Lehrer auch hinsetzt (*Ah, Sie auch oder was?*). Sie ist davon ausgegangen, dass die Schülergruppe die Aufgabe ohne Lehrerunterstützung lösen soll. Ihr Kommentar, S4: *Toll*, auf die Antwort des Lehrers, T: *ja, ich auch*, kann nicht mit Sicherheit gedeutet werden, denn es wird nicht klar, ob die Äusserung ironisch gemeint ist oder nicht. Dann fragt der Schüler S1, ob der Lehrer ihnen die Aufgaben erklärt. Der Lehrer äussert jedoch sofort, dass er glaubt, dass die Lernenden das selbst können (*Äh, ich weiss nicht, ob da Erklärungen nötig sind?*). Die beiden Schülerinnen halten sich aber nicht für so schlau und trauen es sich spontan nicht zu, denn sie reagieren auf die Ermunterung des Lehrers mit Unglauben. Auffallend an diesem Geplänkel vor der Tutoringsitzung ist der Begriff, welchen der Lehrer für seine Schüler und Schülerinnen verwendet: «*Lieblingsschüler*» sowie die Reaktion von seinen Lernenden darauf: «*er verarscht uns doch*» und «*Wir haben sie auch lieb*». Der Lehrer versucht seine Lernenden zu motivieren, schon bevor die Aufgabe verteilt ist: *Ihr seid meine absoluten Lieblingsschüler, ihr müsst das hinkriegen*. Danach geht es

darum, ob der Lehrer die Lösungen vom Forschungsteam bekommen hat. Die Lernenden gehen grundsätzlich davon aus, dass die Aufgaben so schwierig sind, dass der Lehrer froh um eine Lösung wäre⁷⁵. Der Lehrer antwortet mit einem typischen «Schüler»verb: *Nee, hab keine Lösungen. Ich kann nicht mal spicken.*

Anfangssequenz

Nachdem die Kamerafrau das Ok zum Start gegeben hat, will der Lehrer in die Tutoringsituation einführen. Er beantwortet vorher noch die Zwischenfrage der Schülerin S4, welcher die Uhr des Lehrers aufgefallen ist (*Die Uhr ist sogar dabei, Herr [NAME?]*). Das scheint auf den ersten Blick eine nichtssagende Äußerung, mit der die Schülerin den seriösen Unterrichtsbeginn hinauszögern will. Ähnliche Beispiele für Schüleräußerungen, welche vornehmlich den Zweck haben, noch nicht mit dem Unterricht beginnen zu müssen, bringen Schelle, Rabenstein und Reh (2010). Der Lehrer antwortet: *Ja, das ist das Wichtigste.* Spannend an der Fortsetzung ist, dass seine erste Äußerung im offiziellen Tutoringsgespräch, mit der er nun wirklich in die Tutoringsituation einführt, mit dem Zeitaspekt beginnt: *Das ganze dauert fünfzehn Minuten.* (Min. 01:06:22, T). Folglich findet er tatsächlich, dass die Uhr, mit der er die Dauer des Lehr-Lerngespräches bestimmen kann, zentral ist. In der Schlusssequenz zur Kopf-Beine-Aufgabe wird die dafür gebrauchte Zeit explizit erwähnt. Der Lehrer lobt die Gruppe – und damit auch sich selbst –, dass sie es so schnell hinbekommen haben. Nach der Bestätigung des Ergebnisses kommentiert er: *Dreiundzwanzig stimmt. ... So, jetzt haben wir von der Gesamtzeit ... sechs Minuten verbraucht, da haben wir ein bisschen Zeit gewonnen für die Kerzenaufgabe* (Min. 06:57 T). Die Anfangssequenz kann im Transkriptauszug 1107.2 nachgelesen werden.

Transkriptauszug 1107.2

- T Können wir loslegen?
 (zu
 O)
 O Ja.

⁷⁵ Eine ähnliche Anekdote kann ich persönlich aus meinem Lateinunterricht als Lehrperson bei 12-jährigen Lernenden erzählen (Jahrgangsstufe 7): Meine Schüler und Schülerinnen konnten nicht glauben, dass ich die aus meiner Sicht sehr einfachen Übungstexte im Anfangsunterricht ohne schriftliche Vorübersetzung besprechen konnte. Schüler und Schülerinnen können wohl oft nicht verstehen, dass etwas, was für sie ungemein schwierig ist, für geübte Erwachsene wirklich einfach sein kann. Aus theoretischer Sicht hat dies vermutlich mit der „Theory of mind“ (Astington, 2000) zu tun: Es ist schwierig zu verstehen, dass jemand viel weiss und ausführen kann, was man selbst nicht weiss oder machen kann.

- S4 Die Uhr ist sogar dabei, Herr [NAME]
 T Ja, das ist das Wichtigste.
 01:06:22 T Das Ganze dauert fünfzehn Minuten.
 01:08:17 SS Ja.
 01:08:29 T Und, ehm, ihr habt neue Textaufgaben ... aus zwei Kategorien, eine, da geht's um Köpfe und Beine und bei einer, da geht's um Kerzen.
 01:19:05 T Und von jeder Sorte da wird eine gemacht und zwar von jeder Sorte die Nummer eins.
 01:22:28 S4 Mhm. Okay. Erklären sie jetzt oder soll man einfach machen?
 01:26:22 T Ehm ... tja, am schönsten wär's, wenn ihr ohne jede Erklärung das einfach rauskriegt ...//
 01:32:05 S4 // Können wir's zusammen machen oder...
 01:33:14 T Natürlich// ihr könnt euch absprechen.
 S3 Okay.
 01:33:25 S4 // Okay, Leute (machen wir's zusammen).

Der Lehrer beginnt damit, das schon verteilte Aufgabenblatt zu erklären, auf dem alle sechs Aufgaben des Forschungsteams aufgeschrieben sind. Er bestimmt selbst, welche Aufgaben sie lösen werden. Nach der Auswahl der zwei Textaufgaben für diese Gruppe durch den Lehrer (Min. 1:08), wird, initiiert durch die Schülerin S4, darüber diskutiert, in welcher Sozialform die Lernenden die Aufgaben lösen wollen und ob der Lehrer es ihnen erklärt oder ob die Lernenden es *einfach machen* (Min. 01:22 S4).

Auffallend bei beiden zitierten Transkriptauszügen (1107.1 und 1107.2) ist, dass die Schülerin S4 sehr viel spricht⁷⁶, auch schon vor Beginn der Textaufgabe. Sie kommentiert fast jede Äußerung des Lehrers und auch der anderen Lernenden. Sie ist überall „dabei“. Sie nimmt sich das Rederecht heraus und begibt sich öfters in Führungsposition, sowohl in Bezug auf die Organisation des Gespräches als auch in Bezug auf die Materialverteilung. Es sind Blätter aus ihrem Block, welche allen Lernenden verteilt werden⁷⁷. S4 behält ihre Führungsrolle auch nach der Eröffnung des Lehr-Lerngespräches durch den Lehrer bei, und zwar in dem Masse, dass sie die Äußerung des Lehrers gutheißt (Min. 01:22,

⁷⁶ Sie spricht mit 30 % der Turns am meisten Turns gesamthaft. Der Lehrer spricht nur 25 %. Die anderen Prozentzahlen sind: S3 = 24 %, S2 = 18 % und S1 = 11 %. Mit 175 Wörtern spricht sie von den Lernenden am meisten, wohingegen der Lehrer sie hier mit seinen 337 Wörtern übertrifft.

⁷⁷ S2: (...) und ein Blatt. Hat jemand ein Blatt von Euch? S4: Ja, hols dir aus meinen (...).

S4: *Mhm. Okay.*). Da der Lehrer damit einverstanden ist, dass die Lernenden die Aufgaben zusammen lösen, beschliesst Schülerin S4 das definitiv für die Gruppe (Min. 01:33, S4: *Okay, Leute (machen wir's zusammen)*) und übernimmt zugleich die Rolle, die Textaufgabe allen vorzulesen. Nach dem Vorlesen eröffnet sie das Fachgespräch. Sie schliesst das Vorlesen mit einem Gliederungssignal (*so*) ab und fragt nach der Fragestellung, *So, was ist jetzt die Aufgabe?* (Min. 01:47 S4). Allerdings macht sie dies diesmal nicht in einer dominanten Lehrerrolle, denn ihre Intonation zeugt davon, dass sie wirklich nicht weiss, was hier gefragt wird: Sie kann nach dem Vorlesen der Textaufgabe keine Fragestellung selbstständig oder spontan formulieren.

Teamwork der Lernenden mit einigen Hörsignalen und Bemerkungen der Lehrperson

Der Transkriptauszug 1107.3 gibt wieder, wie die Lernenden gemeinsam die Fragestellung erarbeiten, und wie sich der Lehrer verhält.

Transkriptauszug 1107.3

2b	01:47:19	S4	So, was ist jetzt die Aufgabe?	Kreator S4
2b	01:48:29	S3	Ja, // rauszufinden wie viele Tiere das sind.	F-Kreator S3
1	01:48:19	T	// Ja...	
1	01:51:12	T	Das steht schon da.	
1	01:53:07	S3	Hä? Nö.	
1	01:54:07	S3	Alle Tiere zusammen haben//	Ko-Kreator S3
1	01:55:01	S2	// Sechs- fünfunddreissig.	Ko-Kreator S2
1	01:56:20	T	Ja.	
1	01:57:04	S3	Ja.	
2b	01:57:21	S4	Das ist bestimmt nicht die Aufgabe gewesen, oder?	
2b	01:59:20	T	Nein.	
2b	02:00:01	S2	() und jetzt müssen wir zuordnen, wieviel Hühner und- öh- Kaninchen.	Kreator S2
2b	02:04:01	T	Ja.	
2b	02:04:11	S4	Genau.	
2b	02:04:17	S3	Ach so.	

Die Schülerin S4 hat das Thema „Was ist die Fragestellung“ (Lösungsschritt 2b) nach ihrem Vorlesen der Aufgabe aufgeworfen. Diese formuliert die Gruppe

mit einigen Bemerkungen der Lehrperson dann relativ schnell, denn S2 sagt in Min. 02:00 *und jetzt müssen wir zuordnen, wie viel Hühner und- öh- Kaninchen.*

Der Lehrer hat gewünscht, dass *[es], am schönsten wäre, wenn ihr ohne jede Erklärung das einfach rauskriegt...//* (Min. 01:26). Er selbst hält sich ab Minute 02:04 (vgl. Transkriptauszug 1107.4) mehr oder weniger an seine sich selbst auferlegte Schweigerolle und lässt die Lernenden miteinander die Aufgabe diskutieren. Das zeigt sich auch daran, dass die echten Peerinteraktionen dieser Tutoringgruppe sich auf 45 % belaufen, was sehr hoch ist im Vergleich zu den meisten anderen Gruppen. Die Idee der Lernenden oder zumindest die von S3 ist, dass sie mit den 94 Beinen etwas anfangen müssen. Sie will die 94 durch irgendwas dividieren. Danach geht es 30 Sekunden um die Frage, ob S3 das Handy hervornehmen darf, um es als Taschenrechner zu benutzen. Der Lehrer wiederholt in Minute 02:37 nochmals die Fragestellung, wohl um das Gespräch der Lernenden wieder auf die Aufgabe zu fokussieren (vgl. dazu den Transkriptauszug 1107.4).

Transkriptauszug 1107.4

- 2c 02:05:11 S2 Aber da Kaninchen vier Beine haben und Hühner nur zwei ...//
- 2c 02:08:12 S4 //Genau.
- 02:08:27 SN {lacht}
- 02:10:04 S1 (Big problem).
- 02:10:22 Ss ()
- 3.4 S3 ... müssen wir die 94 durch irgendwas teilen.
- 02:17:26 S4 (...) Okay, (ganz kurz).
- 4a 02:21:05 S1 ([S2] gib mir mal den Taschenrechner).
- 4a 02:22:29 S3 Darf ich mein Handy nehmen.
- 4a 02:24:18 S4 //Da kommt nur eine ein- da kommt nur eine ...//
- 4a 02:26:10 T // Was willst du nehmen?
- 4a 02:26:28 S3 Mein Handy (als Taschenrechner).
- 4a 02:27:26 T Ja.
- 0 02:28:29 S4 Nicht SMS verschicken.
- 0 02:29:15 T Aber nicht telefonieren jetzt.
- 4a 02:31:01 S3 Nein, ich brauch's als Taschenrechner//
- 4a 02:32:07 S4 //Ehm- da kommt eine Lösung raus, ja?
- 4a 02:34:19 T Ja.
- 4a 02:35:03 S4 Eine Lösung, okay.

- 4a 02:36:08 S3 Danke schön.
 4a 02:36:02 S4 Na, gib mal bitte ...
 2b 02:37:20 T Also, gefragt ist danach, wie viel Hühner und wie viel Kaninchen gibt's. Wie viel von welcher Sorte.

Die Lernenden haben die Fragestellung formuliert und S2 hat auch schon die unterschiedliche Anzahl Beine von Kaninchen und Hühnern festgestellt. S3 gibt ihre Idee zum besten, etwas mit den 94 Beinen anzufangen. Was die Lernenden dann genau rechnen, ist nicht wirklich nachvollziehbar. Man erkennt bei der Betrachtung des Videos, dass sich der Polylog mit allen Lernenden in zwei Dialoge aufteilt: Die beiden Mädchen (S3 und S4) sprechen zusammen und die beiden Jungen (S1 und S2).

Der Vollständigkeit halber gibt der Transkriptauszug 1107.5 das Gespräch der Lernenden wieder, wird aber nicht interpretiert, aus dem schlichten Grund, dass es nicht ganz klar ist, was die Lernenden rechnen. Zu bemerken ist, dass sich der Lehrer nur zweimal meldet und somit seinen Lernenden viel Zeit einräumt, selbst auf die Lösung zu kommen.

Transkriptauszug 1107.5

- 2b 02:37:20 T Also, gefragt ist danach, wie viel Hühner und wie viel Kaninchen gibt's.
Wie viel von welcher Sorte.
- 2b 02:42:23 Ss {Gemurmel}.
- 2b S1 Wie viel von jeder Sorte.
- 2b Ss {Gemurmel}.
- 3.4 S3 (zu S4) Wir müssen nur mit den 94 was machen.
 S4 () irgendetwas gehört dazu.
 S1 [*lehnt sich zu S2*]
- 3.3 03:04:12 S2 Vierundzwanzig bleiben übrig ... dann sind's ...
 03:10:21 Ss {Gemurmel}.
 [*S1 will den Rechner von S4.*]
- 4a S1 [S4], kann ich mal?
- 4 03:26:29 S4 Wir tun das einfach (wieder heuristisch).
 03:27:22 S3 Ein Kopf, zwei Beine, ein Kopf.
- 3.3 S3 Vierundzwanzig.
 [*S2 rechnet für sich.*]
- 4a S2 Vierzig.

4a		S1	Sechsendneunzig Beine, das geht schon am Ende.
4a	03:29:21	SN	(Jawohl).
4a	03:30:01	Ss	{Gemurmel}.
4a	03:42:22	SN	Okay.
4a	03:42:28	SN	Fünf-
4a	03:44:22	SN	Fünfundzwanzig.
4a	03:46:29	S3	Hab ich auch herausgekriegt.
4a	03:48:00	Ss	{Gemurmel}.
	03:50:15	S4	(Die müssen nur) zwei Beine (haben).
4a		S1	Neun, vierzehn mal zwei.
4	03:59:02	SN	(Die sind schwer).
4a	03:59:23	SN	Vierundsiebzig (Beine).
4a	04:11:14	S4	Jetzt- können wir- das hier auch brauchen ...
4a	04:14:04	Ss	().
4a	04:21:24	T (zu S3 + S4)	Wieso haben zehn Hühner bei euch vierzig Beine? Wie geht denn das? Wenn das Huhn nur zwei hat?
4a		S3	Nein nicht vierzig, ähm, lassen Sie mich mal kurz raten.
4a	04:26:23	S3	Ehm ... (), zwanzig.
2c	04:31:03	S1	Hühner haben zwei Beine.
2c	04:34:14	S2	Hühner haben zwei und Kaninchen vier.
2c		S4	Ja, stimmt schon.
4a	04:39:19	S2	Also, zehn Kaninchen und vierzig (), aber das- ich glaub man muss- dann bleiben mir fünfundzwanzig Köpfe noch übrig, und dann ... muss, ehm ...
4a	04:49:28	S2	Also erst mal, glaub ich- weil das sind ja vierundneunzig- fünfunddreissig Köpfe, das wär ja ungerade und vierundneunzig Beine, das ist-
4a	04:57:03	S2	Also da muss entweder ein ... krankes Tier dabei sein-
4a	05:00:23	Ss	{Gelächter}.
4a	05:01:19	T	Ist nicht.

4a	05:02:23	Ss	{lachen}
4a	05:02:28	S2	Nein. Oder man ist halt-
4a	05:05:26	SN	Oder-//
4a	05:06:11	S3	// Ein Held ist der!
4a	05:07:05	SN	Ja ... (das ist irgendwo) ...
4a	05:09:09	S4	Nee, versteh ich nicht, was meinst denn du mit-//
4a	05:11:02	S3	//Ja, ich hab's auch so gerechnet, kuck mal [S2], bei mir kamen dann ... zwölf Komma fünf, ja? Also ich hab irgendwas gerechnet, ()
4a	05:18:00	S3	Da hab ich mir auch gedacht, das geht nicht, weil zwei Tiere oder ein Tier krank (wären).
meta	05:22:18	T	Also, ich glaub, ich muss euch mal auf den Weg bringen.

Der Lehrer schaltet sich erst in Minute 05:22 wieder ins Gespräch ein, als er merkt, dass die Lernenden ohne seine Hilfe doch nicht auf die Lösung kommen werden. *Also, ich glaub, ich muss euch mal auf den Weg bringen.* (Min. 05:22:18, T). Die Sackgassen und Vorstellungen der Schüler und Schülerinnen können nur schwer interpretiert werden. Sie rechnen, kommen auf halbe Kaninchen, und fragen sich, ob es da kranke Kaninchen darunter hat (Min. 05:18). Der Lehrer geht wie gesagt nicht gross auf die Schülervorstellungen ein, sondern er bespricht dann ab Minute 05:22 im fragend-entwickelnden Lehr-Lerngespräch den Lösungsweg, der von der Frage ausgeht, wenn „alles nur Hühner wären, wie viele Beine hätten die dann?“. So kann mit den übrigen Beinen die Anzahl Kaninchen berechnet werden (vgl. Abschnitt 6.2.4). Die Gruppe braucht ab Minute 05:22, als der Lehrer sich ins Gespräch einschaltet, nur noch eineinhalb Minuten, bis das numerische Ergebnis gesagt wird.

Warum der Lehrer diesen Weg für diese Tutoringsgruppe wählt, ist schwierig zu sagen. Entweder denkt er, dass der Weg einfacher und für die Lernenden besser nachvollziehbar ist als derjenige mit einer Gleichung, oder er vermutet, dass S2 selbst auch schon zu diesem Lösungsweg tendiert und wählt ihn deshalb. S2 macht nämlich in Minute 03:04 folgende Äusserung: *Vierundzwanzig bleiben übrig ... dann sind's ...* (Min. 03:04, S2). Da S2 diesen Satz aber nicht an die ganz Gruppe adressiert – man kann diesen Turn als Solilog bezeichnen (vgl. Abschnitt 6.5.4), als lautlich formulierte Gedankengänge, welche nur für sich selbst bestimmt sind –, und er auch nichts weiteres Verständliches dazu äussert,

kann nur vermutet werden, dass sich dieser Satzteil auf die übriggebliebenen Beine bezieht ($94-70 = 24$) und S2 folglich auch am Lösungsweg „wenn alles Hühner wären“ herumdenkt. Diese Interpretation ist jedoch nicht sicher.

Betrachten wir nun noch den vom Lehrer initiierten Lösungsweg „wenn alles Hühner wären“, welcher im Transkriptauszug 1107.6 wiedergegeben wird. Der Lehrer führt das Gespräch und leitet die Lernenden von jetzt an durch den Lösungsprozess.

Transkriptauszug 1107.6

- | | | | |
|------|----------|----|--|
| meta | 05:22:18 | T | Also, ich glaub, ich muss euch mal auf den Weg bringen. |
| meta | | S3 | Ja. |
| meta | 05:25:00 | S4 | Ja, ich glaub auch. |
| 3.3a | 05:26:11 | T | Ja, also, wenn ... die siebenunddreissig Tiere, die da sind, wenn das alles-// |
| 3.3a | 05:30:12 | SS | // Fünfunddreissig. |
| 3.3b | 05:31:21 | T | Fünfunddreissig, ach so, da, also ich meine, wenn das alles Hühner wären, wie viel Beine hätten die? |
| 3.3b | 05:36:06 | S2 | Siebzig. |
| 3.3b | 05:37:09 | SS | Ja. |
| 3.3c | 05:37:19 | T | Ja. Jetzt sind aber vierundneunzig Beine da, das heisst, es müssen noch Kaninchen dabei sein. |
| 3.3c | 05:41:28 | S4 | Genau. |
| 3.3d | 05:42:20 | T | Und wenn ein Huhn durch ein Kaninchen ausgetauscht wird, was ändert sich, an der Beinezahl? |
| 3.3d | 05:48:17 | S2 | Das wären dann zwei mehr. |
| 3.3d | 05:49:15 | S4 | Zwei mehr. |
| 4a | 05:51:03 | T | Ja. ... Also wenn wir jetzt- äh- vierunddreissig Hühner und ein Kaninchen hätten, bei wieviel Beinen wären wir da? |
| 4a | 05:59:03 | S2 | Zweiundsiebzig. |
| 4a | 06:00:01 | S4 | Ja. |
| 4a | 06:00:23 | T | Bei zweiundsiebzig, genau. Jetzt sind wir aber bei vierundneunzig. Wie viel Hühner müssen wir dann durch Kaninchen ersetzen? |
| 3.3e | 06:10:19 | S2 | Zweiundzwanzig. |
| 3.3e | 06:11:11 | S4 | Zweiundzwanzig. |
| 3.3e | 06:12:18 | S1 | Zweiundzwanzig. |
| 3.3e | 06:17:25 | S2 | Also, Moment. |

- 3.3d 06:18:28 T Für- bei jedem Kaninchen kommen zwei Beine dazu. ... Wie viele kommen insgesamt dazu?
- 3.3d 06:25:27 S2 Vier und (...).
- 3.3d 06:28:04 S4 Zwei. (Wir haben gesagt bei) zweiundsiebzig, oder?
- 3.3d 06:29:29 S2 Zweiundsiebzig- ne, wir brauchen vierundzwanzig Beine dazu- wir müssten... sechs Stück... Ne, müsste zwölf, //
- 4b 06:36:20 S2 // Zwölf Stück, zwölf.
- 4b 06:37:06 S1 Zwölf, zwölf.
- 4b 06:37:23 T Aha.
- 06:38:10 S3 Guck mal (ich hab's gefunden).
- 4b 06:38:28 T Zwölf Kaninchen.
- 4b 06:40:14 S3 Ja (hab ich ja gesagt).
- 4b 06:41:09 T Das stimmt auch. Und wie viel Hühner bleiben dann übrig?
- 4b 06:45:18 S2 Eh- dreiundzwanzig.
- 4b 06:47:03 T Insgesamt sind's fünfunddreissig-
- 4b 06:49:04 S4 Ach so! Und was hab ich gesagt, zwölf?
- 4b 06:51:05 T Mhm[ja].
- 4b 06:52:29 Ss Dreiundzwanzig.
- 4b 06:55:03 S3 Ja, dreiundzwanzig.
- 4b 06:56:08 S3 S...stimmt.
- 4b 06:57:00 T Dreiundzwanzig stimmt. ... So, jetzt haben wir von der Gesamtzeit ... sechs Minuten verbraucht, da haben wir ein bisschen Zeit gewonnen für die Kerzenaufgabe.
- 4b 07:06:01 SN Uh!
- meta 07:06:22 S4 Sollen wir jetzt das aufschreiben, das Ergebnis? Brauchen wir das?
- meta 07:08:27 T Ne, das ist- äh- ist okay, so.

Nachdem das Ergebnis von S2 gesagt worden ist, fragt S4 den Lehrer explizit, ob sie das Ergebnis aufschreiben sollen. Der Lehrer hält dies nicht für nötig. Diese Stelle wurde als Titel und als Charakteristikum für diese Gruppe ausgesucht, denn dieser Ausschnitt zeigt, dass das Ergebnis zentral ist, aber der Lösungsweg, wie man dahin kommt, ist nebensächlich: Das richtige Resultat ist das Ziel dieses Mathematikunterrichts. Inwiefern es diesem Lehrer dennoch um das Verständnis des Lösungsweges geht, kann aufgrund der Interpretation von nur

einem viertelstündigen Setting nicht eruiert werden⁷⁸. Es kann auch sein, dass er seine Lernenden überschätzt und glaubt, dass alle es schon verstanden haben. Ein weiterer Grund für das (vor)schnelle Ende bei der Kopf-Beine-Aufgabe könnte auch seine Fixierung auf die 15 Minuten Zeit für die Tutoringsituation sein, welche ihn vom schriftlichen Aufschreiben und Erklären von anderen Lösungswegen abhält. Denn sein Fazit zum Resultat ist, dass sie es schnell herausgefunden haben und somit mehr Zeit für die nächste Aufgabe haben werden: *So, jetzt haben wir von der Gesamtzeit ... sechs Minuten verbraucht, da haben wir ein bisschen Zeit gewonnen für die Kerzenaufgabe.* (Min. 06:57, T.). Die Gruppe löst in der verbleibenden Zeit tatsächlich noch die Kerzenaufgabe Nr. 1. Das Gespräch zu dieser Aufgabe wird nicht analysiert, aber zwei Bemerkungen sind angebracht, nämlich erstens, dass das Format des Gespräches sehr ähnlich verläuft mit vielen Peerinteraktionen und relativ wenig Unterstützung und Führung durch den Lehrer und dass S4 wiederum die Organisation übernimmt: Minute 07:12:22 S4: *Ich les mal wieder vor.*

Zum Schluss sei nochmals angemerkt, dass in dieser Tutoringsituation überhaupt nicht über eine Gleichung gesprochen wird. Der Lösungsweg mit einer Gleichung, also der mathematische Ansatz, der, wenn man ihn verstanden hat, auf alle ähnlichen Textaufgaben am besten zu generalisieren oder zu transferieren wäre, wird gar nicht besprochen.

⁷⁸ Die Analse der ersten Klassenstunde zu den Textaufgaben zeigt, dass es dort dem Lehrer immerhin ein wenig mehr um die Rechtfertigung der Lösung geht. Die Lernenden arbeiten hauptsächlich in Gruppen. Als einige Gruppen das Resultat der ersten Aufgabe herausgefunden haben, will die Lehrperson trotzdem weitermachen, bis zumindest eine Gruppe eine Gleichung aufgestellt hat, um die Lösung zu begründen. Er sagt auch mehrfach (z. B. in Minute 25:30) dass es eine Begründung für die Lösung braucht. Eine Schülerin der Gruppe, welche die Gleichung gefunden hat, schreibt sie (richtig) an die Wandtafel, kommentiert aber die Gleichung nicht, auch dann nicht, als ein Schüler einer anderen Gruppe fragt, wie sie das denn herausgefunden haben. Die Lehrperson geht zur Tafel hin und bezeichnet es als Musterlösung, aber auch er kommentiert den Weg dahin nicht. Dies kann in Bezug auf das Positioning der erfolgreichen Gruppe positiv gedeutet werden, es ist wirklich ihre Lösung und sie wird von der Lehrperson gelobt, aber in Bezug auf das Verständnis der ganzen Klasse wäre vermutlich eine mündliche Erklärung nebst der Verschriftlichung notwendig gewesen.

7.5.3.3 Beizug der Kontextinformationen

Lösungswege und Resultate der zusätzlichen Aufgabe der Lernenden der Gruppe 1107

Wie haben nun diese Lernenden bei der zusätzlichen Aufgabe abgeschnitten? Die Analyse der Arbeitsblätter ergab, dass die Schüler S1 und S2 das richtige Ergebnis durch geschicktes Pröbeln erhalten haben, denn auf ihren Blättern stehen einige Zahlenkombinationen, von denen dann die Gesamtanzahl der Räder mit dem Taschenrechner berechnet wurde. Auf den Lösungsblättern der beiden Schülerinnen S3 und S4 stehen auch Zahlen, aber kein richtiges Ergebnis. Man kann über die Lösungswege dieser Lernenden zur zusätzlichen Aufgabe nur aussagen, dass keiner der Lernenden den in der Tutoringsituation von der Lehrperson vorgeschlagenen und erklärten Weg einschlagen hat, denn vom Ansatz, «wenn alles dreirädrige Kinderwagen wären», ist nichts ersichtlich. Es nimmt auch keiner der Lernenden eine Variable zu Hilfe, was aber auch nicht zu erwarten gewesen wäre, da dieser Weg in der tutoriellen Situation auch nicht erwähnt worden ist.

Interviewaussagen des Lehrers 1107

Der Lehrer beschreibt in der Interviewreflexion die Stimmung der Gruppe beim Lösen als gut: „*Ja, also, das war eine sehr gelockerte Atmosphäre, ich habe den Eindruck gehabt sie haben gerne mitgemacht, alle vier*“ (Reflexion T 1107, S. 1). Zudem glaubt er, dass die Lernenden die Richtigkeit der Lösung verstanden haben: *[...] und habe hatte den Eindruck gehabt, dass alle vier das auch verstanden haben, warum diese Zahlen, die sie da rausbekommen haben, auch die Lösung sind. Also, sie haben es mir nicht glauben müssen, ja, das ist es jetzt, sondern sie wussten selber, jaja, dass so muss es sein.*“ (Reflexion T 1107, S. 1). Er glaubt somit auch, dass die Tutoringsituation ihr Ziel erreicht hat. „*Und damit erübrigt sich die letzte Frage ob das Ziel erreicht ist, es ist erreicht.*“ (Reflexion T 1107 S. 1).

7.5.3.4 Synthese des Falles 1107

Die Gruppenunterrichtssituation der Gruppe 1107 kann folgendermassen zusammengefasst werden: Die Lernenden versuchen in der ersten Hälfte der Sitzung die Aufgabe im Schülerteam zu lösen. Es sind alle Lernenden mehr oder weniger aktiv am Gespräch beteiligt. Das zeigt sich auch an den 45 % der Peerturns, welche in diesem Gruppengespräch gezählt werden konnten (vgl. Abschnitt 7.3.2). Die Schülerin S4 nimmt die Führungsrolle ein, jedoch nur in Bezug auf die Gesprächsorganisation und nicht bezogen auf das Fachgespräch. Einige Lernende rechnen manchmal still für sich etwas auf ihrem Rechner aus. Leider kommt die

Gruppe während den ganzen fünf Minuten, die der Lehrer sie selbstständig arbeiten lässt, weder auf ein Ergebnis noch auf einen zielführenden Lösungsansatz. Ab Minute 05:22 übernimmt der Lehrer die Führungsrolle und erklärt in einem fragend-entwickelnden Lehr-Lerngespräch den Lösungsweg „wenn alles Hühner wären“ (vgl. Abschnitt 6.2.4). Das korrekte Ergebnis wird in Minute 06:00 gesagt, aber die Lernenden schreiben weder das Ergebnis noch den Lösungsweg auf. Ihre Notizblätter sind, auch am Ende der Behandlung der Aufgabe, (mehr oder weniger) leer, es wird nichts schriftlich fixiert. In diesem Tutoringgespräch wird nichts über den Lösungsweg mit Gleichungen oder Variablen gesagt, was eigentlich der klassische Lösungsweg für diese Klassenstufe wäre. Ein Grund dafür könnte sein, dass der Lehrer unbedingt beide vom Forschungsteam gestellten Aufgaben behandeln wollte. Der Zeitrahmen, symbolisiert durch die Uhr, die öffentlich auf dem Tisch liegt und auch von den Lernenden bemerkt wird, wird mehrfach im Lehr-Lerngespräch thematisiert. Der Lehrer hält das Ziel der Gruppenunterrichtssituation für erreicht, da die Schüler und Schülerinnen schnell auf eine Lösung gekommen sind und die Lernenden seiner Meinung nach auch wissen, dass das wirklich die richtige Lösung ist. Er glaubt, wie er im Interview sagt, dass die Schüler und Schülerinnen die Begründung für das Ergebnis verstanden haben. Die Analyse hat im Allgemeinen ergeben, dass der Lehrer den Lernenden zu viel Freiraum lässt. Er mischt sich (fast) gar nicht ins Schülergespräch ein und verpasst somit die geeigneten Momente, an denen er nachfragen könnte, was das Herausgefundene für den Lösungsweg bedeutet (z. B. in Min 02:05:11, S2: *Aber da Kaninchen vier Beine haben und Hühner nur zwei ...//*) oder was die Überlegungen der Lernenden im Detail sind (in Min. 02:10:22, S3: *müssen wir die 94 durch irgendwas teilen*). Er unterstützt seine Lernenden somit zu wenig und geht nur bedingt auf ihre angedachten Wege ein. Als er merkt, dass sie nicht weiterkommen, schlägt er einen neuen Weg ein und erklärt ihn recht schnell, in eineinhalb Minuten, in einem lehrergesteuerten fragend-entwickelnden Unterrichtsstil.

7.5.4 Portrait Fall 2105: T: „Jetzt wäre es noch lustig, wenn jeder erzählen könnte, wie er es gemacht hat, aber dafür haben wir keine Zeit. Das können wir eventuell in der nächsten Stunde machen.“ – Vier unabhängige und individuelle Scaffoldings

7.5.4.1 Situierung des Falles 2105 und Rahmeninformationen

Situierung des Falles 2105

Bei der tutoriellen Situation 2105 lösen vier Schüler mit Hilfe ihres Lehrers in fortgeschrittenem Alter in 16.5 Minuten in 291 Turns die Aufgabe Nummer 1. Diese Kleingruppenunterrichtssituation wurde für ein Portrait ausgewählt, weil drei unterschiedliche Lösungswege eingeschlagen werden. Die drei Lösungswege sind das Probieren, das Aufstellen einer Gleichung mit einer Variablen und die logische Lösung (Wenn alles Hühner wären, wie viele Beine hätten diese dann?) (vgl. Aufgabenanalyse 6.2). Diese verschiedenen Varianten zur Aufgabenlösung werden jedoch nicht miteinander verglichen. Es war die didaktische Absicht des Lehrers, diese unterschiedlichen Vorgehensweisen zu diskutieren, denn er sagt in Minute 14, als jeder Lernende das numerische Ergebnis aufgrund seines Lösungsweges herausgefunden hat, *Jetzt wäre es noch lustig, wenn jeder erzählen könnte, wie er es gemacht hat, aber dafür haben wir keine Zeit. Das können wir eventuell in der nächsten Stunde machen* (Min. 14:53:11, T). Sie kommen aber nicht dazu, weil der Lehrer entscheidet, die Kerzenaufgabe anzuschauen, obwohl schon 15 Minuten abgelaufen sind.

Das Lehr-Lerngespräch dieser Gruppe kann am besten als vier «Einzelcoachings» bezeichnet werden, denn es finden absolut keine Peerinteraktionen statt (0 %, vgl. Tabelle 7.7), obwohl die Lernenden an einem Gruppentisch beisamensitzen und folglich von der räumlichen Anordnung her Peerinteraktionen naheliegend gewesen wären. Die Interaktionsstruktur besteht hauptsächlich aus aneinandergereihten Dialogen. Die kurze Eröffnungssequenz (Nachfrage des Lehrers zum Textverständnis) und die Schlusssequenz (Rückblick des Lehrers über das jeweilige Vorgehen der Schüler und Schülerinnen) sind Monologe des Lehrers. Die Interaktionsstruktur wird folglich nie zu einem aktiven Polylog (vgl. Abschnitt 6.5.4), bei dem ein Unterthema mit mehreren oder allen Lernenden gemeinsam besprochen wird. Die Gesprächsstruktur während der gesamten Zeit lässt sich schematisch so darstellen: T – S1 – T – S1 – T / T – S3 – T – S3 – T – S3 T / T – S2 – T / T – S4 – T Der Sprechanteil des Lehrers beträgt 56 % der geäußerten Turns und 80 % der gesprochenen Wörter, was bei aneinandergereihten Dialogen mit einer Tutorfunktion des Lehrers nicht erstaunlich ist. Die Turn- und Wörterverteilung der Schüler und Schülerinnen untereinander ist mehr

oder weniger ausgeglichen⁷⁹, d. h. der Lehrer widmet allen Lernenden in etwa gleich viel Aufmerksamkeit. Die Analyse im Hauptteil mit relevanten Gesprächsausschnitten wird aufzeigen, dass der Lehrer nicht nur für die Interaktionsform, sondern auch für die Auswahl der verschiedenen Lösungswege verantwortlich ist: Er leitet seine Lernenden zu den (aus seiner Sicht) für sie passenden Lösungsweegen an. Aussergewöhnlich in Bezug auf den Datensatz und vom Lernerfolg her gesehen sehr lobenswert ist, dass alle Lernenden bei der zusätzlichen Aufgabe auf das richtige numerische Ergebnis kommen.

Rahmeninformationen des Falles 2105

Aufgabe Nr .1: Kopf-Beine-Aufgabe

In einem Gehege sieht Livia Kaninchen und Hühner. Alle Tiere zusammen haben 35 Köpfe und 94 Beine.

Dauer: 17 Minuten mit 291 Äusserungen

Redeverteilung Turns: T: SS = 56 %: 44 %,

Redeverteilung Wörter: T: SS = 81 %: 19 %

Teilnehmende: vier Schüler, Lehrer

Lösungswege in der Tutoringsituation (S1 – S4): probieren – GL X – probieren – logische Lösung

Lösungswege in der zusätzlichen Aufgabe (S1 – S4): probieren – GL X – probieren – logische Lösung

Lösungen in der zusätzlichen Aufgabe (S1 – S4): ja – ja – ja – ja

Antwortsatz bei der zusätzlichen Aufgabe (S1 – S4): nein – nein – ja – ja

Punkte bei der zusätzlichen Aufgabe (S1 – S4): 1 – 6 – 2 – 3

Resultate auf den Notizblättern in der Tutoringsituation (S1 – S4): nein – x = 23 – ja – ja

Echte Peersequenzen: 0 %

Setting: Gruppentisch

⁷⁹ Turns: S1: 20, S2: 46, S3: 31, S4: 30, T: 164; Wörter: S1: 73, S2: 108, S3: 95, S4: 108, T: 1581.

T

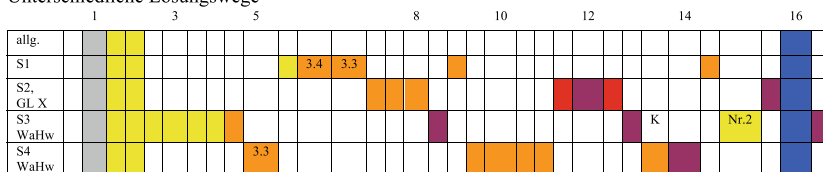
S2	S3
S1	S4

Kamera



Abbildung 7.40 Tutoringgruppe 2105, Minute 01:14, Personen von links nach rechts: S1, S2, T, S3, S4

Zeitstrahl der Aufgabenanalyse 2105: Die Gruppe äussert durchschnittlich 9 Turns pro Feld
 Unterschiedliche Lösungswege



Legende: Textverständnis, Situationsanalyse, Mathematisierung I, Mathematisierung II, Ausrechnen, Antwortsatz, Rückblick, Schriftlichei

7.5.4.2 Mikroanalysen relevanter Szenen der Tutoringsituation 2105

Eröffnungssequenz

In der Eröffnungssequenz formuliert der Lehrer mündlich den Rahmen, der vom Design der Forschung vorgegeben ist („*Wir müssen zwei oder drei Aufgübchen miteinander anschauen*“). Er äussert zudem, worum es seiner Ansicht nach geht („*es geht eigentlich einfach darum, wie ihr da miteinander und wie ich mit euch da arbeiten und was wir da -eh- wie wir da an die Aufgaben herangehen*“). Er bezeichnet die Tutoringsituation als „Kurzlektion“ und die vier Lernenden als „Grüppchen“. Betrachtet man die Gesprächsorganisation, so fällt auf, dass er mit einem klaren Gliederungssignal beginnt, „*Gut*“, und die Lernenden begrüsst. Er übernimmt folglich die Führung der Gesprächsorganisation. Am Ende der Eröffnungssequenz zeigt sich, dass der Lehrer auch klar den inhaltlichen Lead übernimmt, denn er bestimmt die Aufgabe, welche gelöst werden muss („*...mit einer Kopf-Beine-Aufgabe anfangen*“, „*nur die erste*“). Er stellt es aber sprachlich so dar, also ob alle gewählt hätten („*Wir würden mit einer Kopf-Beine-Aufgabe anfangen*“). Auch die Art und Weise, wie begonnen wird, eine mathematische Textaufgabe zu lösen, wird von ihm vorgegeben: „*Wir lesen das gerade einmal rasch durch*“. Er übernimmt somit auch den „Strategielead“. Im Transkriptauszug 2105.1 wird die Eröffnungssequenz dokumentiert.

Transkriptauszug 2105.1

Min. 00:00:09 bis Min. 00:51:25 T: Gut. Begrüsse ich dieses Grüppchen zu unserer Kurzlektion. Wir müssen zwei oder drei- je nach dem- Aufgübchen miteinander anschauen. Und es geht eigentlich einfach darum, wie ihr da miteinander und wie ich mit euch da arbeite und was wir da -eh- wie wir da an die Aufgaben herangehen. Wir würden mit einer Kopf Beine Aufgabe anfangen. Ich habe das für euch kopiert. Und ... wir lesen das gerade einmal rasch durch. Nur die erste.

Betrachtet man die Details der Formulierungen, so ist interessant, dass es aus der Sicht des Lehrers darum geht, wie die Gruppe miteinander die Aufgabe löst („*wie ihr da miteinander*“). Er erwähnt folglich die Sozialform der Gruppenarbeit als erstes und geht erst danach auf seine Rolle ein (*und wie ich mit euch da arbeite*). Die Analyse des gesamten Tutoringsgespräches wird ergeben, dass keine Gruppenarbeit stattfindet, auch wenn der Lehrer es zu Anfang explizit erwähnt. Die Art und Weise, wie sie den Lösungsweg angehen, also der Problemlöseprozess, wird zum Schluss auch noch erwähnt (*wie wir da an die Aufgaben*

herangehen). Der Lehrer erzählt, worum es seiner Meinung nach geht. Ein weiteres Detail der Formulierung dieses Lehrers in der Anfangssequenz verdient unsere Aufmerksamkeit, nämlich die Aussage, dass die Aufgabe „rasch“ durchgelesen werden soll. Warum? Was impliziert das Adverb „rasch“? Ist die Aufgabe so einfach? Warum soll sie nicht „gründlich“ oder „konzentriert“ durchgelesen werden? Bedeutungsmässig passt das Adverb „rasch“ gut zur Benennung der Aufgaben durch den Lehrer, denn er bezeichnet sie als „Aufgübchen“, eine Diminutivform, welche die Leichtigkeit der Aufgaben implizieren kann.

Die ersten Äusserungen des Transkriptauszuges 2105.2 handeln vom Textverständnis. Dann, nach einem Gliederungssignal des Lehrers (Min. 01:04 T, *Gut*), drückt er seine Hoffnung aus, dass jeder Schüler anders an die Aufgabe herangeht (Min. 01:04, T: *Hoffentlich jeder ein wenig anders*).

Transkriptauszug 2105.2

- 00:53:11 SN *Ja.*
 00:54:21 T *Schon gecheckt?*
- 00:56:09 S2 (Mhm [Ja].)
 00:58:23 T *Um was dass es geht?*
- 01:00:03 S? Mhm [Ja].
 01:00:25 T *O.k., alle?... [S1]?*
- 01:03:16 S1 *Ja.*
 01:04:00 T *Gut... Also jetzt lasse ich euch mal drauf los. Macht die schnell.
 Wollen schauen wie schnell es geht...Hoffentlich jeder ein wenig anders.*

Zu erwähnen ist, dass der Lehrer wiederum das Tempo betont, und zwar in zwei aufeinanderfolgenden Sätzen (Min. 01:04, T: *Macht die schnell. Wollen schauen, wie schnell es geht...*). Der erste Satz in dieser Äusserung formuliert die Absicht des Lehrers, den Schülern die ersten Lösungsschritte zu überlassen (Min. 01:04, T: *Also jetzt lasse ich euch mal drauflos*). Doch schon nach ca. 30 Sekunden meldet sich der Schüler S4 und fragt nach der Fragestellung (vgl. Transkriptauszug 2105.3). Dieser Lernende verlangt somit sehr schnell eine Unterstützung vom Lehrer.

Formulieren der Fragestellung (Lösungsschritt Code 2b)

Transkriptauszug 2105.3

- 01:40:18 S4 *Was muss man eigentlich ausrechnen? Wie viel...wie gross das Gehege ist, oder?*
- 01:46:04 T *Nein, schau... was steht am Schluss, wie viel-*
- 01:49:24 S4 Alle Tiere zusammen haben//(fünfunddreissig Köpfe.)
- 01:51:00 T *//Wie viele Tiere. //Wie viele Hasen und wie viel Hühner es hat.*
- 01:52:06 S4 //Ja...Ja.
- 01:54:06 Ss Aha.
- 01:55:00 T Oder.
- 01:55:13 SN Ah ja.

Der Schüler S4 initiiert mit seiner Frage nach der Fragestellung eine Interaktion (Selbstwahl des Schülers mit einer Kreatoräusserung). Die Reaktion des Lehrers ist so, dass er zuerst die Aufmerksamkeit des Schülers auf das nochmalige Lesen der Textaufgabe lenkt (Min. 01:46, T: *Nein schau...was steht am Schluss*), dass er jedoch selbst schon in der nächsten Äusserung, parallel zum Vorlesen des Lernenden, die korrekte Fragestellung nennt (Min. 01:51, T: *Wie viele Hasen und wie viel Hühner es hat.*). Er gibt somit eine inhaltliche Antwort und lässt dem fragenden Schüler S4 keine Zeit, selbstständig eine sinnvolle Fragestellung zu formulieren. Der Lehrer lässt auch die Möglichkeit verstreichen, einen Polylog mit allen Schülern zu eröffnen, indem er die Frage nach der Fragestellung dieser Textaufgabe an die anderen Lernenden weitergibt; dies, obwohl er in seiner Eröffnungssequenz gesagt hat, dass sie eine Gruppe sind und es darum geht, wie sie *miteinander* die Aufgabe lösen (Min. 00:09, T). Der Lehrer versteht somit das Wort *miteinander* als Interaktion zwischen ihm und den einzelnen Schülern und nicht als die der Schüler untereinander, obwohl er in seiner Eröffnungssequenz beide Bedeutungsvarianten des Wortes verwendet. Er sagte nämlich: *Wir müssen zwei oder drei- je nach dem- Aufgäbchen miteinander anschauen. Und es geht eigentlich einfach darum, wie ihr da miteinander (2) und wie ich mit euch da arbeite (1)* (Min. 00:09, T).

Welche Lösungswege?

Der Lehrer sagt zu Beginn, dass er die Initiierung der Lösungswege den Schülern überlassen will (vgl. Transkriptauszug 2105.2 Min.01:04, T: *Also jetzt*

lasse ich euch mal drauf los), schreitet jedoch ein, wenn ein Schüler einen falschen Lösungsweg einschlagen will (vgl. S3 und S1), wie die nächsten beiden Transkriptauszüge dokumentieren.

Transkriptauszug 2105. 4

- 02:32:19 T (zu allen) *Soll ich ein paar Fragen stellen? ... oder wollt ihr noch ein wenig probieren?
T (zu S1) ... Hm? ... [S1], willst du noch ein wenig probieren?*
- [Die Schüler sind je über ihr Notizblatt geneigt und arbeiten still.]*
- 03:18:00 T (zu S3) *Was sind das da, fünfunddreissig?*
- [Notizblatt S3: 35 94]
- 03:19:03 S3 *Köpfe.*
- 03:19:21 T *Köpfe und?*
- 03:20:09 S3 *Beine.*
- 03:21:22 T *Ja, ja, also siehst du und jetzt die Hasen und... die Hühner haben ja verschiedene Anzahl Beine. //Willst du einmal von dem ausgehen.
- 03:21:22 T **Also** schreibe das irgendwo... Aufschreiben ist immer gut ...
- 03:33:11 T ... oder Zeichnen ist auch gut.*
- 03:27:29 S3 //Ja, schon.*
- [Die Schüler arbeiten still weiter, je über ihr Notizblatt geneigt.]*
- 03:56:14 T *So. Wie viele sind es miteinander?*
- 03:59:10 S3 *Sechs.*
- 04:01:00 T *Nein, wie viele sind es //miteinander?*
- 04:01:26 S3 //Vier.*
- 04:03:02 T *Hasen- und Hühner-Köpfe.*
- 04:04:14 S3 *Aha, fünfund-*
- 04:05:22 T Aha.
- 04:06:22 S3 *Ja, genau.*
- 04:08:09 T *Wenn es alles Hasen wären, hätte es dann zu viel oder zu wenig Beine?*
- 04:13:08 S3 *Hasen?*
- 04:15:20 T *Ja, ist ja logisch, //musst du nicht eintippen.*
- 04:16:19 S3 //Ja schon-... //ja schon zu viele.*
- 04:18:06 T //Und wenn es alles Hühner wären?... Gibt es wohl?*

- 04:21:01 S3 *Zu wenig.*
 04:21:20 T *Also probiere doch mal.*
 04:37:05 T *Bist du am Probieren?*
 04:38:04 S2 Mhm [Ja.]

Im ersten Satz aus dem Transkriptauszug 2105.4 (*Soll ich ein paar Fragen stellen? ... oder wollt ihr noch ein wenig probieren?* T, Min. 02:32) bietet der Lehrer den Schülern an, die Aufgabe gemeinsam zu lösen, schlägt aber gleichzeitig die weitere Einzelarbeit auch als Vorgehensweise vor, da die Schüler nicht auf den Vorschlag reagieren. Die Schüler arbeiten still und über ihre Notizblätter geneigt für sich weiter. Der Lehrer beobachtet sie eine Weile. Dann spricht er den Schüler S3 an, da er auf dessen Notizblatt nur die Zahlen 35 und 94 aufgeschrieben sieht. Der Lehrer und der Schüler S3 reden in ihrem Zweiergespräch von Köpfen und Beinen (Min. 03:19 bis Min. 03:21). Der Lehrer möchte, dass S3 seinen Gedankengang weiter ausführt und fordert ihn deshalb auf, dass er das einmal aufschreibt. Zudem gibt der Lehrer in Minute 03:21 eine ausführliche Erklärung, dass die Hasen und die Hühner eine unterschiedliche Anzahl Beine haben. Dieser Lehrer bringt auch hier wiederum eine wichtige inhaltliche Information ein, er macht selbst regelmässig Kreationen, wie vorher bereits bei der Formulierung der genauen Fragestellung festgestellt wurde.

Nach einer weiteren Stillarbeitszeit eröffnet der Lehrer mit dem Gliederungssignal *so* (Min. 03:56) wiederum ein Zweiergespräch mit dem Schüler S3, weil dieser nicht weitergekommen ist mit Lösen. Er sagt: *So. Wie viele sind es miteinander?* (T Min. 03:56). Der Schüler S3 denkt an die Beine und antwortet mit *sechs* (S3 Min. 03:59). Der Lehrer wiederholt seine Frage wortwörtlich in Minute 04:10, worauf S3 mit *vier* antwortet. Nun präzisiert der Lehrer seine Fragestellung: *Hasen und Hühner Köpfe* (T Min 04:03). Der Lehrer möchte also von S3 wissen, wie viele Hasen- und Hühnerköpfe es gemeinsam sind. Der Schüler S3 denkt an einem anderen Ansatz herum als der Lehrer, denn er hat zuerst einmal die einzelnen Beine der Hasen und Hühner zusammengezählt. Der Lehrer geht nicht auf den Ansatz mit den sechs gemeinsamen Beinen ein. Er stellt kleinschrittige Fragen, um S3 auf seinen eigenen Lösungsansatz zu bringen, welchen er auch in Min. 04:08 formuliert (T: *Wenn es alles Hasen wären, hätte es dann zu viel oder zu wenig Beine?*). S3 versteht den Ansatz des Lehrers nicht sofort und fragt nach: *Hasen?* Auf die Frage des Lehrers, *wenn alles Hühner wären*, kann S3 dann mit *zu wenig* antworten. In Min. 04:21 glaubt der Lehrer, dem Lernenden

S3 einen guten Ansatz vermittelt zu haben und wendet sich einem anderen Lernenden zu, ohne auf die Zustimmung von S3 zu warten, ob er den Lösungsansatz des Lehrers verstanden hat und annehmen will.

Transkriptauszug 2105.5

- 05:26:11 T *Und [S1], wo bist du?*
- 05:27:26 S1 *Bei mir geht es irgendwie nicht auf.*
- 05:29:17 T *Geht es nicht auf?...Meinst du, es hat noch ein Dreibeiner, oder?*
- 05:34:01 S1 (*Nein.*)
- 05:34:26 SN *Zweiköpfige.*
- 05:37:19 T *Wo ist das Problem?*
- 05:38:12 S1 *-Ehm- ich weiss nicht, wie ich das weiter- was ich weiter (da machen) soll.*
- 05:41:06 T *Was hast du denn gemacht?*
- 05:42:07 S1 *Also. -Ehm- Hühner und Kaninchen insgesamt haben **sechs** Beine.*
- 05:48:03 T *Das ist ein schwieriger Ansatz, das würde ich dir nicht empfehlen.*
- 05:51:04 S1 (Aha.)
- 05:51:20 T *Ich würde eher sagen, fange du mal mit den Hühnern an, wenn alles Hühner wären.*
- 05:58:19 T (zu S2) Und du?

An dieser Stelle ist es wiederum der Lehrer, welcher die Sequenz eröffnet und bei S1 nachfragt, wie weit er gekommen ist. Auch hier fällt auf, dass es ein Dialog zwischen einem einzelnen Schüler und dem Lehrer ist, und dieser Dialog sich nicht zu einem Polylog öffnet. Betrachtet man die vorgeschlagenen Lösungswege von S3 (Transkriptauszug 2105.4) und von S1 (Transkriptauszug 2105.5), so fällt auf, dass beide dieselbe (falsche) Idee haben und an den zusammengezählten sechs Beinen herumdenken: Ein einzelner Hase und ein einzelnes Huhn haben zusammen sechs Beine. Diese Überlegung führt für diese Textaufgabe nicht zu einem erfolgreichen Lösungsansatz, doch der Lehrer hätte auf den Lösungsweg dieser beiden Schüler eingehen können, da er von den vier Lernenden immerhin von zweien vorgeschlagen worden ist. Der Lehrer sagt nur, dass er diesen Weg nicht empfehlen würde (Min. 05.48, T: *Das ist ein schwieriger Ansatz, das würde ich dir nicht empfehlen*), bringt aber keinerlei Begründung dafür. An dieser Stelle zeigt sich auch sprachlich sehr deutlich, dass der Lehrer den Lösungsweg für S1 vorschlägt (Min. 05:51, T: *Ich würde eher sagen, fange du mal mit den Hühnern an, wenn alles Hühner wären*). Dies geschieht bei diesem Lehrer öfters, wie auch der nächste Gesprächsausschnitt, Transkriptauszug 2105.6, aufzeigen wird.

Abschliessend zum Transkriptauszug 2015.5 soll noch der Humor, mit dem der Lehrer auf die Probleme des Schülers eingeht, positiv hervorgehoben werden. In Min. 05:29 spricht der Lehrer von *dreibeinigen Tieren*. Es ist eine der seltenen Stellen, an der sich ein anderer Schüler meldet als derjenige, welcher im Dialog gerade angesprochen ist. Ein weiterer Schüler ergänzt den Humor des Lehrers und erwähnt *zweiköpfige Tiere* (Min. 05:34 SN). Humor könnte also das Gespräch öffnen, da weitere Mitadressaten zuhören und sich einer sogar in Selbstwahl meldet. Hier wäre es ein Leichtes gewesen, aus dem Dialog einen Polylog zu machen. Ob das für diese Stelle dann zu einem mathematischen Fachgespräch unter allen Lernenden geführt hätte, ist jedoch nicht garantiert. Die Idee, dass der Humor das Gespräch öffnen kann, ist pragmatisch begründet und aus partizipationstheoretischer Sicht sinnvoll.

Transkriptauszug 2105.6

- 05:58:19 T Und du?
(zu
S2)
- 05:59:28 S2 Hm?
- 06:01:09 T *Du bist sonst eigentlich der X-Typ. //Hast doch gestern etwas mit X-Willst du nicht einmal etwas mit X probieren. Wenn es X Hühner sind, dann sind es wie viele Hasen?*
- 06:03:16 S2 // *Ja...Mhm[Ja].*
- 06:13:19 S2 Was?
- 06:14:26 T *Im Ganzen sind es wie viele?*
- 06:16:11 S2 *Fünfunddreissig.*
- 06:17:11 T *Wenn es X Hühner sind, dann sind es wie viele Hasen?*

Der Lehrer schlägt für S2 den Lösungsweg mit einer Variablen vor, und zwar in der Art und Weise, dass man die Äusserung auch als Aufforderung anstatt als Vorschlag bezeichnet könnte: S2 muss diesen Weg einschlagen. Der Vorschlag des Lehrers kann jedoch auch positiv gedeutet werden. Der Lehrer, welcher seine Schüler gut kennt, vermutet, dass dieser Lösungsweg genau für den Schüler S2 passt (Min. 06:01, T: *Du bist sonst eigentlich der X-Typ*). Der Lehrer macht, zumindest aus seiner eigenen Sicht, einen adaptiven Vorschlag für diesen spezifischen Lernenden. Da der Lösungsweg mit einer Variablen ein schwierigerer Weg ist als ohne Variablen vorzugehen, könnte sich der Schüler S2 auch gelobt fühlen, da der Lehrer ihm diesen schwierigen Lösungsweg zutraut.

*Adaptive fachliche Unterstützungen für einzelnen Lernende – gelungen oder nicht?
Der Schüler S2, der X-Typ*

Dieser Dialog des Lehrers mit S2 dauert etwas mehr als zwei Minuten und zeigt auf, dass der Lehrer sehr bemüht ist, seine Lernenden fachlich intensiv zu unterstützen. Er nimmt sich lange Zeit für die einzelnen Lernenden. Er steht auch mehrmals auf und geht zu den Schülern, um Einzelgespräche führen zu können in Bezug auf ihre schriftlichen Notizen. Die schriftlich fixierten Gedankengänge der Lernenden können somit auch ins Lehr-Lerngespräch einfließen. An dieser Stelle (Min. 06:33) macht der Lehrer eine Skizze auf dem Notizblatt des Lernenden S2, um S2 nicht nur verbal den Term für die Hasen (36-x) zu erklären, sondern auch graphisch (vgl. dazu Abbildung 7.42 und Abbildung 7.42).



Abbildung 7.41 Der Lehrer unterstützt die einzelnen Lernenden auch mit grafischen Erklärungen (T-2105, Min. 06:33)

Die Analyse des Lehr-Lerngespräches von 2105 hat mehrmals ergeben, dass die Interaktionsstruktur nie zum Polylog wird. Betrachtet man jedoch Abbildung 7.41 im Detail, so fällt auf, dass alle Lernenden auf die Skizze des Lehrers schauen, auch wenn der Lehrer die Zeichnung explizit für S2 aufzeichnet. Es hätte also wenig gefehlt, dass aus dem Dialog ein Polylog hätte werden können und alle Lernenden gemeinsam die Lösung mit einer Variablen diskutiert hätten.

Dieser Lehrer schlägt für die einzelnen Lernenden adaptive Lösungswege vor und unterstützt sie jeweils einzeln dabei. Er bringt auch Strategiehinweise in den Lösungsprozess ein (z. B. Transkriptauszug 2105.4, Min. 03:21, T: *Aufschreiben*

Abbildung 7.42 T
zeichnet für S2 eine Skizze
für den Term der Hasen
(35-x) (Min. 06:33):
Notizblatt S2 (210516)



ist immer gut) und erklärt das mathematische Vorgehen, wie der Transkriptauszug 2105.7 dokumentiert.

Transkriptauszug 2105.7.

- 08:14:14 T *Also, dann kannst du ja eine Rech- eine Gleichung machen //und dann kommst du da auf diese?*
- 08:16:04 S2 //Ja.
- 08:18:09 T *Ist gut?*
- 08:19:07 S2 *Ich schaue mal.*

Der Transkriptauszug 2105.7 stellt die Schlusssequenz des zwei Minuten langen Dialogs des Lehrers und S2 dar. Zu bemerken ist, dass der Lehrer den darauffolgenden Lösungsschritt explizit erwähnt und somit einen Strategiehinweis gibt. Die Äußerung in Minute 08:14 T: *Also, dann kannst du ja eine Rech- eine Gleichung machen //und dann kommst du da auf diese?* ist die Initiierung des Lösungsschrittes 3.2 im Kodiersystem der Aufgabenanalyse (vgl. Abschnitt 6.5.2). Der Lehrer holt die Einwilligung von S2 ein, dass er ihn nun alleine weitermachen lassen kann.

Die Nachfrage des Lehrers in Minute 08:18 ist bei Betrachtung des ganzen Lehr-Lerngesprächs, für diesen Lehrer eher aussergewöhnlich. Bei der detaillierten Analyse des ganzen Gesprächs fällt nämlich auf, dass der Lehrer bei seinen vielen Dialogwechseln von einem Schüler zum anderen meist sehr schnell den Dialogpartner wechselt und somit dem „verlassenen“ Schüler keine Zeit gibt, nachzufragen. Es ist im Lehr-Lerngespräch 2105 ja meist der Lehrer, welcher den Lernenden ihre „eigenen“ Lösungswege vorschlägt, und somit sollte er abwarten und schauen, ob sein Vorschlag bei den einzelnen Lernenden auch wirklich angekommen ist. Bei der Wiederaufnahme des Dialoges mit demselben Schüler nach

einer gewissen Zeit muss man oft feststellen, dass der Schüler immer noch gleich weit ist wie vorher, also den Lösungsweg des Lehrers noch nicht ganz verstanden hat und nicht viel damit anfangen konnte. Die Transkriptauszüge 2105.8 und 2105.9 bringen Beispiele dazu.

Der Schüler S3

Der Lehrer hat für S3 den Lösungsweg „Wenn alles Hasen wären“ vorgeschlagen.

Transkriptauszug 2105.8 (vgl. Ende Transkriptauszug 2105.4)

- 04:08:09 T *Wenn es alles Hasen wären, hätte es dann zu viel oder zu wenig Beine?*
- 04:13:08 S3 *Hasen?*
- 04:15:20 T *Ja, ist ja logisch, //musst du nicht eintippen.*
- 04:16:19 S3 //Ja schon-... //ja schon zu viele.*
- 04:18:06 T //Und wenn es alles Hühner wären?... Gibt es wohl?*
- 04:21:01 S3 *Zu wenig.*
- 04:21:20 T *Also probiere doch mal.*

Es hat ein kleiner Dialog stattgefunden über die Gesamtanzahl der Beine, wenn alles nur Hasen oder alles nur Hühner wären. S3 antwortet auch richtig, indem er gut abschätzen kann, dass es, wenn alles Hasen wären, zu viele Beine hätte und wenn alles Hühner wären, zu wenige. Aber was dieses Spekulieren mit nur einer Tierart mit dem Lösen der gestellten Aufgabe zu tun hat, darüber wird nicht gesprochen. Dies bleibt für den Schüler S3 offensichtlich unklar, wie der Transkriptauszug 2105.9 zeigt. Der Lehrer beendet seine «Einführung» in den Lösungsweg «Wenn alles Hasen wären» in Minute 04:21 und wendet sich einem anderen Schüler zu. Nach vier Minuten widmet sich der Lehrer wieder S3. In den zwischenliegenden 4 Minuten findet kein Dialog zwischen T und S3 statt.

Transkriptauszug 2105.9

- | | | |
|----------|-----------|----------------------------|
| 08:20:13 | T (zu S3) | *Ja... Wie weit bist du?* |
| 08:22:19 | S3 | *Ja, nicht so weit.* |
| 08:23:27 | T | *Was hast du unterdessen?* |
| 08:25:11 | S3 | *Ja, eigentlich nichts.* |
| 08:27:03 | T | *Was habe ich dir gesagt?* |

Der Schüler S3 hat den Hinweis auf den Lösungsansatz des Lehrers nicht verstanden und antwortet auf die Frage des Lehrers, wie weit er sei, *Ja, nicht so weit* (Min. 08:22, S3) und bestätigt dies nochmals auf die weitere Nachfrage des Lehrers mit *Ja, eigentlich nichts* (Min. 08:25, S3). Die Fortsetzung macht klar, dass S3 irgendwie am Pröbeln ist. Als der Lehrer das sieht, heisst er es gut und besteht nicht mehr auf seinem vorgeschlagenen Weg. Der Schüler S3 löst die Aufgabe mit Pröbeln. Dieser Transkriptauszug (Min. 08:31 bis Min. 08:53) ist hier nicht wiedergegeben.

Der Schüler S4: «Wenn alles Hasen wären»

Der Lehrer hat auch für den Schüler S4 den Lösungsweg «Wenn alles Hasen wären» vorgeschlagen, wie der Transkriptauszug 2105.10 aufzeigt.

Transkriptauszug 2105.10

m	04:51:22	T	*Kann ich dir helfen oder nicht, im Moment?*
m	04:53:26	S4	*Hm- jaa.*
m	04:59:15	S4	Ja.
3.3a	05:05:02	T	*Probiere doch einmal aus.* Wenn alles Hasen wären.
3.3a	05:12:05	T	Wenn alles- wenn es nur Hasen hätte.
m	05:18:09	T	*Dann kommst du vielleicht weiter.*

Doch nur dieser kurze Input des Lehrers an S4 reicht nicht, damit der Schüler die Textaufgabe lösen kann. Der Lehrer wendet sich nach mehr als vier Minuten wieder dem Schüler S4 zu. Der Lehrer ist inzwischen aufgestanden und hat zuvor den Schüler S1 gecoach. Der Transkriptauszug 2105.11 gibt das eineinhalb Minuten dauernde Einzelcoaching des Lehrers für S4 wieder, bei dem der Lehrer den Lösungsweg Schritt für Schritt durchgeht.

Transkriptauszug 2105.11

m	09:37:07	T	Und du bist? am gleichen Ort?*
		(zu S4)	
m	09:44:11	S4	*(Nein, nein).*
3.3b	09:47:04	T	*Nur Hasen hundertvierzig, nur Hühner- so. Also von welchen willst du ausgehen?*
3.3b	09:54:05	S4	*Von welchem?*
3.3c	09:55:07	T	*Du hast ja ein Soll von wie vielen Beinen?*
3.3c	09:56:29	S4	*Von vierundneunzig.*
3.3c	09:58:10	T	*Von vierundneunzig. //O.k.?*
3.3c	09:59:00	S4	//*Ja.*
3.3c	10:00:18	T	*Also.*
3.3c	10:02:13	S4	Mhm.
3.3c	10:03:19	T	*Hühner, siebzig. Wie viele Beine fehlen dir?*
3.3c	10:07:26	S4	*Nein, also wenn man das jetzt auf fünfunddreissig Köpfe aus würde...ausrechnen würde, dann wären es siebzig Beine, nur siebzig. (//) wenn- wenn sie es-
3.3b	10:15:08	T	//*Was? Ich komme nicht draus- Ja.

- 3.3b 10:18:05 T *Eben- du- die Zahl //muss ja gleich bleiben, fünfunddreissig, fünfunddreissig Tiere, oder.*
- 3.3b 10:19:13 S4 //Kann- kann-...Ja, ja.
- 3.3b 10:22:28 S4 *Ja.*
- 3.3b 10:23:20 T *Das heisst, wenn du fünfunddreissig Hühner hast, dann hast du //siebzig Beine.*
- 3.3c 10:25:18 S4 //Siebzig Beine.*
- 3.3d 10:26:28 T *Jetzt hast du wie viele zu wenig?*
- 3.3c 10:28:27 S4 *-Eh- jetzt habe ich vierundzwanzig //zu wenig.*
- 3.3d 10:31:11 T //Also **schreib** das einmal irgendwo hin. Und jetzt machst du eine Operation, jetzt tauschst du aus, eins gegen eins immer, oder.*
- 3.3d 10:40:02 S4 Mhm [ja].
- 3.3d 10:40:29 T *Was passiert wenn du eins gegen eins austauscht? Wie viele Beine mehr ko- bekommst du mehr?*
- 3.3d 10:46:12 S4 *Zwei.*
- 3.3e 10:47:10 T *Genau. Und wie oft musst du diese Austauschaktion machen?*
- 3.3e 10:50:28 S4 *Bis es vierundneunzig Beine sind.*
- 3.3c 10:53:00 T *Ja, also, darum da, diese vierundzwanzig, das ist dein Soll.*
- 3.3c 10:56:25 S4 Mhm [Ja].
- 3.3e 10:57:16 T *Also wie oft musst du tauschen?*
- 3.3e 10:58:28 S4 *-Ehm- zwölf.*
- 3.3e 11:00:20 T *Genau.*

[T geht zurück zu seinem Stuhl.]

Aus Sicht des Lehrers ist die Aufgabe nun für S4 gelöst, denn S4 hat in Minute 10:58 äussern können, dass er zwölfmal «tauschen» muss (sprich: aus einem Huhn einen Hasen machen, damit es mehr Beine ergibt). Aus dem folgenden Transkriptauszug (Transkriptauszug 2105.12) des Dialogs des Lehrers mit dem Schüler S4 erkennen wir jedoch, dass die Lernenden nicht immer die vorhergehenden Ausführungen und Erklärungen des Lehrers verstanden haben und etwas damit anfangen können. Hier ist es S4, der zugeben muss, dass er noch nicht viel weitergekommen ist.

Transkriptauszug 2105.12

- 12:58:25 T Also, //auf wie viel bist du gekommen?*
- (zu
S4)
- 13:07:14 S4 //Ja ... Ich bin //noch nicht so weit.*
- 13:09:17 T //Wir waren ja fast //fertig.*
- 13:11:09 S4 //Ja.*
- 13:11:14 T *Wie viel musst du aus- wie viele //Hühner musst du herauswerfen?*
- 13:13:02 S4 //Zwölf...zwölf.*
- 13:14:19 T *Also, werfe die doch heraus. Wie viel hast- wie viel hast du //dann noch?*
- 13:17:07 S4 //Zwölf -ehm- warte schnell -ehm-
- 13:22:12 T *Fünfunddreissig, und fünfunddreissig hast du //gerechnet. Ja, dann musst du zwölf weniger haben, fertig.*
- 13:24:03 S4 //Mhm [Ja]. Ja.
- 13:26:12 T *Dann bist du doch dabei, oder. **Also**, du hast fünfunddreissig. Dann stellst du zwölf heraus und nimmst zwölf Hasen. Also sind es wie viele Hasen und wie viele Hühner? Bist ja fertig.*

Aus der Sicht des Lehrers hätte die Aufgabe von S4 eigentlich schon fertig gelöst werden können, da er davon ausgegangen ist, dass er dem Schüler S4 den Weg erklärt hat (Min. 13:09, T: *Wir waren ja fast //fertig.*). Aber S4 hat das vorhergehende Lehr-Lerngespräch noch nicht verarbeiten können bzw. nicht *verstanden*, was der Lehrer ihm geraten hat. Die Lösung des Lehrers ist es nun, dem Schüler S4 den Weg vollständig zu erklären und sich nicht nur auf Hinweise zu verlassen.

Interessant für das ganze Tutoringsgespräch ist, dass der Lehrer am Anfang klar sagt, dass er hofft, dass jeder auf eine andere Weise vorgeht, er aber dann für S1, S3 und S4 denselben Lösungsweg vorschlägt (nur für S2 schlägt er den Lösungsweg mit einer Variablen vor). Da S3 aber auf eine andere Weise «herumpröbelt», findet diese „Gruppe“ schliesslich dann doch durch drei unterschiedliche Lösungswege zum Ergebnis der Textaufgabe. Die Art und Weise, wie der Lehrer die Interaktion und Partizipation gestaltet – er hat eindeutig die Führung inne, sowohl bezogen auf die Gesprächsorganisation als auch bezogen auf den fachlichen Diskurs (z. B. in Form der Auswahl der Lösungswege) – und wie er die einzelnen Lernenden in seinen Dialogen fachlich unterstützt (mit Einzelcoachings), ist nun mehrfach an konkreten Gesprächsabschnitten aufgezeigt worden. Aus diesem Grund wird nicht mehr auf weitere Gesprächsausschnitte

eingegangen: Es treten in den nicht besprochenen Abschnitten weitere Lehrer-Schüler-Einzeldialoge auf, so dass am Ende nach 15 Minuten alle Lernenden das richtige Ergebnis auf ihrem Notizblatt stehen haben.

Die Schlusssequenz

Die Schlusssequenz zur ersten Aufgabe wird als Abschluss der sequenziellen Mikroanalyse im Detail betrachtet, weil hier ein Rückblick über die unterschiedlichen Vorgehensweisen der Lösungswege angesprochen wird. Auch aus rhetorischer Sicht ist diese Schlusssequenz bemerkenswert, weil der Lehrer auf seine Eröffnungssequenz eingeht und somit formal einen Bogen zum Anfang des Lehr-Lerngespräches vollzieht, denn am Anfang formulierte er seinen Wunsch, dass *Hoffentlich jeder ein wenig anders* (Min. 01:04 T) vorgehen würde.

Transkriptauszug 2105.13 – Schlusssequenz

- 14:53:11 T *Also, jetzt wäre es eigentlich noch lustig, wenn wir den anderen erzählen könnten, wie er es gemacht hat. Aber das- für das haben wir jetzt keine Zeit.*
- 15:00:19 T *Können wir vielleicht dann in der nächsten Stunde machen. -Eh- du [zu S3] bist da ein wenig weitergekommen, also dreiundzwanzig und zwölf. Der [S1] hat sich dort ein wenig ver- verhöhnt, he, mit den-
- 15:11:20 T mit den Hühnern und den- und den Hasen. -Eh- wenn man zu viel Sachen verändert auch, dann kommt man nicht weiter. Also man muss irgend etwas gleich lassen, also die Anzahl Köpfe
- 15:22:26 T beispielsweise oder die Anzahl Beine gleich lassen und dann noch mit dem anderen spielen, dann- dann kommst- Oder er hat die algebraische Variante gemacht mit X,
- 15:32:10 T man setzt für X etwas ein, beispielsweise- was hast du für X eingesetzt?*
- 15:35:25 S2 *Hühnchen.*
- 15:36:13 T *Hühner. Und wie viele- wie viele Hasen hat es dann?... da hat er wohl einen Knorz gehabt, //da musste ich ihm helfen.*
- 15:40:27 S2 //Jaa! ()
- 15:42:11 T *Es ist aber ganz blöde. Wir haben im Ganzen fünfunddreissig Tiere und es hat X Hasen. Wie viele Hühner hat es? ... Es ist ganz blöde, das vergisst man immer, dabei ist es so einfach.*
[T nimmt Papier und zeichnet eine Skizze für alle auf.]
- 15:57:03 T *Das da sind fünfunddreissig. Und das da sind X. Wie viel ist das da?*
- 16:06:28 S2 *Fünfunddreissig minus X.*

- 16:09:12 T *Genau. Fünfunddreissig minus X, fünfunddreissig minus X. Und dann kommt man weiter, dann kann man eine Gleichung machen. Aber das ist der springende Punkt, wo du da- ...*
- 16:20:01 T *So. O.k. //Jetzt lest ihr da rasch-*
- 16:21:24 S3 //*Sie, stimmt da die zwei?*
- 16:25:00 T *Was hast du bei der zwei bekommen?*
- 16:27:04 S3 *-Ehm- zwei Schnecken, zwölf Hasen und //dreiundzwanzig Hühner.*
- 16:28:10 T //He he, genau, es ist die gleiche Aufgabe, hast du es gemerkt. Es ist (zu eigentlich die gleiche Aufgabe, nur mit dem Schneckenproblem. S3)

Nachdem der Lehrer glaubt, sich abgesichert zu haben, dass alle Lernenden die Lösung auf ihrem Notizblatt aufgeschrieben haben, beginnt er einen langen, 130 Wörter umfassenden und fast eine Minute dauernden Monolog, den er an alle Lernenden richtet. Betrachtet man allerdings die Notizblätter der Schüler, so steht bei S1 keine Lösung da. Im Verlaufe des Kleingruppenunterrichts fragt der Lehrer explizit auch nur die Schüler S2 (Min. 14:44), S3 (Min. 12:48) und S4 (Min. 14:50), ob sie die Lösung haben. In seiner Schlussrede wiederholt er seinen ursprünglichen Plan, einen Blick auf die unterschiedlichen Vorgehensweisen zu werfen (Min. 14:53, T: *Also, jetzt wäre es eigentlich noch lustig, wenn wir den anderen erzählen könnten, wie er es gemacht hat. Aber das- für das haben wir jetzt keine Zeit.*). Dann zählt er die Schwierigkeiten (!) der einzelnen Lernenden bei ihren jeweiligen Lösungswegen auf: Minute 15:00, T: *Der [S1] hat sich dort ein wenig ver- verhöhnt, he, mit den- mit den Hühnern und den- und den Hasen;* Minute 15:36, T: *... da hat er [S2] wohl einen Knorz gehabt, //da musste ich ihm helfen...* Er erwähnt, wie weit die einzelnen Lernenden ohne seine Hilfe gekommen sind (Min. 15:00, T: *Eh- du bist da ein wenig weitergekommen, also dreiundzwanzig und zwölf*), formuliert einen (Strategie-)Tipp für den Lösungsweg „Ausprobieren“ (Min.15:22, T: *wenn man zu viel Sachen verändert auch, dann kommt man nicht weiter. Also man muss irgend etwas gleich lassen, also die Anzahl Köpfe*), und benennt den Lösungsweg von S2 mit einem Fachbegriff (Min. 15:32, T: *Oder er hat die algebraische Variante gemacht mit X*). Die verschiedenen Lösungswege werden von der Lehrperson nochmals mehr oder minder ausführlich erklärt, aber nicht verglichen, denn es wird nicht darauf eingegangen, welcher Weg schneller ist oder welcher Weg am besten auf ähnliche Aufgaben transferierbar ist. Auf den Lösungsweg mit einer Variablen, *die algebraische Variante*, wird am längsten eingegangen. Der Lehrer erstellt für alle auf einem neuen Blatt nochmals eine

Skizze für den Term der Hühner (35-x). Auffallend ist in diesem Gesprächsauschnitt (Min. 15:22 bis Min. 16:09), dass S2 jetzt mithilft, den Weg zu erklären. Er formuliert den Term für die Hühner (Min. 16:06:28, S2 *Fünfunddreissig minus X*). Es ist inzwischen sein Weg geworden und er kann sich dazu äussern. Zusammenfassend für den Schlussabschnitt kann gesagt werden, dass die Lösungswege nochmals erklärt werden, aber vom Lehrer und nicht wie ursprünglich intendiert von den Lernenden. Der Fokus des Lehrers ist auch hier auf den Problemlöseprozess gerichtet und weniger auf den Austausch und die Diskussion der Lernenden untereinander.

7.5.4.3 Beizug der Kontextinformationen

Nachfolgend werden weitere Daten untersucht. Das Kapitel gliedert sich folgendermassen: Zuerst werden die Notizblätter der einzelnen Schüler analysiert, welche fortlaufend während des Lehr-Lerngespräches entstanden sind. Danach wird angeschaut, wie die einzelnen Lernenden bei den zusätzlichen Aufgaben abgeschnitten haben. Dabei wird vor allem darauf geachtet, welchen Lösungsweg sie gewählt haben, also ob sie einen Transfer der Lösungsstrategie ihres eigenen Weges auf die zusätzliche Aufgabe durchführen oder ob allenfalls doch ein Lernender den Lösungsweg wechselt. Zum Schluss wird über die Äusserungen des Lehrers im Interview reflektiert, welches nach dem Kleingruppenunterricht geführt wurde.

Notizblätter

Grundsätzlich sollten die Notizblätter zeitgleich mit dem Verlauf des Videos analysiert werden, was, so gut es ging, versucht wurde; z. B. in Minute 06:33, in der der Lehrer die Zeichnung „35-x“ erstellt, während er dem Schüler S2 den Term für die Hühnerbeine erläutert. An vielen Stellen ist es jedoch unmöglich zu eruieren, was die Schüler zeitgleich zu den Sprechzeiten aufschreiben.

Notizblatt des Schülers S1

Ein genauer Blick auf das (eher magere) Notizblatt des Schülers S1 kann dennoch zu interessanter Einsicht in die Gedankengänge des Lernenden führen, auch wenn man nicht genau weiss, zu welchem Zeitpunkt S1 seine Notizen aufgeschrieben hat. Auf den ersten Blick könnte man meinen, dass S1 blind, d. h. ohne jegliche Strategie, das Ergebnis zu erraten versucht. Sein Lehrer interpretiert seine Notizen vermutlich auch so (vgl. Transkriptauszug 2105.16). Auf dem Notizblatt von S1 steht folgendes (vgl. Abbildung 7.43).

Zieht man jedoch für die Analyse die einzelnen Gesprächsabschnitte zwischen dem Lehrer und S1 gesamthaft hinzu, dann zeigt sich, dass der Lehrer

Abbildung 7.43

Notizblatt von S1,
entstanden während der
gesamten Tutoringsituation

H: 35K und 270B
K: 35K und 140B
H: 15K und 30B
K: 16K und 64B

für S1 (wie auch für S3 und S4) den Lösungsweg „Wenn alles Hühner wären“ vorgeschlagen hat. Er schlägt diesen Ansatz im ersten Auszug ansatzweise vor (vgl. Transkriptauszug 2105.14), erklärt ihn im zweiten Transkriptauszug genauer (vgl. Transkriptauszug 2105.15) und glaubt dann im dritten Transkriptauszug (vgl. Transkriptauszug 2105.16), dass S1 diesen Lösungsweg gar nicht verstanden hat. Transkriptauszug 2105.14

- 05:37:19 T *Wo ist das Problem?*
- 05:38:12 S1 *-Ehm- ich weiss nicht, wie ich das weiter- was ich weiter (da machen) soll.*
- 05:41:06 T *Was hast du dann gemacht?*
- 05:42:07 S1 *Also. -Ehm- Hühner und Kaninchen insgesamt haben sechs Beine.*
- 05:48:03 T *Das ist ein schwieriger Ansatz, das würde ich dir nicht empfehlen.*
- 05:51:04 S1 (Aha.)
- 05:51:20 T *Ich würde eher sagen, fange du mal mit den Hühnern an, wenn alles Hühner wären.*

Transkriptauszug 2105.15

- 09:13:11 S1 *Ich habe zuerst da- eben alles Hasen //und Hühner.*
- 09:15:14 T //*Ja...Du hast alles Hasen und dann ha- kommst du auf wie viele Beine?*
- 09:19:24 S1 *Sieben -ehm- Hasen sind hundertvierzig.*
- 09:22:24 T *Auf hundertvierzig- viel zu viel und da hast du viel zu wenig. **Also, jetzt musst du anfangen auszutauschen.***
- 09:27:14 S1 Mhm.
- 09:28:19 T Oder?

- 09:29:24 S1 Ja.
 09:30:09 T *Jeder Hase, den du herauswirfst und jedes //Huhn, das du reintust.*
 09:32:16 S1 //*(Plus)...Plus zwei oder minus zwei.*
 09:37:07 T *Gibt dir plus zwei oder minus zwei Beine, oder. Und jetzt musst du nur schauen wie oft man das machen.

Transkriptauszug 2105.16

- 13:35:02 T (zu *Und du, wo bist du?*
- S1)
- 13:36:25 S1 -Ehm-
- 13:39:16 T *Hast du die Beine () nicht aufgeschrieben?*
- 13:41:11 S1 *Wie?*
- 13:42:11 T *Fünfzehn-*
- 13:43:11 S1 *Köpfe. //Dreissig Beine, von den Ha -eh-, von den Hühnern.*
- 13:43:28 T //*Köpfe.*
- 13:47:04 T *Ah, du hast immer gerade beides gemacht. Fünfzehn, aber das müsste immer wie viel geben, das und //das?*
- 13:51:17 S1 //*Ja, fünfunddreissig.*
- 13:53:06 T *Und das gibt ja da nur einunddreissig.*
- 13:54:21 S1 Mhm.
- 13:55:15 T *Das ist nicht gut. Also entweder musst du so probieren: Wenn du fünfzehn nimmst, dann müsstest du da nehmen?*
- 14:02:02 S1 *Zwanzig.*
- 14:03:03 T *Dass es- dass es //fünfunddreissig- zwanzig, genau, oder. Sonst – sonst änderst du es zu viel ab, //oder.*
- 14:03:29 S1 //Aha.
- 14:08:24 S1 //*Ja.*
- [T geht via S4 und S3 auf seinen Platz zurück.]
- 14:10:16 T *Sonst änderst du zuviel ab.*

Meine Interpretation des Vorgehens von S1 ist, dass S1 den Lösungsansatz des Lehrers nicht im Detail versteht, ihn aber dennoch aufnimmt, so wie er ihn verstanden hat. Da der Lehrer von den Beinen ausgegangen ist, geht nun S1 auch von den Beinen aus, schaut also, dass es nur noch 94 Beine gibt (siehe Abbildung 7.43), denn 30 Beine und 64 Beine gibt 94 Beine! Er hat dann zwar vier Tiere zu wenig, aber die richtige Zahl Beine, er tauscht also nicht „zu viele Sachen auf einmal aus“, wie der Lehrer in Minute 15:00 behauptet! (Vgl. dazu

den Transkriptauszug 2105.13 – Schlussequenz zu Aufgabe 1: „*Der [S1] hat sich dort ein wenig ver- verhöhnt, he, mit den- mit den Hühnern und den- und den Hasen. -Eh- wenn man zu viel Sachen verändert auch, dann kommt man nicht weiter. Also man muss irgend etwas gleich lassen, also die Anzahl Köpfe.*“ (Min. 15:00 T). Das Beispiel zeigt auf, dass ein Lehrer auch nicht immer sofort versteht, was die einzelnen Schüler denken. Dies ist verständlich, denn dieser Lehrer verfolgt gleichzeitig vier einzelne Schüler, welche alle an einem anderen Ort im Lösungsprozess sind, und, zumindest teilweise, auch ganz andere Lösungsstrategien anwenden. Hier den Überblick zu behalten, ist immens schwierig, aber grundsätzlich ein Erfordernis, welche gute Lehrpersonen erfüllen können sollten.

Auf die Notizblätter der anderen Lernenden wird hier nicht mehr eingegangen. Sie enthalten keine speziellen Aufzeichnungen, welche berichtet werden müssten.

Lösungswege und Resultate der zusätzlichen Aufgabe der Lernenden der Gruppe 2105

Direkt nach der vom Lehrer begleiteten Kleingruppenunterrichtssituation mussten die Lernenden allein und in Einzelarbeit eine ähnliche Aufgabe lösen. Die zusätzliche Textaufgabe lautet für die Schüler der Gruppe 2105 folgendermassen:

In einem Kindergeschäft sind Kinderwagen mit drei und solche mit vier Rädern ausgestellt. Total sind es 22 Kinderwagen mit insgesamt 75 Rädern.

Alle vier Schüler dieser Gruppe sind bei der zusätzlichen Aufgabe zum richtigen Ergebnis gekommen, was in Bezug auf den Datensatz eine sehr gelungene Leistung ist. Diese Gruppe ist die einzige, welche in der Stillarbeit auf vier richtige Ergebnisse kommt. Die Schüler brauchen nicht viel Zeit dafür, nämlich nur 3–5 Minuten. Eine weitere Erkenntnis, welche die Inspektion der zusätzlichen Aufgabe hervorbringt, ist, dass jede/r Lernende denselben Weg einschlägt, welchen er während des Lehr-Lerngespräches eingeschlagen hatte, ausser S1, bei dem nicht klar ist, wie er gerechnet hat. Zum Aufgabenblatt von S3 (vgl. Abbildung 7.44) kann positiv hervorgehoben werden, dass S3 einen vollständigen Antwortsatz hingeschrieben hat und sein Lösungsweg klar ersichtlich ist. S3 ist derjenige Schüler, welcher auch in der Tutoringsituation die Lösung durch Probieren herausbekommen hat.

Der Schüler S2, der X-Typ, wie der Lehrer ihn in der Videosituation nennt (Min. 05:59, T: *Du bist sonst eigentlich der X-Typ*), ist wirklich derjenige Schüler, welcher auch für die zusätzliche Aufgabe den Lösungsweg mit einer Variablen

Zusätzliche Textaufgabe Schüler S1	Zusätzliche Textaufgabe Schüler S3																					
22 Kind 3 Red: 13 4 Red: 9	<table border="1"> <thead> <tr> <th>3er</th> <th>4er</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>11</td> <td>11</td> <td></td> </tr> <tr> <td>33 R</td> <td>44</td> <td>= 77 R</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>10</td> <td></td> </tr> <tr> <td>36 R</td> <td>40 R</td> <td>= 76 R</td> </tr> <tr> <td>13</td> <td>9</td> <td></td> </tr> <tr> <td>39 R</td> <td>36 R</td> <td>= 75 R</td> </tr> </tbody> </table> <p>Es hat 13 mit je 3 Räder Kinderwagen Und 9 mit 4 Rädern.</p>	3er	4er		11	11		33 R	44	= 77 R	12	10		36 R	40 R	= 76 R	13	9		39 R	36 R	= 75 R
3er	4er																					
11	11																					
33 R	44	= 77 R																				
12	10																					
36 R	40 R	= 76 R																				
13	9																					
39 R	36 R	= 75 R																				

Abbildung 7.44 Aufgabenblätter der zusätzlichen Textaufgabe von S1 und S3 der Gruppe 2105

anwendet (vgl. Abbildung 7.45). Er hat diesen Lösungsweg wirklich nachvollzogen und verstanden. Auffallend an seinem Lösungsweg ist zudem, dass er beide Kinderwagenarten mit einer Gleichung berechnet und nicht den weniger umständlichen Weg einschlägt und die zweite Kinderwagenart durch Subtraktion von der Gesamtzahl der 22 Kinderwagen herleitet. Er ist folglich tatsächlich „der X-Typ“ und berechnet möglichst viel auf diese Weise.

Der Schüler S4 verwendet den Lösungsweg, den ihm der Lehrer in der Tutoringsituation ausgiebig erklärt hat (vgl. die Transkriptauszüge 2105.10, 2105.11 und 2105.12). Es ist der Weg «Wenn alles Hühner oder wenn alles Hasen wären». Der Schüler S4 hat diesen Weg verstanden, kann ihn korrekt anwenden und kommt recht rasch in wenigen Schritten zum richtigen Ergebnis.

In den Aufgabenblättern dieser Gruppe spiegelt sich der Aufbau dieses Kleingruppenunterrichts wieder. Dort wurde jedem Schüler vom Lehrer ein eigener, quasi persönlicher, Lösungsweg vorgeschlagen, welcher den einzelnen Schülern in verschiedenen Zweierdialogen zwischen dem Lehrer und den jeweiligen Schülern von der Lehrperson (teilweise mehrfach) erklärt worden ist. Es fanden keine Peerinteraktionen statt und über die unterschiedlichen Lösungswege wurde nicht in aktiven Polylogen in der Gruppe diskutiert. So erstaunt es nicht, dass keine Lösungswege der anderen Lernenden auf den Schülerblättern zu finden sind. Positiv hervorgehoben werden kann jedoch nochmals, dass in dieser Gruppe jeder Lernende bei der zusätzlichen Aufgabe auf das richtige Ergebnis kommt. Diese Gruppe ist die einzige Gruppe, welcher das gelingt!

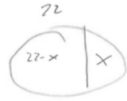
Zusätzliche Textaufgabe Schüler S2	Zusätzliche Textaufgabe Schüler S4
 <p> $3x + (22-x) \cdot 4 = 75$ $3x + 88 - 4x = 75$ $(-x) + 88 = 75$ $(-x) = 13$ </p> <p> $4x + (22-x) \cdot 3 = 75$ $4x + 66 - 3x = 75$ $x + 66 = 75$ $x = (-9)$ </p> <p>13/9 3 4</p>	<p>75 R. 22 K.</p> <p>nur 4 R: 88 nur 3 R: 66 /-9</p> <p>13:3 = 39 9:4 = <u>36</u> 75</p> <p>13 3 Räder-Kinderwegen und 9 4 Räder-Kinderwagen</p>

Abbildung 7.45 Aufgabenblätter der zusätzlichen Textaufgabe von S2 und S4 der Gruppe 2105

Interviewaussagen des Lehrers 2105

Das Interview mit dem Lehrer 2105 ist verhältnismässig lang und umfasst Aussagen zur Rolle der Lehrperson, zur bevorzugten Sozialform und zur Problemlösestrategie. Diese sollen nun nacheinander angeschaut und mit dem Video der Tutoringsituation verglichen werden. Einige Äusserungen des Lehrers, welche er im auf die Tutoringsituation folgenden Interview gemacht hat, zeigen seine Sicht darauf, wie er seine Handlungen wahrgenommen hat. Er geht auf seine Rolle als Lehrperson ein. Im Interviewauszug 2105.1 wird ein interessantes Statement dieses Lehrers veranschaulicht.

Interviewauszug 2105.1

Ich habe mir am Anfang eigentlich gedacht, ich würde früher eingreifen und würde früher sagen, Übung abgebrochen, jetzt sage ich, wie man es macht. Habe dann aber trotzdem gefunden, es ist gut, und es ist so ein bisschen meine Art des Unterrichts: Ich schaue, wie es anläuft, und greife entweder früher oder später ein, hier habe ich es jetzt laufen lassen. (Auszug aus dem Interview mit der Lehrperson 2105)

Aus der Sicht des Lehrers hat er diesen Kleinklassenunterricht „*laufen lassen*“. Er glaubt folglich, dass die Schüler grundsätzlich die Führung über die Tutoringsituation innehatten und er nur eine Unterstützerrolle eingenommen hat. Manche seiner Interviewäußerungen bestätigen hingegen unsere Interpretation des Tutoringsgesprächs, nämlich dass der Lehrer klar die Führungsposition innehatte: *Gut, ich habe es auch ein wenig gesteuert, indem ich immer, immer irgendeinmal gesagt habe, da, macht, probier einmal mit X etwas, so, dass es, so, dass es eh, (2) dann so verschiedene Lösungen gegeben hat.* Der Lehrer ist sich folglich schon bewusst, dass er stark gesteuert hat und die Lösungswege den einzelnen Schülern explizit vorgeschlagen hat (*dann so verschiedene Lösungen gegeben hat*).

Andere Äußerungen zeigen auf, dass seine subjektiven Überzeugungen und der Wille zum Handeln nicht immer mit den eigentlichen konkreten Handlungen übereinstimmen. So sagt er zu Beginn des Interviews (Interviewauszug 2105.2) in Bezug auf die Sozialform deutlich, dass er Gruppengespräche sehr mag und sinnvoll findet.

Interviewauszug 2105.2

Aber ich bin eigentlich ein Vertreter der-, schon der Gruppe, weil ich meinen würde, es ist, eh, man lernt eben viel, nicht nur Mathematik, sondern auch, wie geht man miteinander auf-, um, wie erkl- was, wie erklärt man sich etwas, wie weist man einander zurecht, wie sagt man jemandem, das ist falsch, was du machst, das ist etwas, eigentlich eine Fähigkeit, die (lachend) wie ich meinen würde, sehr wichtig ist. (Auszug aus dem Interview mit der Lehrperson 2105)

Aus unserer Sicht wäre es des Öfteren sehr gut möglich gewesen, aus den „Einzelscaffoldinggesprächen“ Gruppengespräche zu machen, so dass die Lernenden vermehrt selbstständig und in Ko-Konstruktion gemeinsam die Lösungswege hätten erarbeiten können. Der Lehrer betont im Interview vor allem auch die überfachlichen Kompetenzen, welche in Gruppengesprächen erlernt werden könnten. Diese sind aber im Verlauf dieses Tutoringsgesprächs nicht geschult worden.

Er äussert sich auch darüber, dass er erstaunt war, dass sie so wenig miteinander gesprochen haben und dass dies eher ungewöhnlich für diese Klasse war (vgl. 2105.3).

Interviewauszug 2105.3

Und eh, (2) es hat mich noch erstaunt, dass sie nicht mehr miteinander gesprochen haben, eigentlich, [Es hätte auch sein können, dass eigentlich, wenn-, sonst wenn ich einen Gruppentisch habe, ist eigentlich das Verhalten sonst so, dass sie das Zeug lesen und dann sofort werfen sie quasi ihre Ideen auf den Tisch, und nachher einigen sie sich auf eine-, auf eine Idee, und dann machen es alle gleich. (Auszug aus dem Interview mit der Lehrperson 2105)

Als Grund für den geringen Austausch der Lernenden untereinander vermutet er die neue Gruppenzusammensetzung: *Das war aber jetzt eine neu zusammengesetzte Gruppe*. Die Analyse kann aufgrund der Beobachtungen aber auch vermuten lassen, dass das Handeln des Lehrers ein erheblicher Grund dafür war, dass kein Gruppenaustausch stattgefunden hat.

Der Lehrer geht auch auf die Problemlösestrategien ein. Er betont, dass er es sehr gut gefunden hat, dass unterschiedliche Lösungswege vorgekommen sind (vgl. Interviewauszug 2105.4). Dieses Mal wird als Grund für seine Überzeugung jedoch nicht der fachliche Austausch, der dann untereinander stattfinden könnte, was er am Ende des Tutoringsgespräches erwähnt (vgl. Transkriptauszug 2105.13), sondern die Eigentümlichkeiten der einzelnen Schülercharaktere beim Lösen von Textaufgaben.

Interviewauszug 2105.4

Aber ich würde schon meinen, im Prinzip sind verschiedene Lösungen eh, sehr gut, weil, es, es ist einfach gerade bei diesen Aufgaben so, die einen sind-, sind, haben diesen-, diesen Draht zum Algebraischen, zur algebraischen Lösung gefunden, und die anderen machen logisch, und die dritten sind rein visuell, also die ma-, arbeiten nur über das Zeichnen⁸⁰. (Auszug aus dem Interview mit der Lehrperson 2105)

Bei der Analyse des Tutoringsgespräches wurde klar, dass dieser Lehrer die Vielfalt der Lösungswege für bedeutsam hält, mit der diese Aufgabe gelöst werden kann. Er selbst betont dies im Interview mehrmals, nämlich auch, als er über die Klassenstunde zu den Textaufgaben spricht (vgl. Interviewauszug 2105.5). Dort erläutert er, dass er den verschiedenen Gruppen im Klassenkontext erlaubt, unterschiedliche Lösungswege zu nehmen.

⁸⁰ Vgl. dazu die Äusserung des Lehrers in der Videosequenz *zeichnen ist immer gut* (Min. 03:33).

Interviewauszug 2105.5

Ja (4) also vom Aufbau, hab ich eigentlich, bin ich so vorgegangen, wie ich eh, das auch sonst machen würde, eh, wenn es keine Aufnahmen gibt, und-, mache eigentlich normalerweise immer zuerst eine Bestandsaufnahme, will schauen, wie weit kommen die Schüler selber, und gebe dann nachher Tipps und Hinweise, eh, wie, wie sie weiterkommen, weil sie mehrheitlich an Gruppentischen arbeiten, ist, **muss ich dann von Gruppentisch zu Gruppentisch und schauen, wie weit die sind, und halt ein bisschen unterschiedliche Anweisungen geben, mit der Gefahr, dass sie halt dann nicht gleich schnell sind, und nicht gleich ehm, den gleichen Weg wählen, aber das ist mir eigentlich egal.** Und am Schluss der, der Sequenz, also einer Aufgaben-Sequenz, eh, unterbreche ich dann und mache irgendwie eine Quintessenz, schreibe, sage, also, man könnte es so machen, oder das ist eine Möglichkeit und das ist eine Möglichkeit, oder ich will, dass ihr es so macht, eh, [weil ich, weil ich ... (Auszug aus dem Interview mit der Lehrperson 2105)

Neben der nun schon mehrfach erwähnten Bedeutung der unterschiedlichen Lösungswege, welche für diesen Lehrer in seinem Unterricht willkommen sind, zeigt der Interviewauszug 2105.4 die Vorgehensweise in seinem Unterricht, welche dieser Lehrer beim Lösen von Textaufgaben generell bevorzugt: Er macht zuerst eine „Bestandsaufnahme“ und gibt nachher je nach Lösungsweg unterschiedliche Tipps (*mache eigentlich normalerweise immer zuerst eine Bestandsaufnahme, will schauen, wie weit kommen die Schüler selber, und gebe dann nachher Tipps und Hinweise, eh, wie, wie sie weiterkommen*). Dies trifft auch auf die Vorgehensweise in der Tutoringsituation zu, wie wir in der Mikroanalyse gesehen haben. Den Transkriptauszug 2105.2, welcher oben analysiert worden ist, könnte nämlich durchaus als Bestandsaufnahme betiteln bzw. das Ziel wäre eine individuelle Bestandsaufnahme (Min. 00:54, T: *Schon gecheckt? S2: (Mhm [Ja].) ... T: Um was dass es geht? S2: Mhm [Ja]. T: O.k., alle?... [S1]? S1: Ja. T: Gut ... Also jetzt lasse ich euch mal drauf los.*)

Als Gesamtfazit zum Interview im Vergleich mit der Tutoringsituation kann folglich gesagt werden, dass die Vorgehensweise, welche der Lehrer im Interview nennt, in Bezug auf den fachlichen Inhalt mit dem Video übereinstimmt, nicht aber in Bezug auf die Sozialform. Denn in der Tutoringsituation findet keinerlei Peerinteraktion statt.

Die Schlusssequenz der Tutoringsituation stimmt auch mit der von der Lehrperson beschriebenen Vorgehensweise in der Klassenlektion überein: Er macht eine Schlussbesprechung der Aufgabe (*mache irgendwie eine Quintessenz, schreibe, sage, also, man könnte es so machen, oder das ist eine Möglichkeit und das ist eine Möglichkeit*). Eine solche „Quintessenz“ macht er eben auch in der schon analysierten Schlusssequenz (vgl. Transkriptauszug 2105.13). Dort geht er

auf die unterschiedlichen Lösungswege kurz ein und zeichnet, diesmal an alle Lernenden gerichtet, die Skizze für die zweite Tierart auf. Gemeinsam fachlich diskutiert über die verschiedenen Lösungswege wird aber nicht. Die Essenz seiner Quintessenz wird von ihm noch schriftlich festgehalten (vgl. Abbildung 7.46).

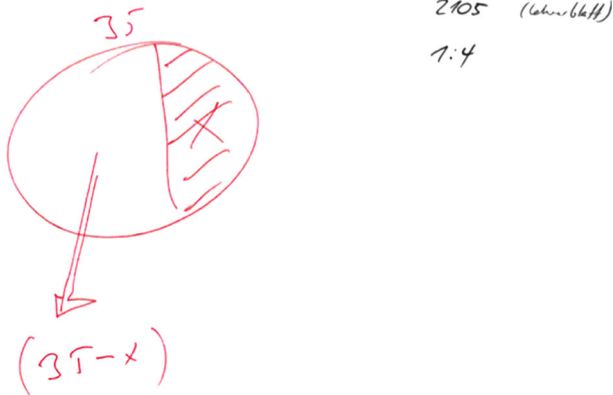


Abbildung 7.46 Fachliche Quintessenz der Lehrperson 2105

7.5.4.4 Synthese des Falles 2105

Das besondere Kennzeichen des Falles 2105 ist, dass drei unterschiedliche Lösungswege eingeschlagen und durchgezogen werden. Die Problemlösevorgänge sind individuell. Sie wurden vom Lehrer adaptiv während des Lehr-Lerngesprächs für seine einzelnen Lernenden ausgewählt, weil die Schüler still auf ihrem Notizblatt vor sich hindenken und sich nicht (oder nur sehr selten) spontan äussern oder zu einem Gespräch anregen lassen. Die Struktur der Interaktion lässt sich so zusammenfassen, dass dieses „Grüppchen“ (Min. 00:09 T), obwohl sie gemeinsam an einem Tisch sitzen, sich nicht als Gruppe verhält, denn es finden weder Polyloge mit mehr als nur zwei Sprechenden noch Peerinteraktionen statt. In der Eröffnungssequenz erläutert der Lehrer zwar schon, dass Sinn und Zweck dieser «Kurzlektion» (Min. 00:09 T) ist, dass sie die Aufgaben miteinander lösen (*Aufgübchen miteinander anschauen*, Min. 00:09 T), doch die Interaktionsstruktur besteht dann letztlich aus vier parallel nebeneinander herlaufenden Dialogen zwischen dem Lehrer und den einzelnen Lernenden. Auch durch eine feine Mikroanalyse lässt sich nicht genau bestimmen, wessen «Schuld» es ist, dass keine Gruppeninteraktion entsteht. Einerseits bietet der Lehrer den

Lernenden nach zweieinhalb Minuten an, ob er ihnen allen Fragen stellen soll, andererseits schlägt er gleichzeitig weiteres stilles Arbeiten vor: *Soll ich ein paar Fragen stellen? ... oder wollt ihr noch ein wenig probieren?* (Min. 2:32, T zu allen). Da sich keiner der Schüler meldet, beginnt der Lehrer nach etwa einer Minute dem Schüler S3 individuell zu helfen. Er hat auf dessen Notizblatt eine nicht ganz klare Notiz (die Zahl 35) gesehen. Der Lehrer strukturiert die Interaktion auch schon zu Beginn so, dass er auf die Frage von S4 zur Fragestellung der Textaufgabe direkt selbst einen klaren Hinweis (vgl. Transkriptauszug 2105.17) gibt und nicht die Frage an alle Lernenden weitergibt. Er unterlässt somit das Öffnen des Gespräches zu einem Gruppengespräch.

Transkriptauszug 2105.17

- 01:40:18 S4 *Was muss man eigentlich ausrechnen? Wie viel...wie gross das Gehege ist, oder.*
 01:46:04 T *Nein, schau... was steht am Schluss, wie viel-.*
 01:49:24 S4 Alle Tiere zusammen haben//(füfunddreissig Köpfe.)

Der Vorteil dieser Art des Lehr-Lerngespräches ist, dass der Lehrer je adaptiv auf die Schwierigkeiten der einzelnen Lernenden eingehen kann. Der Fokus ist auf die einzelnen Problemlösevorgänge gerichtet. Da die Lernenden in dieser Gruppe auch nicht selbst auf einen Lösungsansatz kommen, ausser demjenigen des Probierens, kann der Lehrer adaptive Lösungswege vorschlagen:

- Min. 05:05:02, T [zu S4]: *Probiere doch einmal aus. Wenn alles Hasen wären.*
 Min. 05:51:20, T [zu S1]: *Ich würde eher sagen, fange du mal mit den Hühnern an, wenn alles Hühner wären.*
 Min. 06:01:09, T [zu S2]: *Du bist sonst eigentlich der X-Typ. Hast doch gestern etwas mit X- Willst du nicht einmal etwas mit X probieren. Wenn es X Hühner sind, dann sind es wie viele Hasen?*

Die didaktische Absicht des Lehrers ist es, wie er selbst am Anfang (Min. 01:04 T: *Hoffentlich jeder ein wenig anders*) und am Ende des Tutoringsgespräches den Lernenden sagt (Min. 14:53:11 T: *Also, jetzt wäre es eigentlich noch lustig, wenn wir den anderen erzählen könnten, wie er es gemacht hat. Aber das für das haben wir jetzt keine Zeit.*) und wie er es auch im Interview zu den Klassenlektionen äussert, dass die unterschiedlichen Lösungswege verglichen – oder zumindest geschildert – werden. Da die Zeit (aus seiner Sicht) nicht reicht und er lieber noch die Kerzenaufgabe mit der Gruppe lösen will, entscheidet er, selbst einen Rückblick über die unterschiedlichen Lösungswege zu machen. Es

wird immerhin ein Rückblick gemacht, was nur in der Hälfte aller Gruppenunterrichtslektionen der Fall ist (vgl. Abschnitt 7.1.1, Tabelle 7.1). Inwiefern der monologische Rückblick des Lehrers auf die unterschiedlichen Lösungswege ein Lernen bei den Schülern bewirkt, ist unklar. Schriftlich haben sie nur einen Weg nachvollzogen: Auf den Notizblättern der Lernenden steht jeweils nur ein einziger Weg, nämlich der ihrige. Aktiv mündlich partizipiert haben die Lernenden bei den anderen Lösungswegen auch nicht, obwohl die Betrachtung des Videos klar aufzeigt, dass sie an manchen Stellen bei der Lehrererklärung auch bei «fremden» Wegen zuhören. Der eigene Lösungsweg ist erfolgreich verstanden worden, denn die zusätzliche Aufgabe wurde von allen Schülern richtig gelöst, zumindest in Bezug auf das numerische Ergebnis. Dies ist im Vergleich zum gesamten Datensatz ein hervorragendes Ergebnis.

7.5.5 Portrait Fall 1118: S4: „Ja, ich würd sagen, erst mal bei den 37 mal zwei nehmen... S3: Erst mal eine Frage stellen, oder?“ – Gruppengespräch mit Diskussion über unterschiedliche von Schülern eingebrachte Lösungswege

7.5.5.1 Situierung des Falles 1118 und Rahmeninformationen

Situierung des Falles 1118

Die Schülergruppe der Lehrerin besteht aus drei Schülern (S2, S3, S4) und einer Schülerin (S1). Sie lösen in 13:30 Minuten in ca. 236 Äusserungen die Aufgabe Nummer 2. Die Gruppenunterrichtssituation 1118 wurde für ein Portrait ausgewählt, weil zwei unterschiedliche von den Schülern (!) vorgeschlagene Lösungswege vollständig mit der ganzen Gruppe besprochen werden. Es sind der Lösungsweg „Wenn alles Hühner wären“ und der Lösungsweg mit zwei Variablen. Der Problemlöseprozess dieser Gruppe ist interessant, da fachliche Diskussionen auftreten. Auch die Struktur der Interaktion dieser Gruppe ist einer tieferen Analyse wert, da u. a. ein Schüler, nämlich S3, zumindest teilweise, die Führung des Gespräches übernimmt. Zudem sprechen die Lernenden gesamthaft gesehen mehr als die Hälfte der Äusserungen und der Wörter (!), was in Bezug auf den gesamten Datensatz erstaunlich viel ist. Nur in vier Tutoringgruppen sprechen die Lernenden gesamthaft gesehen mehr Wörter als diese Gruppe (vgl. Abschnitt 7.1.2, Tabelle 7.4). Es sind die Gruppe 1120 mit 88 %, Gruppe 2113 mit 65 %, Gruppe 1218 mit 64 % und Gruppe 1107 mit 61 % der Wörter. Die Verteilung der Redeanteile der Lernenden untereinander zeigt jedoch auf, dass nur zwei der vier Lernenden ihr Rederecht oft in Anspruch nehmen: Es sind

die Schüler S3 und S4, welche sich rege beteiligen. Die Entwicklung der beiden Lösungswege im polylogon Lehr-Lerngespräch kann einige gute Beispiele für ein Positioning des einen oder des anderen Lernenden veranschaulichen, wie die nachfolgende Analyse aufzeigen wird.

Rahmeninformationen des Falles 1118

Aufgabe Nummer 2: Kopf-Beine-Aufgabe

*In einem Gehege sieht Livia Kaninchen, Hühner und zwei Weinbergschnecken.
Alle Tiere zusammen haben 37 Köpfe und 94 Beine.*

Dauer: 13:30 Minuten, ca. 236 Äusserungen

Redeverteilung Turns: T: SS = 44 %: 56 %,

Redeverteilung Wörter: T: SS = 45 %: 55 %

Teilnehmende: ein Mädchen (S1), drei Knaben (S2, S3, S4), weibliche Lehrperson (T)

Lösungswege in der Tutoringsituation: zuerst der Lösungsweg von S4, „Wenn alles Hühner wären“, dann derjenige von S3, GL XY, welcher gemeinsam entwickelt wird.

Lösungswege in der zusätzlichen Aufgabe (S1 – S4): XYZ – XY – XY – XY
Korrekte Ergebnisse in der zusätzlichen Aufgabe (S1 – S4): nein – nein – nein – nein

Punkte zusätzliche Aufgabe (S1 – S4): 3 – 2 – 4 – 4, LP: 13 Punkte

Punkte Notizblätter (S1 – S4): 6 – 6 – 6 – 6, LP: 24

Echte Peersequenzen: 23 %

Raumsetting: Gruppentisch (vgl. Abbildung 7.47)

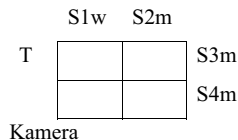




Abbildung 7.47 Die Gruppe 1118, von links nach rechts: Lehrerin, S1, S2, S3, S4, Minute 02:20 (Klassenkamera)

Zeitstrahl (vgl. Abbildung 7.48) der Aufgabenanalyse: Die Gruppe äußert durchschnittlich 7 Turns pro Feld, Analyseeinheit 30 Sekunden. Zwei Lösungswege: «Wenn alles Hühner wären» und GL XY

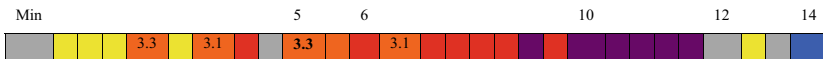


Abbildung 7.48 Zeitstrahl Aufgabenlösung der Gruppe 1118: Der Lösungsweg mit zwei Variablen, ausgewählt von S3, wird zuerst zeitgleich mit dem Lösungsweg von S4 besprochen, danach machen sie alle gemeinsam den Weg mit den Variablen

7.5.5.2 Sequenzielle Mikroanalyse charakteristischer Abschnitte des Falles 1118

Eröffnung: Haben Schnecken Beine?

Der erste Transkriptauszug (Transkriptauszug 1118.1) dokumentiert den Anfang des Lehr-Lerngespräches. Die Lehrerin teilt den Lernenden die Aufgabenblätter aus und gibt den (einzig) Hinweis, dass die Lernenden die Aufgabe zuerst

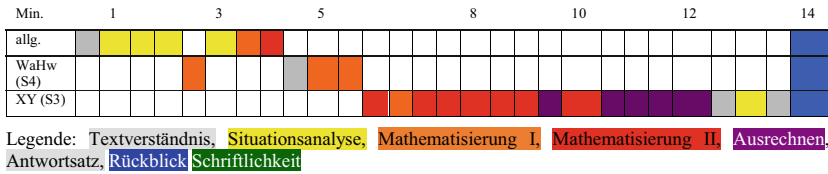


Abbildung 7.49 Zeitstrahl Aufgabenlösung der Gruppe 1118 aufgeteilt nach den Lösungsansätzen

einmal gut durchlesen sollen. Es wird demnach nichts über die Sozialform gesagt, wie die Lernenden die Aufgabe zu lösen haben (alleine oder in der Gruppe) und es wird auch kein Tipp zum Lösungsweg gegeben.

Transkriptauszug 1118.1

- 1 00:04:16 T **So...**, ich teile euch jetzt eine Aufgabe aus... und die lest ihr erst euch mal gut durch.
[Die Lehrerin steht, während sie jedem Lernenden ein Blatt verteilt. Dann setzt sie sich hin und schweigt.]
- 2c 00:34:18 S3 Weinbergschnecken haben keine Füße, gell? {lacht}
- 2c 00:37:06 T Hm, das ist eine gute Frage;
2c also müssen wir uns darüber erst mal unterhalten.
2c Was- der [S3] hat eine Frage gestellt; was sagen wir dazu?
- 2c 00:49:04 S4 Was hast du gesagt?
- 2c 00:49:27 S3 Schnecken haben keine Füße.
- 2c 00:51:06 S1 Würd ich auch sagen.
- 2c 00:52:13 S2 Ja.
- 2c 00:53:09 T Ja?
- 2c 00:53:28 S3 Nur Köpfe.
- 2c 00:54:26 T Ah ja?
- 2c 00:55:20 S3 Obwohl- eventuell einen Fuss, weil das ist ja ein -//... ().
- 2c 00:58:09 S2 // Ja, ein riesen Ding da.
- 2c 00:59:20 S3 **Gut**, die haben keine Füße.
- 2c 01:01:10 T Haben keine Füße.
- 2c 01:02:10 S3 **Gut.** //()
- 2c 01:02:27 T **//Gut.** Wir entscheiden- keine Füße.
- 2c 01:05:12 S4 Kaninchen vier, Hühner zwei.

Ein Lernender, S3, stellt schon nach nur 30 Sekunden mit den Worten *Weinbergschnecken haben keine Füsse, gell?* (S3, Min. 0:34) eine Frage zur Situationsanalyse. Da diese Frage den Fokus auf eine relevante Information legt, nutzt die Lehrerin diese Schülerfrage, um den Polylog mit allen Lernenden zu eröffnen und das stille Nachdenken an der Textaufgabe abubrechen. Sie gibt die Frage weiter, und zwar in der Art und Weise, dass sie zuerst die Frage von S3 in zwei Sätzen aufnimmt und somit würdigt. Sie sagt, dass die Frage gut ist und es sich lohnt, sich darüber zu unterhalten. Die Lehrerin ruft dann die anderen Lernenden explizit auf, sich dazu zu äussern. *Was-der [S3] hat eine Frage gestellt; was sagen wir dazu?* (T, Min. 00:37). Die anderen Lernenden waren bis dahin noch zu sehr mit dem Lesen und ihren eigenen Gedanken beschäftigt, so dass S4 bei S3 nachfragen muss, was er denn gefragt hat. Die Formulierung der Antwort von S3 ist interessant: Er wiederholt seine Frage nicht in Frageform sondern als Aussage: *Schnecken haben keine Füsse*. Man kann daraus schliessen, dass S3 nur schon durch die Würdigung seiner Frage durch die Lehrerin (Min. 00:37, T: *Hm, das ist eine gute Frage*) und die Weitergabe an die anderen Lernenden in seiner Vermutung bestätigt worden ist. S1 und S2 bejahen die Aussage von S3 (Min. 00:51, S1: *Würd ich auch sagen.* / Min. 00:52: S2. *Ja*). Durch die Fragestellung von S3 und deren Weitergabe durch die Lehrerin wird dieser Teil der Situationsanalyse im Polylog mit allen Lernenden behandelt. Die Lehrerin fragt sogar nochmals zweimal nach (Min 00:53: *ja?* Min. 00:54: *Aha ja?*), sie will also sicher sein, dass die Lernenden diesen Sachverhalt verstanden haben. S3 zweifelt noch ein bisschen bis er in Minute 00:59 definitiv selbst einen Schlusstrich zieht mit seiner Äusserungen *Gut, die haben keine Füsse* (Min. 00:59, S3). Bemerkenswert an dieser Interaktionssequenz ist, dass S3 nun selbst sicher genug wird, seinen Einwand sprachlich abzuschliessen mit dem Gliederungssignal *gut*, bevor die Lehrperson es auch absegnet.

S4 fährt weiter mit seinen Überlegungen, welche sich inhaltlich anschliessen an die Frage nach den Füßen der Schnecken (Min. 01:05, S4: *Kaninchen vier, Hühner zwei.*). Die Lehrerin macht die Lernenden darauf aufmerksam, dass das schriftliche Fixieren dieser Feststellungen sinnvoll ist: *Schreiben wir uns vielleicht gleich mal auf, oder?* (Min. 01:07, T). Sie gibt einen strategischen Hinweis zum Lösen der Textaufgaben (vgl. Transkriptauszug 1118.2).

Transkriptauszug 1118.2

- schr 01:07:23 T **Schreiben** wir uns vielleicht gleich mal auf, oder? Wir machen da mal so ein Protokoll dazu...
- schr [zu S4] das kannst du da drunter schreiben //, wo Bearbeitung steht, na?
- schr 01:16:13 S4 // Wo? ... Mhm[ja].
- schr 01:19:03 T Sind ja schon heftig in der Arbeit.
- 2c 01:29:16 S3 Jeweils einen Kopf.
- 2c 01:37:25 S3 **So...** Dann die Kaninchen, die haben einen Kopf und vier Füße...// **Sind wir uns da einig?**
- 2c 01:42:17 T // Mhm ... mhm[ja].
- 2c 01:53:00 T Mindestens haben sie vier Beine.
- 2c 01:54:29 S3 Ja.
- 2c 02:04:16 S3 Ja, und die Hühner- einen Kopf, zwei Beine.
- 2c 02:07:20 T Mhm[ja].
- 2c 02:08:11 S4 (Ja, das wär eigentlich das Normale,) dass jeder einen Kopf hat.
- 2c 02:10:06 Ss {lachen}
- 2c 02:11:00 T {lacht}
- 2c 02:13:09 S3 Schon, ja.
- 2c 02:16:19 T Ja.

Alle Lernenden schreiben nun das zuvor Festgestellte auf ihrem Notizblatt auf. S3 organisiert dieses Aufschreiben für die ganze Gruppe, indem er laut sagt, was er aufschreibt. Er fragt die anderen Lernenden in Minute 01:37 explizit, ob sie damit einverstanden sind, nämlich dass die Kaninchen einen Kopf und vier Füße haben. Diese Äusserung zeigt, dass S3 sich bewusst ist, dass er das Vorgehen der ganzen Gruppe leitet.

Zwei Lösungswege

Auch im Transkriptauszug 1118.3 geht es zunächst darum, wer das Gruppengespräch nun weiter anführen soll. S3 möchte nämlich seine Führungsfunktion abgeben, denn er sagt: *Macht ihr mal weiter* (Min. 02:27, S3). Nur schon die Tatsache, dass S3 das sagt, zeigt auf, dass er selbst das Gefühl hat, dass er bis jetzt das Gespräch gesteuert und viel zum bisherigen Lösungsansatz beigetragen hat. Die Frage, wie S3 zu dieser organisatorischen und thematischen Führungsposition gekommen ist, ist noch zu klären. Es ist davon auszugehen, dass die «dreigliedrige» Aufnahme der Lehrperson von der Anfangsfrage von S3 ganz zu Beginn des Lehr-Lerngespräches (Min. 00:37, Transkriptauszug 1118.1) die Übergabe

der Verantwortung an S3 bewirkt hat. Die Lehrerin hat seine Frage als gut evaluiert und für diskussionswürdig gehalten und die Beantwortung an die anderen Lernenden delegiert. Die Folge davon war, dass S3 das Thema der ersten inhaltlichen Sequenz bestimmt hat – und wer das Thema bestimmt, hat die Macht und damit auch die Verantwortung. Die Analyse des Transkriptauszuges 1118.3 zeigt des Weiteren, dass zwei Lösungswege gleichzeitig besprochen werden, dass aber die Teilnehmenden nicht sofort merken, dass sie von unterschiedlichen Ansätzen reden. Im Transkriptauszug 1118.3 ist der Lösungsweg von S3 kursiv und derjenige von S4 fett markiert.

Transkriptauszug 1118.3:

- 02:27:08 S3 Macht ihr mal weiter.
- 3.3b 02:28:24 S4 **Ja, ich würd sagen, erst mal bei den siebenunddreissig mal zwei nehmen...**
- 2b 02:33:03 S3 *Erst mal eine Frage stellen, oder?*
- 2b 02:34:14 S4 *Ja- wieviele Tiere sind das? Na, das geht // ja nicht- {lacht}.*
- 2c 02:37:18 S1 *// Ja also- also das sind ja- sind ja zwei Weinbergschnecken. Das ist ja angegeben.*
- 2c 02:42:04 T *Mhm[ja].*
- 2c 02:42:16 S1 *Und dann ziehen wir zwei Köpfe ab, dann haben wir fünfunddreissig Köpfe, und damit rechnen wir.*
- 2b 02:46:19 S4 *Ja- wie viel- wie viel- äh, vierbeinige, also wie viel Hühner es gibt und wie viel Kaninchen es gibt.*
- 2b 02:51:23 S1 *Ja.*
- 2b 02:52:03 T *// Mhm[ja].*
- 2b 02:52:03 S3 *// Genau.*
- 2c 02:52:18 S3 *// Gut. Dann können wir erst mal von den Köpfen- und dann schreiben wir erst mal Köpfe, so und so viel, und Beine, so und so viel.*
- 2c 02:57:16 T *Mhm[ja].*
- 2c 03:02:17 S3 *Ja, dann haben wir ja nur noch fünfunddreissig.*
- 3.3a 03:25:27 S4 **(Siebzig) wenn's nur Hühner sind. (Siebzig) Beine wenn's nur Hühner sind. Bleiben vierundzwanzig übrig.**
- 3.1b 03:32:18 S3 *Jetzt würd ich erst mal die Kaninchen und die Hühner benennen. Also X, B, oder A und B.*
- 3.1b 03:37:16 T *Mhm[ja].*
- 3.2a/ 03:38:20 S3 *Dann eine Gleichung aufstellen... Also, Kaninchen ist einfach mal X.*
- 3.1c

- 3.1e 03:44:26 S4 *Ne, Hühner ist X, das Kaninchen sind X plus zwei.*
- 3.1e 03:48:05 S3 *Ja, genau.*
- 3.2c 04:01:01 S3 *So... Ehm... ja, dann müssten wir- eigentlich- auf die Beine rechnen. Am Ende müssen wir gucken für den Kopf hin, wo der Kopf hinkommt.*
- 3.2c 04:09:25 S3 *Dann ist die Gleichung- doch Klammer auf- X plus zwei, Klammer zu-() das geht nicht.*
- 3.2c 04:15:23 S1 *Das hatten wir schon mal gehabt, (oder?)*
- 3.2c 04:18:03 T *So was hattet ihr schon, ja.*
- 3.2c 04:20:11 S1 *Mhm[ja].*
- 5 04:27:13 S4 **Gut, (was da rauskommt) sind dreiunddreissig Hühner und z... äh, dreiundzwanzig Hühner und zwölf Kaninchen. Das wissen wir jetzt schon mal.**
- 5 S3 *Ja.*

Der Schüler S3 möchte die Leitungsfunktion abgeben und S4 versucht tatsächlich, die Führung des Gespräches zu übernehmen, indem er mit einem konkreten Vorschlag in der Lösungsentwicklung weiterfährt (**Ja, ich würd sagen, erst mal bei den siebenunddreissig mal zwei nehmen...**Min. 02:28:24, S4). Die Antwort darauf von S3, *Erst mal eine Frage stellen, oder?* (Min. 02:33:03, S3) kann so gedeutet werden, dass S3 zwar die sprachliche Leitung der Organisation abgeben will, aber nicht die inhaltliche Leitung. Für S3 ist es sonnenklar, dass als nächster Schritt für die Problemlösung eine Frage für die Textaufgabe gestellt werden muss. Auch im weiteren Verlauf dieses Abschnittes erkennt man, dass S3 die Leitungsfunktion noch nicht abgegeben hat oder – wohl seiner Meinung nach – nicht hat abgeben können, weil S4 auf einen anderen Weg «abzweigt» als auf denjenigen, welchen S3 im Kopf hat und welcher der ordentliche und systematische Weg ist. Als S4 dann in Minute 02:46, wie von S3 verlangt, die Fragestellung explizit nennt, schliesst S3, welcher ja einmal gesagt hat, dass er nicht mehr leiten will (vgl. Min. 02:27 *Macht ihr mal weiter*) diesen Abschnitt mit einem zweifachen Gliederungssignal ab: Minute 02:52:03, S3: // *Genau*. Minute 02:52:18, S3: // *Gut*. S3 evaluiert die Fragestellung von S4 als richtig, was die Aufgabe eines Gesprächsleiters ist. Nach diesen Gliederungssignalen diktiert S3 weiterhin, wie sie seiner Meinung nach vorgehen könnten. S3 behält folglich immer noch den Organisationslead: *Gut. Dann können wir erst mal von den Köpfen- und dann schreiben wir erst mal Köpfe, so und so viel, und Beine, so und so viel* (Min. 02:52, S3).

Interessant am gesamten Gesprächsverlauf dieser Sequenz ist zudem, dass S4 an seiner Idee des Lösungsweges festhält (siehe die fett markierten Äusserungen), aber gleichzeitig auf den Input von S3 und S1 eingehen kann: S4 formuliert auf Antrag von S3 eine Fragestellung (Min. 02:34:14, S4: *Ja- wie viele Tiere sind das? Na, das geht // ja nicht- {lacht}*). Er braucht aber noch einen Input von S1 (Min. 02:37, S1: // *Ja also- also das sind ja- sind ja zwei Weinbergschnecken. Das ist ja angegeben. T: Mhm[ja]. S1: Und dann ziehen wir zwei Köpfe ab, dann haben wir fünfunddreissig Köpfe, und damit rechnen wir*), bevor er die exakte und für diese Textaufgabe sinnvolle Fragestellung äussern kann: Minute 02:46, S4: *Ja- wie viel- wie viel- äh, vierbeinige, also wie viel Hühner es gibt und wie viel Kaninchen es gibt*. S4 geht nicht nur auf den Einwand von S3 ein (eine Fragestellung zu formulieren), sondern nimmt die aus der Erkenntnis von S1 folgende Tatsache (dass es 35 Tiere sind und nicht 37) in seinen Rechnungsweg auf: (*Siebzig*) *wenns nur Hühner sind. (Siebzig) Beine wenns nur Hühner sind.* (Min. 03:25, S4). Diesen Teilabschnitt des Lehr-Lerngespräches kann man als gutes Beispiel für eine Ko-Konstruktion unter Lernenden anführen: Sie formulieren gemeinsam mit unterschiedlichen Elaborationsgraden die Fragestellung (aus der Fragestellung „*wie viele Tiere*“ wird „*wie viele Hühner und wie viele Kaninchen*“) und kommen gemeinsam auch auf die richtige Anzahl von „Grundtieren“ (aus 37 wird 35, Kaninchen und Hühner ohne die Schnecken).

Betrachten wir nun nochmals die beiden Lösungswege, welche in dieser Gesprächssequenz, (Transkriptauszug 1118.3) angesprochen werden, getrennt voneinander, denn die oben erwähnte Ko-Konstruktion bezieht sich nur auch eine kleine Sequenz des Lösungsweges. In der gesamten Sequenz werden zwei Lösungsansätze angedacht, was jedoch den Interaktionspartnern nicht bewusst ist.

Der Lösungsweg von S4 „Wenn alles Hühner wären“

Im Transkriptauszug 1118.3 wurden die Äusserungen von S4, welche seinen eigenen Lösungsweg beschreiben, fett markiert. Man erkennt, dass S4 sich sowohl am gemeinsamen Gespräch der ganzen Gruppe beteiligt – das sind die nicht fett markierten Äusserungen von S4 –, als auch seinen eigenen Lösungsweg durchzieht bzw. ihn in drei Äusserungen mündlich in losgelösten nicht nacheinander liegenden Turns formuliert. Er beginnt in Minute 02:28, S4: *Ja, ich würd sagen, erst mal bei den siebenunddreissig mal zwei nehmen...*, fährt weiter in Minute 03:25, S4: (*Siebzig*) *wenns nur Hühner sind. (Siebzig) Beine wenns nur Hühner sind. Bleiben vierundzwanzig übrig*, und beendet die Erklärung seiner Rechnung, indem er das Ergebnis sagt in Minute 04:27, S4: *Gut, (was da raus kommt) sind dreiunddreissig Hühner und z... äh, dreiundzwanzig Hühner und zwölf Kaninchen. Das wissen wir jetzt schon mal*. S4 ist sich seines Lösungsweges sicher, denn er leitet seinen Satz

mit einem abschliessenden Gliederungssignal, *gut*, ein, und formuliert explizit, dass dies die Lösung ist (*Das wissen wir jetzt schon mal*).

Der Lösungsweg von S3: Variablen einsetzen und Gleichungen aufstellen

S3 geht nicht auf den Lösungsansatz von S4 ein, sondern versucht seinen Weg durchzuziehen: Minute 03:32, S3: *Jetzt würd ich erst mal die Kaninchen und die Hühner benennen. Also X, B, oder A und B*. Er wird von der Lehrerin bestätigt (Min. 03:37, T: *Mhm[ja]*) und fährt mit seinem Weg weiter (Min. 03:38, S3: *Dann eine Gleichung aufstellen... Also, Kaninchen ist einfach mal X*.) Nun meldet sich sogar S4 und macht eine Anmerkung zu diesem Lösungsweg, indem er einen anderen Term für die Kaninchen vorschlägt (Min. 03:44, S4: *Ne, Hühner ist X, das Kaninchen sind X plus zwei*). Nach weiteren drei Äusserungen stockt S3 (Min. 4:09 [...] *das geht nicht*). S1 hat mitgehört beim vom S3 vorgeschlagenen Lösungsweg und erinnert sich, dass sie so was schon mal gemacht haben (Min. 04:15, S1. *Das hatten wir schon mal gehabt, (oder?)*, was die Lehrerin bestätigt, Min. 04:18, T: *So was hattet ihr schon, ja*). Es äussern sich alle Teilnehmenden ausser S2 zum Lösungsweg von S3, sogar S4, welcher ja gleichzeitig (!) an einem anderen Weg herumdenkt. Der Lösungsweg von S3 ist der offizielle, denn S3 leitet weiterhin das Lehr-Lerngespräch und alle Teilnehmenden, welche sich äussern, nehmen darauf Bezug, wohingegen auf den Lösungsweg von S4 noch niemand reagiert hat. Es werden hier nun also zwei unterschiedliche Lösungswege gleichzeitig besprochen, aber die Teilnehmenden merken vermutlich nicht sofort, dass sie von unterschiedlichen Ansätzen reden. Im Transkriptauszug 1118.4 wird die Reaktion auf das plötzliche Ergebnis von S4 wiedergegeben.

Das Ergebnis steht schon einmal fest nach viereinhalb Minuten.

Transkriptauszug 1118.4

- 5 04:27:13 S4 Gut, (was da raus kommt) sind dreiunddreissig Hühner und z... äh, dreiundzwanzig Hühner und zwölf Kaninchen. Das ist es jetzt schon... ja.
- 5 S3 Ja.
- 5 04:38:06 T Woher weisst du das?
- 3.3b 04:40:08 S4 Ja, ich hab jetzt einfach- wir haben mal siebenunddreissig Köpfe übrig- äh, fünfunddreissig Köpfe übrig, dann nehm ich die mal zwei, weil- weil die Hühner haben ja vierund- zw-zwei Beine.
- 3.3b 04:51:13 T Ja.
- 3.3c 04:52:01 S4 (Und es sind siebzig), vierundzwanzig bleiben übrig, die hab ich
3.3f durch zwei geteilt, sind zwölf-

- 3.3c 04:55:23 T Ja.
- 4c 04:56:01 S4 Und wenn die Kaninchen-eh- zwölf Kaninchen sind, die haben ja vier Beine. (Und so gleicht es sich aus), also es sind zwölf Kaninchen-// und dreiundzwanzig Hühner.
- 4c 05:02:22 T // Ja-... ja.
- 4c 05:07:03 S? Ja.
- 3.2a 05:07:21 S3 Jetzt stellen wir die Gleichung dazu auf.
- 3.3c 05:29:20 T Also der [S4], der hat sich das einfach logisch überlegt... ja? Was haben die Tiere gemeinsam- sie haben gemeinsam Köpfe und sie haben auf jeden Fall gemeinsam zwei Beine.
- 05:42:00 S? Hmm.
- 3.3e 05:42:09 T (Gut) und dann bleiben noch // vierundzwanzig Beine übrig, und die hat er dann-// durch zwei geteilt,// weil, die- zwei Beine haben die Ha- äh, die Kaninchen ja schon.
- 3.3c 05:45:13 S3 // (Vierundzwanzig).
- S3 // Durch vier...ah, (das) stimmt.
- T Und- sind somit zwölf Kaninchen.

In Minute 04:27 sagt S4 plötzlich das Ergebnis⁸¹: *Gut, (was da raus kommt) sind dreiunddreissig Hühner und z-... äh, dreiundzwanzig Hühner und zwölf Kaninchen. Das ist es jetzt schon... ja.* S3 kommentiert es mit *ja*.⁸²

Nun geht die Lehrerin auf den Lösungsweg von S4 ein und fragt nach: *Woher weisst du das?* (Min. 4:38, T). Sie fordert S4 also zu einer Erklärung auf. S4 kann eine Erklärung liefern. Er weiss, was er gerechnet hat und für ihn ist sein Vorgehen logisch. Seine Äusserungen sind recht lang und zusammenhängend, er kann seinen Lösungsweg mit einem Monolog (vgl. Abschnitt 6.5.4) wiedergeben. Die Lehrerin ist seine Adressatin (sie hat die Frage gestellt, woher er das weiss) und sie äussert auch entsprechende Hörersignale (*ja*). S4 erklärt den Lösungsweg «Wenn alles Hühner wären» auf eine sehr einleuchtende Art und Weise (vgl. zu diesem Lösungsweg Abschnitt 6.2.4). S3 spricht den nächsten Turn, ohne auf den Inhalt des Gesagten von S4 einzugehen: Min. 05:07, S3: *Jetzt stellen wir die Gleichung dazu auf.* Da sich jedoch 20 Sekunden niemand zur Idee der Gleichung von S3 äussert, greift die Lehrerin den Lösungsansatz von S4 nochmals auf und

⁸¹ Das Ergebnis kommt auch für den Betrachter des Videos bei der ersten Visionierung recht plötzlich.

⁸² Die Interpretation dieses *ja* von S3 ist schwierig: Es ist vermutlich ein «Abhaken des Rede-rechts für S4» in dem Sinne, dass S3 froh ist, dass S4 nun endlich sein Ergebnis gesagt hat und nun nicht mehr dreinreden muss. Ein bejahendes *Ja* ist es wohl nicht.

paraphrasiert ihn ein weiteres Mal. Der Grund dafür ist nicht eindeutig zu nennen. Vermutlich merkt sie, dass noch nicht alle Teilnehmenden den Lösungsweg von S4 verstanden haben. Oder sie greift ihn einfach nochmals auf, um den Lösungsweg und die Erklärung – und damit auch S4 – positiv zu positionieren und zu würdigen.

Im Folgenden werden zwei weitere Transkriptauszüge im Detail analysiert, da sich nun die Gruppe doch mit dem Lösungsweg von S3 anfreundet bzw. auch diesen zu Ende führt.

Auf dem Weg zu zwei Gleichungen

Transkriptauszug 1118.5

- | | | | |
|------|----------|----|--|
| 3.2a | 05:57:16 | T | // Und der [S3], der möchte jetzt aber auf eine Gleichung. |
| 3.2a | 06:01:02 | S3 | // Aber was... müssen wir ja. |
| 3.1c | 06:05:11 | T | Gut. Und wir haben gesagt, die... Kaninchen- hast du wie genannt? |
| 3.1c | 06:11:17 | S4 | X plus zwei. |
| 3.1c | 06:13:00 | T | Ja, warum X plus zwei? |
| 3.1c | 06:15:06 | S4 | Weil die Hühner X sind, und dann müssen wir ja plus zwei// |
| 3.1c | 06:19:09 | T | // Tja, dann müssen wir aber auch- die haben ja nicht drei Köpfe oder sowas. |
| 3.1c | 06:23:23 | S1 | (Dann nehmen wir)- die Hühner halt X und die Kaninchen Y. |
| 3.1c | 06:27:18 | T | Gut. |
| 3.1c | 06:27:28 | SN | (Gut). |
| 3.2b | 06:38:20 | T | Dann können wir auf jeden Fall eine Gleichung aufstellen. Und zwar mit den Köpfen. |
| 3.2b | 06:45:12 | S4 | Mach doch mal. |
| 3.2b | 06:47:05 | S3 | (Ich bin am Überlegen). |

Bei der Beschreibung des Transkriptauszuges 1118.4 wurde interpretiert, dass die Lehrerin nicht auf den Vorschlag von S3 eingeht. Hier im Transkriptauszug 1118.5 sieht man, dass die Lehrerin die Äußerung von S3 jedoch sehr wohl wahrgenommen hat: *Und der [S3], der möchte jetzt aber auf eine Gleichung* (Min. 05:57, T). Ihre Formulierung, um auf den im Mathematikunterricht der Sekundarstufe I üblichen Lösungsweg einzugehen, ist interessant: Sie greift den Wunsch von S3 auf und zeigt ihm damit, dass sie seinen Vorschlag gehört hat. Zugleich kann sie die Gruppe auf den zweiten Lösungsansatz hinleiten, ohne dass sie selbst die Verantwortung dafür übernehmen muss bzw. sie kann damit die Verantwortung für die Idee mit dem Lösungsweg mit Gleichungen wieder an S3 delegieren.

Die Reaktion von S3 in Minute 06:01, S3: // *Aber was... müssen wir ja*, spricht Bände. Er wendet ein, dass das doch die Regel ist, bei solchen Textaufgaben ein Gleichungssystem zu verwenden. Die Lehrerin geht darauf nicht ein, sondern fokussiert auf den Lösungsansatz, welchen die Lernenden schon in Bezug auf die Gleichung bzw. die Variablen selbst gebracht haben: *Gut. Und wir haben gesagt, die... Kaninchen- hast du wie genannt?* (Min. 06:05, T). Interessant in Bezug auf die Partizipationsstruktur ist, dass sich die Lehrerin auf eine Äußerung von S4 bezieht, obwohl ja die Idee der Variablen und der Gleichung von S3 gekommen ist. Die Lehrerin bezieht sich auf die Sequenz von Minute 03:38 zurück. Diese lautete (vgl. Transkriptauszug 1118.3):

3.2/3.1c 03:38:20 S3 Dann eine Gleichung aufstellen... Also, Kaninchen ist einfach mal X.

3.1e 03:44:26 S4 Ne, Hühner ist X, das Kaninchen sind X plus zwei.

3.1e 03:48:05 S3 Ja, genau.

S4 hat damals die Idee von S3 ver(schlimm)bessert, und die Lehrerin bespricht das jetzt in den nächsten Äußerungen mit der ganzen Gruppe. S4 hat nämlich nicht unterschieden zwischen der Anzahl Beine und der Anzahl Köpfe. (Min. 06:11, S4: *X plus zwei*. T: *Ja, warum X plus zwei?* S4: *Weil die Hühner X sind, und dann müssen wir ja plus zwei*// T: // *Tja, dann müssen wir aber auch- die haben ja nicht drei Köpfe oder so was.*). S1 bringt nun die richtige Lösung: (*Dann nehmen wir*)- *die Hühner halt X und die Kaninchen Y*. (Min. 06:23, S1). Zu bemerken ist demnach, dass S1 vergleichsweise wenig sagt im Vergleich mit den beiden Schülern S3 und S4, dass sie aber, wie es scheint, aufmerksam zuhört und wichtige Teilschritte einbringen kann. Sie hat auch in Minute 02:37 eingebracht, dass die Anzahl der Schnecken schon angegeben ist (*Ja also- also das sind ja- sind ja zwei Weinbergschnecken. Das ist ja angegeben*. Min. 02:37, S1). Die Lehrerin segnet den Variablenvorschlag ab (Min. 06:27, T: *Gut*) und stellt eine enge Frage, welche die Lernenden nun zum nächsten Lösungsschritt weiterbringen soll: *Dann können wir auf jeden Fall eine Gleichung aufstellen. Und zwar mit den Köpfen*. (Min. 06:38, T).

Die letzten beiden Äußerungen des Transkriptauszuges 1118.5 sind auch vom partizipatorischen Gesichtspunkt her bemerkenswert, denn die Schüler S4 und S3 wollen sich gegenseitig die Verantwortung für die Führungsposition weitergeben: S4: *Mach doch mal*. S3: (*Ich bin am Überlegen*).

Im Transkriptauszug 1118.6 kommt die Gruppe mit starker Hilfe der Lehrperson auf beide Gleichungen.

Transkriptauszug 1118.6

- 3.2b 06:48:05 T Ne, ihr habt jetzt den Namen genannt, das gäbe in dem Zusammenhang die fünfunddreissig Köpfe. Also... wir haben nennen die Kaninchen X und die Hühner Y. Also?
- 3.2b 07:04:05 S3 Mhm, ja, X und Y sind gleich fünfunddreissig.
- 3.2b 07:08:08 T Gut.
- 3.2b 07:16:25 S3 Ja, und nachher X plus Y auch gleich vierundneunzig. ().
- 3.2c 07:21:10 T Ja, aber jetzt müssen wir uns überlegen- X hat wie viel Beine?
- 3.2c 07:24:21 S4 Ja, also da müssten wir eigentlich- Klammer auf, X plus zwei-//
- 3.2c 07:29:12 T Ne.
- 3.2c 07:29:22 S4 Nicht?
- 3.2c 07:30:22 T Wie viele Beine hat X?
- 3.2c 07:32:08 Ss Zwei.
- 3.2c 07:33:25 T Also?
- 3.2c 07:35:01 S3 Zwei X.
- 3.2c 07:35:29 T Zwei X. // Nicht X plus zwei.
- 3.2c 07:37:08 S4 //Hm. Plus vier Y-
- 3.2c 07:39:21 T Gleich?
- 3.2c 07:40:23 S3 Fünfunddreissig.
- 3.2c 07:41:29 S4 // Nein, fünfund...vierundneunzig.
- 3.2c 07:41:29 S1 // Nein, vierundneunzig.
- 3.2c 07:43:24 S3 (Stimmt, geht doch gar nicht).
- 3.2d 07:50:03 T Gleich vierundneunzig. Mhm, gut. [S1] hats verstanden, das ist ein Gleichungssystem. Sie hat links und rechts einen Strich gemacht.... Nein,().
- 3.2d 08:03:12 S1 Mit den- Köpfen zusammen. // [S3]!
- 3.2d 08:05:24 T // Mit den Köpfen zusammen. Mhm.

Zu bemerken ist hier einzig noch, dass sich alle Lernenden ausser S2 beteiligen. S1 sagt wiederum nicht viel, kann aber den Fehler von S3 in Minute 07:40 – gleichzeitig mit der Äusserung von S4 – korrigieren, d. h. S1 denkt mit. Die Lehrerin würdigt zudem explizit noch die Darstellung von S1 auf ihrem persönlichen Notizblatt (Min. 07:50, T: *Gleich vierundneunzig. Mhm, gut. [S1] hats verstanden, das ist ein Gleichungssystem. Sie hat links und rechts einen Strich gemacht ...*), worauf S1 sich nochmals traut, S3 einen Hinweis zu geben. (Min. 08:03, S1: *Mit den- Köpfen zusammen. // [S3]!*)

In der Fortsetzung des hier nicht mehr wiedergegebenen Videos bzw. Transkriptes bespricht die Gruppe, wie sie nun diese Gleichungen auflösen können.

Das dauert mehr als vier Minuten. Die Interaktionsstruktur ist sehr ähnlich wie bisher: S3 und S4 äussern sich viel, S1 sagt wenig, aber ist gedanklich dabei, was sich an ihren wenigen Äusserungen zeigt. Manchmal stellt sie eine Frage, manchmal gibt sie Hinweise für die anderen Lernenden. Auch die Lehrperson nimmt ihre Unterstützerrolle wieder ernst.

Zum Schluss der Analyse soll die Abschlussequenz des Tutoringsgespräches wiedergegeben werden. Dies vor allem deshalb, weil die Lehrperson nochmals auf den Lösungsweg von S4, «wenn alles Hühner wären», zurückkommt: Sie macht einen Rückblick (vgl. Transkriptauszug 1118.7) und würdigt in ihrem Rückblick den Autor dieses Ansatzes nochmals.

Transkriptauszug 1118.7, Schlussequenz

- 5 12:17:27 S3 Können wir mal eine Antwort schreiben?
 5 12:21:02 T Ist eigentlich immer so üblich, na? Jede Textaufgabe erwartet //ah...
 2b 12:26:01 S3 // (Eigentlich hätten wir erst eine Frage stellen müssen), aber ().
 2b 12:28:20 T Ja.
 5 12:34:05 S4 So.
 5 12:52:00 S3 Okay.
 6 12:53:13 T Damit haben wir das bewiesen, was der [S4] so logisch... {lacht} uns erklärt hat. {lacht}
 0 13:04:13 T Okay, schreibt ihr euren Namen noch drauf?
 0 13:07:03 S4 O Gott...// das ist die schwerste Aufgabe von allen.
 0 13:07:25 SN // {lacht}
 0 13:17:01 S3 Okay.
 0 13:18:06 SN (Das wars).
 0 13:20:03 SN Ne ().
 6 13:23:01 T Tja, dann- bedanke ich mich bei euch. [S2], auch alles verstanden?
 6 13:27:27 S2 Jaja.
 6 13:28:18 T Ja?
 6 13:29:09 S2 Verstanden.
 6 13:29:27 T Gut. Okay.

Auffallend ist auch, dass S3, welcher immer schon auf ein ganz korrektes Vorgehen bei den Lösungsschritten beharrt hat, in Minute 12:17 den Antwortsatz einfordert: *Können wir mal eine Antwort schreiben?* (Min. 12:17, S3). Auch betont er nochmals, dass sie am Anfang vergessen haben, eine Frage zu stellen: *// (Eigentlich hätten wir erst eine Frage stellen müssen), aber ()*. (Min. 12:26, S3). Die Lehrperson fragt ganz am Ende der Sitzung bei S2 explizit nach, und zwar

in zwei Äusserungen, ob er auch alles verstanden hat. S2 ist derjenige Schüler, der sich wenig geäußert hat (4 Äusserungen mit gesamthaft 9 Wörtern). S2 antwortet, dass er alles verstanden habe. Der Ort, an dem die Lehrerin nach dem Verständnis von S2 fragt, ist wohl nicht ganz ideal gewählt, denn die Lehrerin hat das Fachgespräch strukturell schon beendet mit ihrem *okay* in Minute 13:04. Zudem hat sie die Sitzung auch formell bereits beendet, indem sie sich bei den Lernenden bedankt: *Tja, dann- bedanke ich mich bei euch. [S2], auch alles verstanden?* (Min. 13:23:01, T). Es fällt ihr ziemlich spät ein bei S2 nachzufragen, aber sie tut es und vergisst ihn nicht.

7.5.5.3 Beizug der Kontextinformationen

Lösungswege und Resultate der zusätzlichen Aufgabe der Lernenden der Gruppe 1118

Da die Tutoringgruppe 1118 die Aufgabe Nr. 2 gemeinsam gelöst hat, lautete für sie die Aufgabenstellung der zusätzlichen Aufgabe folgendermassen: *In einem Kindergeschäft sind Kinderwagen mit drei und solche mit vier Rädern ausgestellt. Es gibt auch einen Zwilling-Kinderwagen mit 6 Rädern. Total sind es 23 Kinderwagen mit insgesamt 81 Rädern.* Die Aufgabenblätter der Lernenden der Gruppe 1118 zur zusätzlichen Aufgabe sind nachfolgend abgebildet (vgl. Abbildung 7.50).

Gesamthaft gesehen ist bei den verschiedenen Aufgabenblättern zur zusätzlichen Aufgabe auffallend, dass alle den Weg mit zwei Variablen und zwei Gleichungen probieren und nicht einmal S4 seinen eigenen Lösungsweg zu übertragen versucht. Er hätte ja davon ausgehen können, dass es alles Wagen mit 3 Rädern gewesen wären. Allerdings muss angemerkt werden, dass S4 auf seinem Notizblatt, das er während der Tutoringsituation geschrieben hat, nichts zu seinem Weg notiert hat.

S3 ist auch beim Lösungsblatt für die zusätzliche Aufgabe formal äusserst korrekt und schreibt einen Antwortsatz hin. Dies erstaunt nicht, da er während der Tutoringsituation ständig auf die korrekte Vorgehensweise gepocht hat. Er war es auch, der explizit nachgefragt hat, ob sie jetzt nicht noch einen Antwortsatz hinschreiben sollen (vgl. Transkriptauszug 1118.7, Min. 12:17, S3: *Können wir mal eine Antwort schreiben?*) S3 ist jener Schüler, der das Vorgehen, welches ihnen die Lehrerin in den vergangenen Lektionen beigebracht hat, nun genau reproduzieren will. Das tut er z. B. in der Tutoringsituation mit seinen mündlichen Bemerkungen, zuerst zur Fragestellung (*erst mal eine Frage stellen*), dann lässt er nicht locker, eine Gleichung zur Textaufgabe aufzustellen, und am Schluss

<p><i>Aufgabenblatt der Schülerin S1</i></p> <p>Y = drei Räder X = vier Räder Z = sechs Räder</p> <p>81 - 6 = 75 Räder 23 - 1 = 22 Wagen</p> $\begin{array}{r l} 3y + 4x = 22 & : 3y \\ 3y + 4x = 75 & : 3y \end{array}$ <p>4x = 22 4x = 75 8x = -53 :8 6.625</p>	<p><i>Aufgabenblatt des Schülers S2</i></p> <p>23 Wagen 81 Räder</p> <p>75 Räder 3 Räderw. x 22 Wagen 4 Räderw. y x + y = 75</p>
<p><i>Aufgabenblatt des Schülers S3</i></p> <p>23 Wagen Wagen mit 3 = x 81 Räder Wagen mit 4 = y</p> <p>75 Räder und 22 Wagen</p> $\begin{array}{r} x + y = 22 \\ 3x + 4y = 75 \\ 3x + 4y = 75 \quad :3 \\ x + y = 22 \quad - \\ x + 4y = 25 \\ 4y = 25 \quad :4 \\ y = 6.25 \end{array}$ <p>A: Es sind 6 Wagen mit 4 Rädern und 16 mit 3.</p>	<p><i>Aufgabenblatt des Schülers S4</i></p> <p>23 Wagen 81 Räder</p> <p>23 - 1 = 22 Wagen 81 - 6 = 75 Räder</p> <p>x = Wagen mit 4 Rädern y = Wagen mit 3 Rädern</p> $\begin{array}{r} x + y = 22 \\ 4x + 3y = 75 \quad :3 \\ X + y = 22 \\ 1.3x + y = 25 \\ -1.3y = -3 \quad : -1.3 \\ 1x = 2 \end{array}$

Abbildung 7.50 Aufgabenblätter der Lernenden von 1118 zur zusätzlichen Aufgabe

betont er, dass man einen Antwortsatz hinschreiben muss. Auf seinem Arbeitsblatt zur zusätzlichen Aufgabe schreibt er zwar die Fragestellung nicht hin, aber der Antwortsatz steht da.

In Bezug auf die richtigen Resultate muss man feststellen, dass kein/e Schüler/in auf ein korrektes Ergebnis kommt, obwohl zwei Lernende, nämlich S3 und S4, zwei korrekte Gleichungen zur Textaufgabe aufgeschrieben haben: Sie scheitern beide beim Lösen der Gleichungen. Auch die Schülerin S1 scheitert beim Lösen der Gleichungen. Zudem hat sie nur eine korrekte Gleichung aufstellen können, die andere Gleichung passt nicht zur Aufgabe. S3 und S4 erhalten bei der Punktevergabe je 4 Punkte, nämlich je 1 Punkt für das korrekte Abziehen des Zwillingswagens und für die sinnvolle Verteilung der Variablen sowie 2 Punkte für die beiden Gleichungen. S1 erhält 3 Punkte, denn sie hat nur eine Gleichung richtig aufgestellt. S2 erhält 2 Punkte, da er das Abziehen des Zwillingswagens dokumentiert und die Variablen sinnvoll verteilt hat (vgl. für die Punktevergabe Abschnitt 6.5.3).

Bei dieser Gruppe zeigt sich, dass diejenigen Lernenden, welche während des Lehr-Lerngespräches am aktivsten waren und erhebliche Teilschritte selbstständig einbringen konnten, auch bei der Einzelarbeit am besten abgeschnitten haben. Die sichtbare kognitive Aktivität der Lernenden am Kleinklassenunterrichtsgespräch kann Früchte tragen.

Interviewaussagen der Lehrerin 1118

Die sequenzielle Mikroanalyse hat etliche Besonderheiten in Bezug auf die Gesprächsart und die Interaktionen der Lernenden untereinander und in Bezug auf den Problemlöseprozess aufgezeigt, welche die beteiligte Lehrerin danach im Interview explizit äussert. Aus diesem Grund ist die Betrachtung des Interviews aufschlussreich. Die Lehrerin betont im Interview mehrmals, dass sie (auch) in der Klassensituation viele Gruppenarbeiten machen lässt (vgl. Interviewauszug 1118.1). Man erinnere sich an die Datengrundlage: Die Form der lehrergestützten Tutoringsituation war sowohl für die Lehrpersonen als auch für die Lernenden neu. Die Lehrpersonen wurden vom Forschungsteam gebeten, eine solche tutorielle Situation durchzuführen.

Interviewauszug 1118.1:

[...] dass ich ja doch so eine Unterrichtsform auch relativ häufig verwende, nämlich Gruppenarbeit, und versuche, mich so viel wie möglich zurückzuhalten, was natürlich nicht immer ganz einfach ist, vor allen Dingen, wenn es dann auch eine Zeitfrage gibt, aber[...] weil sie wirklich sehr viel Gruppenarbeit machen und auch feststellen müssen, dass sie – ehm – da alle aufpassen müssen (Interviewauszug 1118.1).

Die Lehrerin sagt, dass sie sich möglichst viel zurückhält, was man an der im Verhältnis „geringen“ Anzahl Wörter im Video erkennt (vgl. Abschnitt 7.1.2, Tabelle 7.4). Einige Äusserungen der Lehrerin zu den einzelnen Schülern sind ebenfalls erwähnenswert. Zum Schüler S2 bringt sie eine Äusserung, welche uns nach der Sichtung des Videos und der Analyse nicht erstaunt:

Interviewauszug 1118.2

Also- wer sehr still ist, auch im Unterricht, das ist [S2], der hat auch in dieser ganzen Gruppe keine Funktion gehabt ausser die des Verstehens, hoffentlich. (Interviewauszug 1118.2).

Die Lehrerin fand bei der Gruppenunterrichtssituation toll, dass die Gruppe, genauer gesagt S3, unbedingt auf eine Gleichung hinauswollte:

Interviewauszug 1118.3

Was ich dann toll fand, auch, dass ist dann allerdings auch vom [S3] sehr stark gesteuert wurde. Wir müssen aber da jetzt einmal eine Gleichung machen, wir müssen das jetzt aber einmal ganz mathematisch angehen (Interviewauszug 1118.3).

In diesem Interviewabschnitt erwähnt die Lehrerin den Einfluss von S3 sehr positiv, welcher unbedingt die Textaufgabe mathematisch genau (oder korrekt) angehen wollte. Die Analyse hat mehrmals feststellen können, dass S3 nicht auf den Ansatz von S4 angesprungen ist und auf seinem Ansatz beharrt hat, denn sogar als das Endergebnis schon feststand, wollte er dennoch eine Gleichung aufstellen (vgl. Min. 07:21, S3: *Jetzt stellen wir die Gleichung dazu auf.*)

Aber auch die Idee von S4 lobt die Lehrerin überschwänglich, sogar in zwei verschiedenen Interviewabschnitten (Interviewauszüge 1118.4 und 1118.5).

Interviewauszug 1118.4

Ich denke – ehm – der Ansatz, der vom [S4] kam- das erwarte ich von ihm auch. Er ist auch ein ganz schwacher Schüler aber er ist unheimlich kreativ im Denken und – ehm – der hat sich das halt so logisch überlegt und das fand ich auch unheimlich toll, dass er das wirklich auch so dann erst einmal allen erzählt hat. Also das Ergebnis ist schon einmal klar, es können nur zwölf Kaninchen sein und dann müssen es dreiuinzwanzig Hühner sein (Interviewauszug 1118.4).

Interviewauszug 1118.5

Und – ehm – gefühlt habe ich mich- also ich denke einfach, dass – ehm – das schon toll ist, wenn jemand wie der [S4] dabei ist und einfach so- so sich das – ehm – erklärt und den anderen das mit seinen Worten ganz einfach erklärt und das auch so logisch und d- da fühle ich mich dann auch wohl, wenn ich das spüre in so einer Gruppe, da ist auch jemand, der – ehm – da schon ein bisschen kreativ ist (Interviewauszug 1118.5).

Die Lehrerin lobt den kreativen Lösungsansatz von S4 und dass er sicher mit seinem Ergebnis war. Dann lobt sie noch seine Erklärung an die anderen Lernenden. Zur Schülerin S1 sagt die Lehrerin im Interview nichts. Sie berichtet noch über den Anfang des Lehr-Lerngespräches als es darum ging, ob Schnecken Füße haben (vgl. Interviewausschnitt 1118.6).

Interviewauszug 1118.6

[...] dass man die Schnecken vernachlässigen kann. Aber auch gut, dass es noch einmal eine Diskussion gab. Haben die jetzt nun oder nicht oder könnte man da noch ein Bein sehen? Und ich denke einfach, das war von der Situation her haben die ganz gut miteinander da sich unterhalten können und sich etwas klar machen können (Interviewausschnitt 1118.6).

Der Lehrerin ist aufgefallen, dass sich die Lernenden an dieser Stelle gut miteinander unterhalten haben und dass sich durch das Gespräch ein Teilschritt gefestigt hat (vgl. Min. 00:49 bis Min. 01:02, Transkriptauszug 1118.1).

Zum Schluss des Interviews meint die Lehrerin auf die von der Interviewerin vorgelegte Frage, ob sie ihr Ziel erreicht habe, dass sie ihr Ziel in dem Sinne erreicht hat, dass alle das, was sie aufgeschrieben haben, auch verstanden haben:

Interviewauszug 1118.7

Und das Ziel haben wir auf alle Fälle erreicht, denke ich, alle haben das, was sie dann aufgeschrieben haben auch verstanden (Interviewausschnitt 1118.7).

Wir haben oben bei der Analyse der Transferaufgaben gesehen, inwiefern diese Lernenden den in der Tutoringsituation gemachten Lösungsweg haben übertragen können. Das ist nicht allen gelungen, aber immerhin haben zwei der vier Lernenden zwei korrekte Gleichungen aufgeschrieben.

7.5.5.4 Synthese des Falles 1118

Die Lehrperson versucht, den Lernenden die Verantwortung für den Lösungsweg zu übergeben und dies gelingt ihr auch sehr gut. Sie gibt zu Beginn die von einem Schüler gestellte Frage an die anderen Schüler und Schülerinnen weiter (vgl. Transkriptauszug 1118.1) oder sie fordert S4 auf, seine Gedankengänge zu seinem Lösungsweg nochmals zu versprachlichen (vgl. Transkriptauszug 1118.4). Diese Gruppenunterrichtssituation ist eine der wenigen aus unserem Datensatz, bei der die Lernenden die Führung des Gespräches übernehmen. Dies erkennt man z. B. an den strukturierenden Gliederungssignalen der Lernenden⁸³. Durch die Verantwortungsübernahme ermutigt, fühlen sich die beiden Schüler als Autoren ihrer Ansätze und verteidigen diese auch, so dass eine fachliche Diskussion entsteht. In dieser Gruppenunterrichtssituation werden zwei Lösungswege parallel zueinander und gemeinsam mit der ganzen Gruppe besprochen, und beide Wege werden zu Ende geführt. Die Lehrerin sagt verhältnismässig wenig (vgl. die Häufigkeitsauszählungen in Abschnitt 7.1.2, Tabelle 7.4), schreitet aber genau dann ein, wenn sie Irrwege der Lernenden erkennt. Als Beispiel dafür kann auf den Transkriptauszug 1118.5 verwiesen werden. Dort schreitet sie ein, indem sie bei der Bestimmung der Variablen nachfragt: *Ja, warum X plus zwei?* (Min. 06:13, T). S4 wollte die Kaninchen mit X plus zwei bezeichnen und S3 hat zugestimmt

⁸³ Die anderen Gruppen, bei denen es gelang, dass die Lernenden auch die Gesprächsorganisation übernommen haben, waren die Gruppe 1117 (vgl. Fallanalyse in Abschnitt 7.4.2) und die Gruppe 1120, welche in einem Steckbrief beschrieben wird.

(Transkriptauszug 3, Min. 03:44, S4: *Ne, Hühner ist X, das Kaninchen sind X plus zwei. S3: Ja, genau.*). S3 und S4 sind die mündlich aktiven Schüler, welche je einen Vorschlag zum Lösungsweg einbringen. Sie sind die Kreatoren dieser Gruppe. Die Schülerin S1 denkt jedoch auch ständig mit und bringt ein paar substantielle Äusserungen in die Erarbeitung des gemeinsamen Lösungsweges ein.

7.6 Vielfalt realer Unterrichtsinteraktionen: Steckbriefe weiterer tutorieller Situationen

Die nachfolgenden Gruppen wurden in Bezug auf die Aufgabenanalyse vollständig kodiert (vgl. die Zeitstrahlen in Abschnitt 7.2). Diese kurzen Beschreibungen, Steckbriefe genannt, dienen dazu, sich die Interaktionen beim Problemlösevorgang genauer vorzustellen. Am Ende des Ergebnisteils (Abschnitt 7.7) werden diese Fälle zu drei Typen gruppiert, selbstverständlich zusammen mit den ausführlichen Fallanalysen (Abschnitt 7.4) und Fallportraits (Abschnitt 7.5). Die Reihenfolge dieser Fälle entspricht den Nummern der Lehrpersonen und hat keine weitere Bedeutung. Zu Anfang der Beschreibung ist fett markiert, was in Bezug auf den Datensatz aussergewöhnlich ist.

7.6.1 Steckbrief des Falles 1120

Gruppe 1120: 10 Minuten; zwei Schülerinnen (S1, S4) und zwei Schüler (S2, S3); Lösungsweg GL XY; Aufgabe Nr. 3; 12 % der Wörter von der LP; **94 % Peerinteraktionen**; 16 Punkte bei der zusätzlichen Aufgabe.

Es sei vorweggenommen, dass die Gruppe 1120 ein Paradebeispiel für eine gelungene Schülergruppenarbeit repräsentiert. In ihrer Eröffnungssequenz spricht die Lehrerin über die Struktur der Interaktion und somit auch über die Sozialform. Sie möchte, dass ihre vier Lernenden ohne sie loslegen: Minute 00:00 T: *Gut, ich geb euch noch die Aufgabe. Könnt ihr zu zweit reingucken. Einmal durchlesen, bitte, und ich würd sagen, ich sag erst mal gar nichts, sondern ihr legt einfach zu viert los und guckt, wie weit ihr kommt. Ihr könnt natürlich gerne jederzeit fragen.* Die Lehrerin betont, dass sie für Fragen bereitsteht, auch wenn die Lernenden unter sich zuerst mal selbst loslegen sollen. Da diese vier Lernenden die Aufgabe in der Folge tatsächlich gemeinsam in einem ko-konstruktiven Polylog untereinander besprechen und innerhalb von zehn Minuten richtig lösen, realisiert sich der Vorsatz der Lehrperson wirklich. Die Lehrperson hat aber nicht nur mit ihrem

mündlich geäußerten Wunsch, dass die Lernenden gemeinsam vorgehen sollen, die Schüler und Schülerinnen zum ko-konstruktiven Gespräch angeleitet, sondern auch durch ihre Handlung, indem sie nämlich nur zwei Blätter mit dem Aufgabentext verteilt statt vier Blätter, so dass die Lernenden gar nicht jeder ein Blatt für sich haben und demnach auch nicht still für sich mit dem Lösen beginnen können (vgl. Min. 00:00, T: *Könnt ihr zu zweit reingucken*).⁸⁴

Die Eröffnungssequenz (vgl. Transkriptauszug 1120.1) zeigt, wie die Lernenden zu Beginn vorgehen.

Transkriptauszug 1120.1 – Eröffnungssequenz Fall 1120

- 0 00:00:01 T Gut, ich geb euch noch die Aufgabe. Könnt ihr zu zweit reingucken. Einmal durchlesen, bitte, und ich würd sagen, ich sag erst mal gar nichts, sondern ihr legt einfach zu viert los und guckt, wie weit ihr kommt.
- 0 00:15:03 T Ihr könnt natürlich gerne jederzeit fragen.
- 0 00:35:16 SN Also...
- 0 00:46:20 S4 (Wer will?).
- 0 00:48:10 Ss {lachen}
- 3.1a 00:49:05 S4 (Wir müssen eine Variable).
- 0 00:54:00 S1 Du musst lauter sprechen. Ich versteh dich nicht.
- 3.1c 00:55:05 S4 () (Wir müssen eine Variable nehmen). Für die Vogelspinnen am besten X-
- 3.1c 01:00:03 S1 // Ja.

In Bezug auf die Interaktionsstruktur ist bei der Eröffnungssequenz bemerkenswert, dass ein Lernender mit einem Gliederungssignal, *also*, beginnt und somit das Lehr-Lerngespräch als Schülergespräch eröffnet. Die nächste Schüleräußerung, *Wer will* (Min. 00:46, S4) zeigt an, dass alle Lernenden gleichberechtigt sind, und es nicht von Anfang an klar ist, wer die Gesprächsorganisation übernimmt. Die Äußerung von S1, *Du musst lauter sprechen. Ich versteh dich nicht* (Min. 00:54) gibt an, dass sie sich auf eine gemeinsame Besprechung einlassen und verstehen will, was S4 sagt.

Dass man eine solche Textaufgabe schriftlich löst und somit mindestens ein Lernender Protokoll schreibt, ist diesen Schülern und Schülerinnen ebenfalls klar. In Minute 01:58 sagt S1, was sie aufschreibt: S1: *Also. Noch mal probieren. Also ich schreib-*

⁸⁴ Die Lernenden der Gruppe 1120 haben schon je ein eigenes leeres Blatt vor sich, was die Lehrerin auch nicht verbietet, aber um die Textaufgabe zu lesen oder auf eine Formulierung der Textaufgabe hinzuweisen, haben sie nur ein gemeinsames Blatt.

Die Lernenden beginnen nach dem Lesen der Aufgabe den Problemlöseprozess damit, eine Variable zu benennen (Lösungsschritt 3.1, Mathematisierung vgl. Abschnitt 6.5.2). Dass sie mit einer Gleichung vorgehen müssen, scheint allen klar zu sein, und auch die Fragestellung wird nicht explizit erörtert. Sie lassen in der Besprechung die Lösungsschritte Textverständnis und Fragestellung vorerst einmal aus. Die Fragestellung wird in einer kurzen Sequenz noch thematisiert, also nachgeholt und für alle klar formuliert. (Min. 02:45:09 bis Min 02:51:28: S1: // *Also ist jetzt gefragt, wie viele Tiere da sind.* S2: *Ne, Tiere ist ja gegeben. Im Grunde genommen, öh//* S1: // *Ja, aber von jedem einzelnen.* S2: *Wir müssen herausfinden, wie viele- äh- Schmetterlingsraupen dass noch da sind. Und das ist ja- im Grunde genommen ist das ganz simpel, eigentlich, weil die- die...).*

Die Lernenden fragen während der ganzen Aufgabenbearbeitung ihre Lehrerin nicht nach Unterstützung, sie wollen es ohne die Unterstützung der Lehrerin schaffen, obwohl sie an einigen Stellen doch unsicher sind, etwas länger diskutieren und ihre Lösungsansätze einander begründen müssen. Die Lehrerin meldet sich ein einziges Mal, nämlich als die Gruppe an der Beingleichung „herumbastelt“ und S2 einen indirekten „Hilferuf“ absetzt (vgl. Min. 04:26, Transkriptauszug 1120.2). Sie veranlasst die Lernenden mit einer Nachfrage in Bezug auf die Aufgabelösung zu klarerem Denken. Diese Nachfrage der Lehrperson könnte man im Kodiersystem bzw. in den Fachbegriffen von Michaels et al. (2002) als „pressing for accuracy“ oder als „pressing for reasoning“ bezeichnen (vgl. Min. 04:33, Transkriptauszug 1120.2).

Transkriptauszug 1120.2

04:26:07	S2	Zu viele Köche verderben den Brei, // das ist schrecklich, du.
04:27:29	SN	// Ja.
04:29:29	T	Nein, es ist doch sehr gut.
04:31:25	SN	Mm- (//).
04:33:23	T	// Macht euch doch noch mal klar: wofür steht das X jetzt genau.
04:36:21	S4	Für die Vogelspinne.
04:38:14	T	// ().
04:38:14	S4	// Für die- für die Beine von der Vogelspinne.
04:40:18	Ss	Ne.
04:41:26	S1	Das- dann- das wär-
04:42:20	S2	X steht für die unbekannte Anzahl der Vogelspinnen, // die in der Tierhandlung sind.

Es ist wiederum die Bedeutung der Variablen, welche den Lernenden offensichtlich Mühe macht, wie bereits in mehreren Lehr-Lerngesprächen zu sehen

war, und die Lehrerin versucht die Lernenden mit ihrer Nachfrage dazu zu bringen, das untereinander zu klären.

Die Erarbeitung aller Lösungsschritte findet unter den Schülern und Schülerinnen gemeinsam statt: Sie diskutieren die Lösungsansätze untereinander, wie sich am Transkriptauszug 1120.3 nochmals exemplarisch aufzeigen lässt. Es ist wiederum die Bedeutung der Variablen, welche den Lernenden offensichtlich Mühe macht, wie bereits in mehreren Lehr-Lerngesprächen zu sehen war, und die Lehrerin versucht die Lernenden mit ihrer Nachfrage dazu zu bringen, das untereinander zu klären.

Transkriptauszug 1120.3

- 06:03:19 S4 [S1], normalerweise müssten wir für alle drei Tei- also für alle drei Tiere die gleiche Variable nehmen, das heisst-
- 06:10:04 SN Ja, kö-//
- 06:10:07 S1 // Nein, das geht ja schlecht.
- 06:11:06 SN Das geht nicht?
- 06:11:26 S2 Doch, das geht. Acht X- öh- plus zwölf X gleich vierhundertzweiunddreissig.
- 06:17:17 S1 // Nein, das geht nicht.
- 06:17:17 S3 // (hast) genauso viel Spinnen wie Raupen.
- 06:20:15 S1 Ja.
- 06:21:04 S2 Stimmt.

Die Idee, nur eine Variable zu nehmen trotz drei Tierarten, wird von allen Lernenden diskutiert und es wird auch begründet, warum es nicht geht (Min. 06:17, S3: *(hast) genauso viel Spinnen wie Raupen.*). Die Begründung ist mathematisch etwas mager, aber alle Lernenden haben sich damit beschäftigt und die Idee, nur eine Variable zu nehmen, abgelehnt (S1: *ja*. S2: *Stimmt*). Es ist nach wie vor die Bedeutung der Variable, welche einzelnen Lernenden unklar ist.

Da die Lernenden manch Richtiges gesagt haben und immer noch fleissig miteinander die Aufgabe diskutieren, hält sich die Lehrerin weiterhin zurück, Hilfestellungen zu geben. Sie meldet sich noch einmal zu Wort, und zwar um ihre Schüler und Schülerinnen zu loben. Minute 07:02:00, T: *Ich bin begeistert davon, wie gut ihr das macht*. Auch im Rückblick, welcher von der Lehrerin in Minute 09:20 veranlasst wird, geht es mehr um die Interaktionsart als um die Aufgabenstellung. S2 beklagt sich ein weiteres mal über die Gruppengrösse (Min. 09:58:06, S2:// *Ja, dann- dann lös- drei Leute, du sitzt hier, drei Leute haben irgendwelche Formeln, du hast deine eigene Formel, und du kommst total durcheinander.*). Die Lehrerin lobt zwei Lernende in dieser Sequenz und alle Lernenden nochmals

explizit am Ende der Kerzenaufgabe, welche die Schüler und Schülerinnen nach der Kopf-Beine-Aufgabe ebenfalls erledigen. Diese Interaktion der Gruppe 1120 zeigt, wie es ist, wenn sich die Lehrperson wirklich zurückziehen kann: Es ist ein ideales Beispiel, um den Begriff des Fading der Lehrperson (Collins, Brown & Newman, 1989; Collins, 2006; Reusser, 1995) zu illustrieren. Das Abschneiden dieser Lernenden bei der zusätzlichen Aufgabe ist im Vergleich zu anderen Gruppen sehr gut (6 – 3 – 3 – 4 Punkte = 16 Punkte). Es ist zu vermuten, dass diese Lernenden schon gut darin trainiert sind, solche Aufgaben zu lösen, und es auch während den Klassenlektionen oft in Gruppen machen.

7.6.2 Steckbrief des Falles 1208

Gruppe 1208: 11.5 Minuten; zwei Schülerinnen (S1, S2) und zwei Schüler (S3, S4); Lösungsweg XY; Aufgabe 2; **80 % der Wörter von der LP; 3 % Peerinteraktion**; 5 Punkte bei der zusätzlichen Aufgabe.

Der ältere, ruhig und gelassen wirkende Lehrer scheint seine Lernenden zu mögen, denn er versucht sie schon von Anfang an zu beruhigen und zu motivieren. Er äussert dies jedoch auf eine zweideutige Art und Weise. Er geht nämlich zu Anfang auf eine nicht ganz verständliche Schüleräusserung ein, warum gerade diese Lernenden ausgewählt worden sind, in dem er lachend-ironisch etwas über Schwererziehbare äussert (Min. 00:00, SN: (...), T: *Klasse für Schwererziehbare*). Wie das auf die Lernenden wirkt, kann nicht erkannt werden. Es wird nicht ersichtlich, ob sie die Ironie in seiner Bemerkung tatsächlich als ironisch wahrnehmen. Es ist zu vermuten, dass dieser Einstieg für das Selbstbewusstsein der Lernenden nicht nur positive Auswirkungen hat, obwohl die Intonation (im Video) für den aussenstehenden Betrachter witzig und nicht ernst gemeint wirkt. Der Lehrer meint es sicherlich nicht böse, denn er bedankt sich schon zu Anfang bei seinen Schülern und Schülerinnen dafür, dass sie *dageblieben* sind (Min. 00:35, T: *Wir lassen jetzt keine Hektik aufkommen, auch wenn es ein bisschen später geworden ist, ich finde es nämlich toll, dass ihr da geblieben seid*). Auch sein fachlicher Einstieg in die Aufgabenlösung soll motivierend wirken. In seiner Unterstützerfunktion als Lehrperson sagt er nämlich, dass die Formulierung von Textaufgaben oft ein wenig kompliziert ist (Min. 01:15, T: *Da stehen immer solche langen (Stories), gell, und man weiss- // man weiss nicht- man weiss nicht, was letztendlich wichtig ist da dabei.*). Es liegt also nicht am Unverständnis seiner Lernenden, sondern an der Formulierung der Textaufgaben, wenn man nicht sofort weiss, was zu tun ist. Zudem motiviert er die Lernenden, indem er

die erste Schüleräußerung stark lobt. Der Einstieg in die Aufgabenbearbeitung ist im Transkriptauszug 1208.1 wiedergegeben.

Transkriptauszug 1208.1

- 00:46:29 T Gut; lest euch zunächst einmal die Aufgabe durch und vielleicht hat ja einer von euch schon eine Idee, wie man an die Aufgabe rangehen könnte.
- 01:15:00 T Da stehen immer solche langen (Stories), gell, und man weiss- // man weiss nicht- man weiss nicht, was letztendlich wichtig ist da dabei.
- 01:18:05 S4 // {lacht}
- 01:23:03 S3 Also Schnecken haben ja keine Beine, oder?
- 01:25:27 T Erste wichtige Information, die der [S3] gerade mit eingebracht hat. Eine Schnecke hat keine Beine. Aber- //
- 01:32:17 S3 // (Ein Huhn- Hühner haben zwei).
- 01:33:28 S1 Aber- Hühner- öh-
- 01:35:22 T Ja, zwei, und-
- 01:37:19 S1 Hühner haben zwei Beine und Kaninchen vier.
- 01:39:13 T Vier. Wollen wir das einfach vielleicht mal (gerade) aufschreiben?...
Machen wir für die Schnecke S und die Kaninchen K und für die Hühner H. (Man braucht) nicht immer alles ausschreiben.
- 01:54:03 T Aber das ist toll, [S3], dass du gleich da erkannt hast, weil an dem scheiterts oft, gell, dass man-

Der Lehrer positioniert den Schüler S3 als Autor eines guten Gedankens. Dies macht er in Minute 01:25 mit dem expliziten Lob, also auf emotionaler Ebene, T: *Erste wichtige Information, die der [S3] gerade mit eingebracht hat*, und dem Revoicing der Schüleräußerung, also auf fachlicher Ebene, T: *Eine Schnecke hat keine Beine*. Durch die Betonung des Lehrers auf der Sachebene gehen die Lernenden gleich weiterhin auf die Anzahl der Beine ein. Mit seinen Äußerungen in Minute 01:39 lobt der Lehrer die Erkenntnisse der Lernenden nochmals implizit, indem er sie des Aufschreibens für würdig hält, T: *Wollen wir das einfach vielleicht mal (gerade) aufschreiben?*. Danach steigert er nochmals das Lob für den Schüler S3 (Min. 01: 54, T: *Aber das ist toll, [S3], dass du gleich da erkannt hast, weil an dem scheiterts oft, gell*).

Im restlichen Teil des Kleingruppenunterrichtsgesprächs kommt es nicht mehr oft zu solchen Positionierungen der Lernenden. Dies liegt daran, dass der Lehrer im Grunde genommen die Aufgabe nahezu selbst löst, indem er mit kleinschrittigen Fragestellungen und stark vorstrukturiertem Vorgehen die Lernenden zur Lösung der Aufgabe anleitet. Er übernimmt zudem sehr oft auch die Rolle des Kreators, indem er gleich selbst den nächsten Lösungsschritt sagt. Der Transkriptauszug 1208.2 soll das exemplarisch aufzeigen.

Transkriptauszug 1208.2

- 03:55:24 T Aber wir wissen nicht, wie viel es sind. Aber wenn wir mal für die Kaninchen X und für die Hühner Y nehmen? Könnten wir dann eine Gleichung aufstellen?
- 04:12:08 T Mit dem, was da drin steht.
- 04:22:16 S1 X minus vier und Y minus zwei.
- 04:26:06 T Was möchtest du da machen?
- 04:28:04 S1 Ja, (die vier Beine und die zwei Beine).
- 04:30:18 T () (rausreißen), // abziehn. {lacht}
- 04:31:25 S1 // Ja. {lacht} (Sozusagen).
- 04:35:16 T Aber wenn man die Köpfe mal addieren würde, die Köpfe von den Kaninchen, das wären X, die Köpfe von den Hühnern wäre Y, und wenn man die addiert, was kommt dann raus?

Der Lehrer schlägt selbst den Lösungsweg vor: Er verteilt die Variablen selbst und sagt, dass man damit eine Gleichung machen soll. Die Schülerin S1 versteht das Vorgehen des Lehrers nicht und schlägt «irgendeine» Gleichung vor (Min. 04:22, S1: *X minus vier und Y minus zwei.*). Sie hat die Bedeutung des Setzens von Variablen nicht verstanden und geht – vermutlich – auf die unterschiedliche Anzahl Beine ein. Der Lehrer fragt kurz nach, warum sie das macht, geht dann aber nicht wirklich auf ihre Fehlinterpretation ein, sondern erklärt ganz ruhig, wie man es richtig machen muss (Min. 04:35, T: *Aber wenn man die Köpfe mal addieren würde, die Köpfe von den Kaninchen, das wären X, die Köpfe von den Hühnern wäre Y, und wenn man die addiert, was kommt dann raus?*).

Dasselbe Verhalten dieses Lehrers kann man auch im Transkriptauszug 1208.3 erkennen, bei dem es darum geht, dass der Schüler S4 etwas Falsches aufgeschrieben hat. Er hat die Kopfgleichung nicht verstanden.

Transkriptauszug 1208.3

- 05:23 T [...] Aber eine Gleichung- gut, guckt- der [S4] hat es noch nicht so schön geschrieben wie- wie ihr.
[Notizblatt S4:
Kaninchen: $x = 35$
Hühner: $y = 35$]
- 05:32 T [zu S4] Du müsstest schreiben X plus Y gleich fünfunddreissig. Nicht X ist fünfunddreissig und Y. Dann wärs ja insgesamt siebzig. X plus Y gleich fünfunddreissig.
- 05:44 T Du schreibst jetzt brav. Hast du es auch verstanden?
- 05:46 S4 Jaja, {lacht}.

05:47 T Okay. Also. Jetzt kann man aber so eine Gleichung mit zwei Unbekannten nicht lösen. Jetzt könnte man aber- man weiss jetzt, dass vierundneunzig Beine da sind. ... Die Schnecken-

Der Lehrer sagt dem Schüler S4, was er aufschreiben muss (Min. 05:32 *Du müsstest schreiben X plus Y gleich fünfunddreissig*). Danach fragt er noch nach, ob S4 es verstanden hat aber er fragt den Lernenden nicht nach einer Erklärung oder Begründung für die Kopfgleichung $x + y = 35$, sondern er begnügt sich mit dem schlichten *jaja*, des Schülers.

Das kleinschrittige und vom Lehrer vorstrukturierte Lösen der Aufgabe geht im gleichen Stil weiter. Eine andere kurze Lehreräusserung macht das deutlich: Minute 08:45, T: *Also dann gebe ich euch einen Tipp, wie das war, [...] es ist besser, beides nach Y mal aufzulösen. Na? Y ist gleich-*. Der Lehrer gibt sehr schnell Tipps, wie man es am besten macht, ohne die Lernenden selbst auf Irrwege kommen zu lassen oder selbst untereinander über Lösungswege diskutieren zu lassen. Es ist auch anzumerken, dass der Lehrer seine Tipps nicht fachlich begründet.

Zur Partizipationsstruktur kann gesagt werden, dass alle Lernenden auf die eine oder die andere Art berücksichtigt werden. Die Lernenden S1 und S3 sagen am meisten Wörter und sind auch diejenigen, welche ab und zu Kreatoräusserungen machen; der Lernende S4 wird von der Lehrperson oft unterstützt. Ein Austausch der Lernenden untereinander wird jedoch nie angeregt, und Ansätze von den Lernenden dazu werden vom Lehrer nicht wahrgenommen. Dies zeigt sich etwa im Transkriptauszug 1208.4.

Transkriptauszug 1208.4

07:33:03	T	(Bist du fertig?) Jetzt müssen wir dem [S4] noch mal rasch ein wenig helfen.
07:37:01	S4	Wieso denn?
07:38:00	T	Ja, du (müsstest jetzt die zweite)- // die zweite- die zweite- die zweite Gleichung brauchst du jetzt noch.
07:39:06	S4	// {lacht} (Gleichung).
07:43:14	T	Also das ist die Beine- // das ist die- die Kopfgleichung. Ja?
07:44:19	Ss	// {lachen}
07:47:19	S4	Ja.
07:48:06	T	Köpfe von den Kaninchen plus Köpfe von den Hühnern sind fünfunddreissig. Beine von den Kaninchen- also vier X-
07:57:08	S4	Vier X.
07:59:10	T	Plus Beine von den Kaninchen.

08:02:09	S1	Zwei Y.
08:03:08	T	Aeh, von den- von den Hühnern, Entschuldigung. Ja, // so. Sind wieviel insgesamt?
08:05:19	S4	// Zwei Y.

Der Lehrer sagt zwar als Sprecher für die ganze Gruppe, dass sie dem Schüler S4 noch helfen sollten (Min. 07:33, T: *Jetzt müssen wir dem [S4] noch mal rasch ein wenig helfen*), aber es ist wiederum nur der Lehrer selbst, welcher hilft, obwohl die beiden Schülerinnen S1 und S2 zuhören und mitdenken, was sich im Transkript an der Äusserung von S1 in Minute 08:02 zeigt, wo sie einen Flüchtigkeitsfehler des Lehrers erkennt und korrigiert, was auch bei der Betrachtung des ganzen Videoabschnittes ersichtlich ist.

Obwohl das Weitergeben des Lösungsprozesses an die Lernenden an mehreren Stellen verhältnismässig leicht hätte gemacht werden können, wird ein Austausch der Lernenden untereinander nicht angeregt. Bei Lösungsschritt 4, dem Lösen der Gleichung, nimmt der Lehrer das Lösungsblatt von S1, um den beiden Knaben nochmals aufzuzeigen, wie es gemacht werden soll (vgl. dazu auch Tabelle 7.1). Während er das Blatt von S1 nimmt, sagt er, dass er genauso gut auch dasjenige von S2 hätte nehmen können. Er positioniert folglich das Lösungsvorgehen der beiden Schülerinnen positiv, kommt jedoch nicht auf die Idee, es die Schülerinnen selbst den Knaben erklären zu lassen. Dieses Vorgehen scheint folglich nicht im Repertoire dieser Lehrperson zu sein oder er traut es seinen Schülerinnen nicht zu.

Positiv zu bemerken ist, dass der Lehrer beim Auflösen der Gleichungen wiederum die Lernenden mehrmals lobt. Das Lob ist seine emotionale Unterstützung. Beim Lösungsschritt 4a, Auflösen der Gleichungen, vermutet er, dass S3 und S2 sich nun wieder gut daran erinnern, wie es geht (Min. 09:49, T: *Ja, ich glaube, bei dir [zu S3] kommt es auch so langsam wieder. Gell, wenn- du erinnerst dich noch, wenn du die zwei Gleichungen unterstreichst und so-(wie ging es dann nachher weiter? und Min. 10:36, T: Ich glaube, die [S2] erinnert sich jetzt wieder richtig, wie das damals gegangen ist, ne?)*).

In Bezug auf den vollständigen Problemlöseprozess lässt sich festhalten, dass die Aufgabe Nr. 2 in dieser Gruppe nicht vollständig fertig gelöst wird. Die Schüler und Schülerinnen hören in der Mitte des Gleichungslösens auf, weil der Lehrer noch die Kerzenaufgabe mit seinen Lernenden ansprechen will. Es wird folglich kein Antwortsatz hingeschrieben und kein Rückblick gemacht. Es ist somit nicht klar, wie viele der vier Lernenden auf das Ergebnis kommen würden,

wenn sie Zeit genug gehabt hätten. Auf den Notizblättern steht bei keinem der Lernenden eine Ergebniszahl (vgl. Abbildung 7.51).

Notizen S4 [...] $x + y = 35 \quad /-x$ $y = 35 - x$ $2y = 94 - 4x$	Notizen S1 [...] $y = 35 - x$ $y = 47 - 2x$
Notizen S3 [...] $y = 35 - 4$ $y = 47 - 4x$	Notizen S2 [...] $y = 35 - x$ $y = 47 - 2x$

Abbildung 7.51 Notizblätter der Lernenden der Gruppe 1208 am Ende der Kopf-Beine-Aufgabe

Es ist stark zu vermuten, dass nicht alle Lernenden einen korrekten Lösungssatz – oder zumindest die Lösungszahlen – ohne weitere Hilfe des Lehrers hinbekommen hätten. Das Abschneiden dieser Lernenden bei der zusätzlichen Aufgabe ist im Vergleich zu anderen Gruppen sehr schwach (1 – 2 – 2 – 0 Punkte).

7.6.3 Steckbrief des Falles 1218

Gruppe 1218: 11.5 Minuten; drei Schüler (S1, S2 und S4) und eine Schülerin (S3); Lösungsweg XY; Aufgabe 1; 36 % der Wörter von der LP; **56 % Peerinteraktionen**; 15.5 Punkte bei der zusätzlichen Aufgabe.

Diesem Lehrer ist sowohl die Gruppenarbeit als auch die fachliche Vorgehensweise wichtig. In seiner Eröffnungssequenz macht er die Lernenden zuerst darauf aufmerksam, dass sie eine Gruppe sind (Min. 00:22, T: *Ihr kennt den Unterschied zwischen der Arbeit in der Gruppe und der Einzelarbeit, nicht? Also, ihr sollt zusammen das erarbeiten, euch gegenseitig fragen, helfen und weiterbringen.*), dann gibt er ihnen etliche Hinweise zur Aufgabenlösung: Er nennt Fachbegriffe, welche bei ihrem Lösungsprozess vorkommen sollten (Gleichungssystem; Verfahren) und erwähnt Vorgehensarten (Informationssammlung; Einsetzungsverfahren), die angewandt werden können. (Min: 00:34, T: *Ich habe hier eine sogenannte Kopf-Bein Aufgabe, es ist *eine* etwas andere Aufgabe als die heute Vormittag, als Hilfe geb ich euch noch mit, es gibt nicht nur eine Gleichung mit einer Unbekannten,*

*ehm, hier wird *wahrscheinlich* so rauslaufen, dass ihr auf ein Gleichungssystem kommt. Wisst ihr noch, was das ist? SN () T: Dass wir zum // Beispiel S4//() TJa, da gibt es so Verfahren, // Gleichsetzungs-, Einsetzungs- [...] Ja, also ihr habt da zum Beispiel erstes, zweitens zwei Gleichungen und dann // das Verfahren S2: // (Ach so) einsetzen (die erste in die zweite einsetzen), T: *Nicht*, aber, im Prinzip das Informationssammeln, wie eh-, heute Morgen gelernt, ist wieder das gleiche, *nicht*? Ich geb euch jetzt mal die Aufgabe, und versucht *das* zusammen zu erarbeiten.). Die Eröffnungssequenz dieses Lehrers ist erstaunlich lang, nämlich eine ganze Minute, da er in Kurzform den Lernenden in Erinnerung ruft, wie das Lösen eines Gleichungssystems geht. Nach seinem «Input» kann sich der Lehrer tatsächlich in weiten Teilen vom Problemlöseprozess zurückziehen. Die Lernenden lösen die Textaufgabe ko-konstruktiv in einem ausgewogenen Polylog unter sich, wobei der Lehrer wenige, aber sehr gezielte Nachfragen stellt. Seine Unterstützung besteht z. B. im Strukturieren der Äusserungen der Lernenden. Er zwingt sie, sich zu vergegenwärtigen, was sie schon haben (vgl. den Transkriptauszug 1218. 1).*

Transkriptauszug 1218.1

- | | | | |
|------|----------|----|---|
| 2c | 03:22:03 | S1 | (Ja, fünfunddreissig Tiere) |
| 2b | 03:26:26 | S2 | Ja, das ist auch klar, aber, wir wissen ja nicht, wieviel ha-, wie viele Kaninchen, // Wie viele Hühner |
| 2c | 03:32:27 | SN | // () |
| 2c | 03:32:27 | SN | // () |
| 2c | 03:37:27 | SN | () |
| 3.2b | 03:39:19 | T | Wie komm ich auf die fünfunddreissig, woraus setzen die sich zusammen, die Anzahl der Hühner plus Anzahl der Kaninchen. |
| 3.2b | 03:44:02 | S1 | Ja. |
| 3.2b | 03:44:15 | T | Also? |
| 3.2b | 03:45:23 | S2 | X // plus Y ist fünfunddreissig |
| 3.2b | 03:46:10 | S1 | // X plus Y ist fünfunddreissig . |

Dadurch dass der Lehrer die Gedanken der Lernenden mit seiner Frage fokussiert, kommen gleich zwei Schüler auf die Kopfgleichung.

Der Lehrer macht seine Lernenden auch auf gewichtige Fehler aufmerksam, welche (wohl) immer wieder vorkommen (vgl. Transkriptauszug 1218.2).

Transkriptauszug 1218.2

- 3.2b 04:37:11 S3 Oben sind die Köpfe, also wieviel von jedem, und unten die Beine-
- 4 04:41:29 SN Ja, jetzt machen wir Einsetzungsverfahren.
- 3.2c 04:44:08 T Stopp mal, stopp mal, kann das, eh-, logisch sein, dass einmal X plus Y fünfunddreissig ist, und das zweite Mal das gleiche X plus Y vierundneunzig?
- 3.2c 04:51:22 S2 Nein, nein, // das ist X, X muss ein halb sein, oder?
- 3.2c 04:52:13 SN // Nein, das ist ein-, (muss man)
- 3.2c 04:55:16 T Warum?
- 3.2c 04:56:14 S3 // Oder Y () zwei
- 3.2c 04:57:06 SN // () zwei
- 3.2c 04:58:27 T Ja halt, noch mal,
- [...]
- 3.2b 05:02:09 T Halt *nein*, stopp mal, vielleicht war der Fehler schon, dass ihr nur Kaninchen geschrieben habt, was vom Kaninchen ist das X?
- 3.2c 05:08:19 S3 Füße.
- 3.2c 05:09:18 S4 Füße.
- 3.2b 05:09:25 T Die **Anzahl** der Kaninchen.
- 3.2b 05:11:00 SN Ja.
- 3.2b 05:11:04 S4 (Ja) die Anzahl ().

Im Transkriptauszug 1218.2 erkennt man, dass der Lehrer auf einen Fehler aufmerksam macht, auf eine «Unlogik», aber nicht selbst die Lösung bringt. Er überlässt es den Lernenden, hier weiterzudenken. Da es den Lernenden jedoch nicht gelingt, auf eine logische Lösung zu kommen, bremst er die Gedankengänge seiner Gruppe nochmals und fragt, was die Variable X bedeutet (Min. 05:02).

Der Lehrer ist bei den Lösungsansätzen seiner Lernenden immer präsent, aber er überlässt ihnen sowohl die Mehrzahl der Äusserungen (88 %) und der Wörter (64 %) als auch die inhaltliche Problemlösung im Grossen und Ganzen, wie auch die Häufigkeitsaufzählungen gezeigt haben (vgl. Abschnitt 7.1.2, Tabelle 7.4 und Tabelle 7.6).

Am Schluss macht er sie auf die Probe aufmerksam und er fragt dann seine Lernenden explizit, wie der Lösungsprozess und die Gruppenarbeit vor sich gegangen sind (vgl. Transkriptauszug 1218.3).

Transkriptauszug 1218.3

- 6 11:20:22 T Ja, wie schätzt ihr die Aufgabe ein, war sie leicht oder schwer? Hab ich euch zu viel verraten?
- 6 11:25:13 SN *Nein* es ging.
- 6 11:26:19 SN Sie haben () // gesagt.
- 6 11:27:05 SN // ()
- 6 11:27:23 T Ja, hätte das jeder von euch einzeln auch lösen können?
- 6 11:30:13 S3 // Nicht ganz.
- 6 11:31:10 SN Ja.
- 6 11:31:10 S1 // (Ne, das wär schwerer)
- 6 11:31:21 S3 Also ich wusste, was vielleicht was, was der [S1] nicht wusste, oder er wusste was, was ich nicht wusste, es wär -// ...also-
- 6 11:35:27 S1 // Wir haben uns gegenseitig ergänzt.
- 6 11:37:26 T Mhm...gut, und trotz-, dass kein Einser- oder Zweier Schüler am Tisch sitzt. Könnt ihr das trotzdem gemeinsam schaffen.
- 6 11:45:19 S3 Ja.

Die Schülerin S3 formuliert, dass sie sich gegenseitig ergänzt haben, den Lernenden ist auch bewusst, dass ihnen eine gute Interaktionskultur auch für das Fachverständnis nützt. Das Abschneiden bei der zusätzlichen Aufgabe ist im Vergleich zu anderen Gruppen recht gut ($6 - 4 - 3 - 2.5 = 15.5$ Punkte). Leider können die Aufgabenblätter nicht mehr den einzelnen Lernenden zugeteilt werden.

7.6.4 Steckbrief des Falles 1223

Gruppe 1223: 10 Minuten; zwei Schüler (S1, S2) und zwei Schülerinnen (S3, S4), Lösungsweg X; Aufgabe 3; 75 % der Wörter von der LP; 2 % Peerinteraktionen; 9 Punkte bei Transferaufgabe.

Diese Gruppe sitzt wie die meisten anderen Gruppen in Begleitung der Lehrperson an einem Vierertisch. Dennoch kann dieses Unterrichtssetting vom Typus her als «Kleinklassenlektion» bezeichnet werden. Der Redeanteil der Lehrperson ist sehr gross und es findet nahezu kein direkter Austausch zwischen den Schülern und Schülerinnen statt. Nachdem die Lernenden kurz – etwa zwei Minuten – die schwierigste Aufgabe 3 gelesen und sich etwas auf ihren Notizblättern notiert haben, leitet der Lehrer seine Lernenden mit seinen im fragend-entwickelnden Unterrichtsstil gestellten engen Leitfragen zur Textaufgabenbearbeitung mit einer

Gleichung an. Es ist hauptsächlich ein Frage-Antwort-Spiel, welches in sehr vielen Turnwechseln als I-R-E-Struktur (Initiation, Response, Evaluation, vgl. Mehan, 1979) beschrieben werden kann. Überspitzt könnte man diesen Kleingruppenunterricht so beschreiben, dass der Lehrer die Aufgabe alleine löst, denn er gibt seinen Schülern und Schülerinnen sehr viel vor, d. h. nimmt sehr viele potentielle Problemstellungen schon vorweg. Dies lässt sich etwa an folgendem Transkriptauszug zeigen: T: *Sechsendsechzig minus drei X, genau. *Das* müssen wir dann natürlich in Klammern setzen, *nicht*? ... So, jetzt gucken *wir einmal*, Beine, es sind doppelt so viel(e) () {murmelt} Alle Tiere haben zusammen vierhundertzweiunddreissig Beine...jetzt brauchen wir eine Gleichung. (Min. 06:30:17). Er bestätigt hier die Stichwortaussage eines Lernenden, ergänzt einen wichtigen mathematischen Aspekt (*in Klammern setzen*) und sagt schon, wie sie da weiterfahren können: Man muss etwas mit den Beinen machen und dazu eine Gleichung aufstellen. Der Lehrer überlässt den Lernenden keine Initiierung des Lösungsweges. Positiv angemerkt werden kann, dass diese Gruppe die schwierigste Aufgabe löst. Die Ergebnisse dieser Lernenden bei der zusätzlichen Aufgabe sind im Mittelmaß ($3 - 2 - 2 - 2 = 9$ Punkte).*

7.6.5 Steckbrief des Falles 2102

Gruppe 2102: 11 Minuten; zwei Schüler (S1, S2) und zwei Schülerinnen (S3, S4); Lösungsweg X; Aufgabe 2; 64 % der Wörter von der LP; 10 % Peerinteraktionen; **2 Punkte bei der zusätzlichen Aufgabe.**

Bei dieser Lehrperson-Lernenden-Interaktion fällt zunächst auf, dass die Schüler und Schülerinnen auf Textverständnis- und Alltagswissenschwierigkeiten fokussiert sind: So glaubt eine Schülerin, dass «Kaninchen» der Nachname von Livia ist. Die Gruppe unterhält sich auch mehrmals über die Anzahl der Kaninchenbeine. In Bezug auf die Interaktionsstruktur stellt man bei der Analyse fest, dass der Lehrer jede Äusserung der Lernenden sofort wertet: Es findet ein typisches I-R-E-Gespräch statt (Initiation, Response, Evaluation, vgl. Mehan, 1979), so dass die Lernenden nicht untereinander diskutieren können. Vermutlich sind sie es auch nicht anders gewohnt, wie ihre Körperhaltung deutlich macht: Jeder und jede Lernende ist über sein/ihr Notizblatt gebeugt. Der Lehrer wirkt teilweise recht nervös und versucht immer wieder, die Aufgabe für die Lernenden zu vereinfachen, indem er sehr viele enge Fragen stellt (Min. 05:31, T: *Dann...jetzt wo wir- auf wie viel kommt man, wenn man Hühner, also Beine und Kaninchenbeine zusammenzählt?*). Der Lehrer bringt wenig Erklärungen ins Unterrichtsgespräch

ein, sondern nur Beispiele. Das Abschneiden dieser Lernenden ist bei der zusätzlichen Aufgabe im Vergleich zu anderen Gruppen sehr schlecht (1 – 1 – 0 – 0 Punkte). Diejenigen Lernenden, welche einen Punkt erhalten haben, haben mit X einen der Kinderwagentypen bezeichnet, die anderen haben X für ein Rad genommen. Keine/r der Lernenden hat gemerkt, dass die Anzahl der Zwillingskinderwagen schon angegeben ist. Zur Erinnerung: Die zusätzliche Aufgabe lautete folgendermassen:

In einem Kindergeschäft sind Kinderwagen mit 3 und solche mit 4 Rädern ausgestellt. Es gibt auch einen Zwilling-Kinderwagen mit 6 Rädern. Total sind es 23 Kinderwagen mit insgesamt 81 Rädern.

Man muss am Ende festhalten, dass dieser Kleingruppenunterricht nicht zu einem nachweislichen Lernen geführt hat.

7.6.6 Steckbrief des Falles 2103

Gruppe 2103: 20 Minuten; zwei Schüler (S1, S2) und zwei Schülerinnen (S3, S4); **Aufgabe 1 (10 Minuten) und Aufgabe 3 (10 Minuten)**; Lösungsweg X; 72 % der Wörter von der LP; 13 % Peerinteraktionen; 9 Punkte bei der zusätzlichen Aufgabe (Aufgabe Nr.1).

Die Interaktion dieser Gruppe kann als «lehrpersonengeleitete Gruppenarbeit» bezeichnet werden. Die Gruppe sitzt mit der Lehrerin an einem Gruppentisch und sie sprechen schweizerdeutsch, was in der Schweiz für Klassengespräche eigentlich verboten wäre und demnach auf ein eher informelles oder persönliches Setting hinweist. Die Lehrerin leitet und strukturiert jedoch das Lehr-Lerngespräch während der ganzen Zeitdauer stark. Am Anfang liest sie selbst die Aufgabenstellung vor, überlässt dann aber den Lernenden die Initiierung des Lösungsweges, indem sie eine offene Frage stellt (Min. 00:26, T: *Wie würdet ihr jetzt hier einmal starten? Sie zu lösen?*). Die Lernenden könn(t)en in Bezug auf das Fachgespräche eine substanzielle Rolle spielen. Dies ist einer der Gründe, warum diese Situation als «Gruppenarbeit» und nicht als «Kleinklassengespräch» bezeichnet wird. Während den darauffolgenden zwei Minuten werden einige (nicht zum Ziel führende) Lösungswege (Sackgassen) von den Lernenden angedacht: Min. 00:36:28, S4: *Also die Beine einmal geteilt durch sechs, also weil die Hasen vier Beine und die Hühner zwei Beine. Einmal aufteilen.* Oder Min.

01:33, S1: *Ich würde vielleicht vierundneunzig durch ... fünfunddreissig. ... oder?*). Da kein zielführender Weg zustande kommt, übernimmt die Lehrperson wieder die Führung und will „mit System“ vorgehen. Dies macht sie den Lernenden auch in einer Äusserung klar: Min. 02:30: T: *Versuchen wir doch wieder einmal ein bisschen mit System an diese Aufgabe () wie heute morgen und versuchen wir doch einmal -ehm- ... denn eigentlich das Ziel ist es, eine Gleichung aufzustellen. Hm* und vielleicht wäre auch da viel- ja ein guter Weg, wir würden versuchen eine Tabelle auf-zustellen und einmal etwas müssen wir mit X bezeichnen.* Das System der Lehrerin, welches sie in der Klassenstunde vor dieser tutoriellen Situation eingeführt oder den Lernenden wieder in Erinnerung gerufen hat, ist es, zuerst eine Tabelle mit den gegebenen Informationen zu erstellen, dann daraus etwas mit einer Variable zu bezeichnen. Dies führt schliesslich zu einer Gleichung. Die Lehrerin gliedert ab dieser Sequenz den Problemlöseprozess den (regulären) Lösungsschritten nach, indem sie Leitfragen stellt (z. B. in Min. 06:44: T: *Gut, und wie kommen wir jetzt auf die Gleichung*). Da jedoch die Lernenden ab und zu von sich aus etwas fragen (Selbstwahl) (z. B. Min. 07:42:24, S3: *Also wie?*), kann die Interaktion weiterhin als Gruppengespräch bezeichnet werden, obwohl nahezu kein Peeraustausch unter den Lernenden stattfindet. In Bezug auf die Aufgabebearbeitung muss noch gesagt werden, dass die Fragestellung nicht thematisiert wird. Erst bei der Formulierung des Antwortsatzes bemerkt die Lehrerin, dass es keine Fragestellung in der Aufgabenformulierung hat, dass sie aber dennoch, neben der Anzahl der Hühner gerne die Anzahl der Kaninchen erfahren würde.

Speziell an dieser Gruppenarbeit ist, dass sowohl die Aufgabe 1 als auch die Aufgabe 3 besprochen und gelöst wird. Es machen einige Gruppen zwei Aufgaben, aber die meisten wechseln zur Kerzenaufgabe, welche keine Kopf-Beine-Aufgabe ist und somit auf eine etwas andere Art gelöst werden muss. Diese Gruppe löst zuerst die einfachste, dann die schwierigste Kopf-Beine-Aufgabe. Nun fragt man sich, ob die Gruppe bzw. die Lehrerin ihren Unterrichtsstil ändert: Es wäre möglich, dass sie nach der ausführlichen Unterstützung der Lernenden bei der ersten Aufgabe den Lernenden beim Lösen der zweiten Aufgabe mehr Freiraum lässt. Dem ist nicht so. Die Gruppe löst die Aufgabe 3 mit derselben Problemlösetechnik (was zu erwarten und lerntechnisch sinnvoll ist) und auch im selben Interaktionsstil, denn die Lehrerin stellt wiederum dieselben Leitfragen: Wie stellt man die Tabelle auf? Was bezeichnet man als X? (Vgl. Transkriptauszug 2103.1).

Transkriptauszug 2103.1

- 2d 10:14:09 T *Genau. Also -eh- dann würden wir doch versuchen, auch bei dieser Aufgabe eine Tabelle aufzustellen. Wie gestaltet ihr diese?* [S4 meldet sich.]
- 2d 10:30:18 S1 Schmetterlinge und Vogelspinnen.... und Schlangen auch.
- 2d S4 Ja, und wer wie viele Beine hat, und was für Tiere es hat.
- 2c 10:37:10 T *Ja, also. Gut wir haben drei Sorten von Tieren.
- 3.1c 10:37:10 T Was nehmt ihr jetzt eigentlich einmal X, welche Grösse?*

Die Lehrerin schlägt wiederum vor, dass man eine Tabelle aufstellt. Der Anfang scheint gut zu gelingen, da die Lernenden gut auf den Vorschlag mit der Tabelle eingehen können. Der Interaktionsstil ändert sich nicht grundlegend, jedoch hat die Häufigkeitsauszählung gezeigt, dass die Lernenden bei der Aufgabe 3 etwas mehr ganze Sätze sprechen und somit etwas weniger nur die Stichwortgebenden sind (38 % ganze Sätze in Aufgabe 1 und 49 % ganze Sätze in Aufgabe 3).

Der Problemlösevorgang braucht jedoch wiederum zehn Minuten. Da diese Aufgabenstellung schwieriger zu berechnen ist, weil es grössere Zahlen sind und wirklich drei Tierarten berechnet werden müssen, dauert der Rechenvorgang (Lösungsschritt 4, vgl. Abschnitt 6.5.2) gefühlsmässig für die Beteiligten sehr lange, so dass die Lehrerin nach 4 Minuten «ausrechnen» betont, dass es am wichtigsten ist bei diesem Problemlöseprozess, dass die Lernenden den Vorgang verstanden haben, wie man zu einer Gleichung kommt. (Min. 19:15, T: *Aber wichtig wäre hier, dass ihr- also nicht die Ausrech- nicht die Ausrechnung in erster Linie, sondern dass ihr den Weg verstanden habt. Die Gleichung. //Ist -ist das gut?*).

Das Abschneiden der Lernenden bei der zusätzlichen Aufgabe ist im Vergleich zu anderen Gruppen nur mittelmässig ($0 - 0 - 3 - 6 = 9$ Punkte). Da diese Lernenden zusammen mit der Lehrerin zweimal (!) den Lösungsweg durchschritten haben und sie für die zusätzliche Aufgabe die einfachste Variante lösen mussten, wäre ein besseres Abschneiden zu erwarten gewesen. Positiv angemerkt werden kann, dass eine Schülerin den Weg verstanden hat und auch auf die richtigen Ergebnisse kommt und die andere Schülerin zumindest drei Terme richtig erstellt. Sie kommt jedoch nicht auf eine sinnvolle Gleichung. Die beiden Schüler haben leider nichts nachvollziehbar Verwertbares auf ihren Aufgabenblättern zur zusätzlichen Aufgabe aufschreiben können. Sie haben die Idee der Variablen immer noch nicht verstanden: Sie addieren jeweils bei der Variablen x Zahlen hinzu für die Räder statt zu multiplizieren ($x + 1$ oder $x + 3$ und $x + 4$).

7.6.7 Steckbrief des Falles 2104

Gruppe 2104: **6 Minuten**; Setting: stehend **frontal vor der Wandtafel**; **keine schriftlichen Notizblätter** vorhanden; eine Schülerin (S1) und drei Schüler (S2, S3, S4). Lösungsweg GL X; Aufgabe 3; 75 % der Wörter von der LP; 6 % Peerinteraktionen; 13 Punkte bei der zusätzlichen Aufgabe.

Diese Gruppe löst die dritte, und damit die schwierigste Aufgabe, stehend vor der Wandtafel in nur 6 Minuten. Der Lehrer leitet seine Lernenden mit einem fragend-entwickelnden Lehr-Lerngespräch zur Textaufgabenbearbeitung mit einer Gleichung an. Besonders auffallend ist, dass die Lernenden immer alle Fragen des Lehrers korrekt beantworten können und dass sie dazu nicht einmal schriftliche Notizen benötigen. Auch die Denkzeit, welche sie zur Beantwortung der Lehrerfragen brauchen, ist immer sehr kurz: Sie brauchen insgesamt nur 6 Minuten zur Lösung der Aufgabe 3. Diese Lernenden scheinen sehr geübt darin zu sein, solche Textaufgaben zu lösen. Sie sind von aussen betrachtet öfters nur Stichwortgebende, welche die Fragen des Lehrers beantworten, aber da der Lehrer keine Nachfragen stellen muss, und er auch auf relativ schwierige Fragen wie zum Term für die Schmetterlingsraupen (vgl. Transkriptauszug 2104.1) oder zur Beingleichung sofort die richtige Antwort bekommt, kann man durchaus sagen, dass diese Lernenden den inhaltlichen Lösungsprozess ko-konstruieren oder zumindest gut nachkonstruieren können. Sie bringen inhaltlich substantielle Inputs, d. h. sie sind für die fachlichen Kreatoräusserungen verantwortlich, auch wenn der Lehrer dies mit seinen Leitfragen bis ins Detail anleitet. Der Transkriptauszug vom Anfang der Problemlösung zeigt dies exemplarisch auf (vgl. Transkriptauszug 2104.1).

Transkriptauszug 2104.1

[S3 liest die Textaufgabe vor].

- | | | | |
|------|----------|----|--|
| 1 | 00:11:02 | T | Jetzt. Fragen?... Meine zum Textverständnis. *Ist eigentlich trivial, he.* Geht's um- um -eh- Beine und Tiere. |
| 3.1c | | | Jetzt was soll man mit X bezeichnen? |
| 3.1c | | | <i>[S2 meldet sich.]</i> |
| 3.1c | 00:11:23 | T | [S2]. |
| 3.1c | 00:11:24 | S2 | Die Anzahl -eh- Schlangen. |
| 3.1c | 00:11:26 | T | Anzahl Schlangen. Warum Schlangen und nicht Vogelspinnen? |
| 3.1c | 00:11:29 | S2 | Weil das die sind, die es am wenigsten- von denen es am wenigsten hat. |
| 3.1c | 00:11:32 | T | Genau, ja. Also hat es X. |

- 3.1c T Also X, das ist die Anzahl Schlangen. [*T schreibt an die Wandtafel*]
- 3.1d 00:11:41 T Wenn man das mit X bezeichnet, wie viele Vogelspinnen hat's?
(S1, S2, S4 melden sich.)
T [S3]
- 3.1d 00:11:46 S3 Zwei X.
- 3.1e 00:11:46 T Ja. Zwei X Vogelspinnen und wie viele Schmetterlinge? [S1]
- 3.1e 00:11:58 S1 ähm, sechundsechzig minus drei x
- 3.1e 00:12:03 T Jawohl. Sechundsechzig minus drei X ... *Sommervögel* oder Schmetterlinge.

Der Lehrer lässt einen Schüler die Aufgabe laut vorlesen und fragt, ob es noch Fragen zum Textverständnis gibt. Er verwendet das Fachwort, *Textverständnis*, und erklärt dann gleich, dass es um Köpfe und Beine geht. Er geht davon aus, dass dies für seine Lernenden klar ist (Min. 00:11, T: *Ist eigentlich trivial*). Dann fragt er, was man als X bezeichnen soll. Er geht somit davon aus, dass die Lernenden wissen, dass sie zur Problemlösung eine Variable brauchen und dass der Lösungsweg über eine Gleichung laufen wird. Der Schüler S2, der sich meldet, schlägt die Schlangen für X vor. Interessant ist die Antwort des Lehrers auf diesen Vorschlag, denn er fragt nach, warum S2 die Schlangen wählt und nicht die Vogelspinnen. Der Schüler S2 gibt darauf sofort eine Antwort, er hat also nicht rein zufällig die Schlangen gewählt. Die Antwort ist nicht hieb- und stichfest, der Lehrer ist jedoch damit einverstanden. Der Lehrer ist auch derjenige, welcher Protokoll führt, d. h. er notiert alle Erarbeitungsschritte an der Wandtafel. (Bei der Berechnung der Variablen X aus der Beingleichung macht dies sogar ein Schüler an der Tafel vor.) Wir sehen bei der Betrachtung des ganzen Videos, dass die Problemlösung gleichförmig abläuft: Der Lehrer stellt die passenden Fragen und die Lernenden antworten korrekt, sogar auf die schwierige Frage nach dem Term der Schmetterlingsraupen, wie wir im Transkriptauszug 2104.1 zeigen konnten.

In Bezug auf die Reihenfolge der Lösungsschritte kann gesagt werden, dass diese Gruppe Variablen verteilt und eine richtige Beingleichung erstellt, ohne je über die Fragestellung gesprochen zu haben. Sie spulen die Lösungsschritte nicht in der von der Theorie vorgeschlagenen Reihenfolge ab. Der Lehrer merkt später, als er nach dem Ausrechnen der Gleichung den Antwortsatz formuliert haben will, dass in der Textaufgabe keine explizite Fragestellung steht und sie selbst als Gruppe keine Fragestellung formuliert haben. Aber auch dies stellt für diese Lernenden kein Problem dar, denn die vermutete Fragestellung wird sofort von einem Schüler genannt. Diese Lernenden haben sich die Fragestellung im Kopf gestellt. Das Abschneiden der Lernenden bei der zusätzlichen Aufgabe ist im

Vergleich zu anderen Gruppen eher gut ($5 - 3 - 3 - 2 = 13$ Punkte). Man kann als Fazit zum Vorgehen des Lehrers 2104 sagen, dass ein klar strukturierter und stark vom Lehrer geleiteter fragend-entwickelnder Unterricht zu guten Lernerfolgen beitragen kann.

7.6.8 Steckbrief des Falles 2111

Gruppe 2111: **24 Minuten**; vier Schüler (S1, S2, S3, S4); Lösungsweg GL X; Aufgabe 3; 72 % der Wörter von der LP; 8 % Peerinteraktionen; 12 Punkte bei der zusätzlichen Aufgabe; alle Lernenden haben ein eigenes Notizblatt, jedoch wird ein **zusätzliches Blatt von der Lehrperson als „Wandtafeleratz“ verwendet**.

Die Gruppe 2111, bestehend aus einer jungen Lehrerin und vier Schülern, löst gemeinsam die dritte Kopf-Beine Aufgabe in 24 Minuten. Die Wörterverteilung ist nicht ausgeglichen, denn die Lehrerin spricht 72 % und die Schüler nur 28 % der Wörter. Das Spezielle am Vorgehen dieser Lehrerin ist, dass sie viel Gewicht auf das schriftliche Aufzeigen des Lösungsweges legt. Obwohl sie mit den Schülern an einem Tisch sitzt und folglich keine Wandtafel zur Verfügung hat, verwendet sie ein Blatt, auf dem sie einzelne besonders schwierige Lösungsschritte während ihrer mündlichen Erklärung gross und deutlich aufschreibt. Die Sprache ist Schweizerdeutsch, was auf eine eher informelle Gestaltung hinweist. Aus der Praxis der Schüler jedoch, die die Hand erheben, bevor sie sich melden, kann man schliessen, dass sie die Gruppenunterrichtssituation als Kleinklassenlektion wahrnehmen und nicht als Gruppenarbeit, bei der sie frei untereinander kommunizieren können. Die Lehrerin erwähnt nach zwei Minuten Lehr-Lerngespräch, dass man nicht die Hand heben muss, die Art der Gruppeninteraktion ändert sich dadurch jedoch nicht grundlegend. Alle Schüler haben ein Notizblatt und gebrauchen dieses, um den Lösungsweg für sich aufzuschreiben. Die Lehrerin steht zweimal auf, um zwei Schülern im Einzelgespräch zu helfen. Sie hilft dem Schüler S1 beim Ausrechnen während 2:30 Minuten mit 42 Turns und beim Aufstellen der Gleichung (in dieser Reihenfolge!) während 1:50 Minuten mit 12 Turns. Dem Schüler S4 muss sie nur kurz helfen. Dieses Lehr-Lerngespräch kann als Modelinggespräch mit einzelnen Coachinganteilen bezeichnet werden. Sie wählen den Lösungsweg mit einer Variablen, was bei einer Schweizer Gruppe zur dritten Aufgabe nicht erstaunlich ist, denn sie kennen das Vorgehen mit zwei Variablen noch nicht. Die von der Lehrerin bevorzugte Darstellungsform ist eine Tabelle. Die Gestaltung dieser ganzen Tutoringsituation zeigt auf, dass diese Lehrerin ihren Lernenden das systematische Vorgehen mit Hilfe einer Tabelle vermitteln will bzw. dieses Setting dazu nutzt, das Vorgehen

mit einer Tabelle noch einmal mit ihnen zu üben: Es geht ihr um eine klare und sinnvolle Auflistung der Informationen, welche aus der Textaufgabe zu entnehmen sind. Sie erinnert die Lernenden daran, dass sie das „heute morgen“ (Min. 02:19, T) schon gemacht haben: 02:19:09, T: *Wenn ihr jetzt an heute morgen denkt, macht einmal einen Vorschlag von der Auflistung der Informationen, die wir haben.* Die Lehrerin schreibt danach, nach einer einminütigen Denkzeit der Lernenden, auf einem grossen Notizblatt die Tabelle selbst auf, an der sie dann mit den Lernenden gemeinsam auch die Gleichung erarbeitet. Es geht dieser Lehrerin darum, ihren Lernenden eine Struktur beizubringen, wie man solche Textaufgaben generell lösen kann. Der Fokus der Tutoringsituation liegt somit auf dem Fachinhalt, doch auch zum Partizipationsformat hat sich die Lehrerin im Voraus Gedanken gemacht, denn sie möchte, dass die Lernenden die Aufgabe miteinander lösen, Gedanken austauschen und bei der zweiten Aufgabe es sogar fast ohne ihre Hilfe schaffen, wie ihre Aussage zu Beginn des Lehr-Lerngespräches deutlich macht (vgl. Transkriptauszug 2111.1).

Transkriptauszug 2111.1

00:01 T: Also! ...Wir schauen uns jetzt noch mal miteinander zwei Textaufgaben an, und zwar ist die eine Aufgabe zum Thema Kopf, Beine...ja, Kopf und Beine, Arme nicht. Und eine ist- zum Thema Kerzen. Kerzen, die herunterbrennen. Ihr habts vielleicht inzwischen gemerkt, es hat jeweils drei Schwierigkeitsstufen, und bei der ersten Aufgabe habe ich die schwierigste gewählt, bei der zweiten Aufgabe die einfachste. Wir (bearbeiten) die erste wieder so ein bisschen miteinander, tauschen Gedanken aus, laut denken, und bei der zweiten lass ich dann euch ein bisschen *zappeln*...ist das gut?

00:49 SS: Mhm.

Die Stimmung ist angenehm, sie sprechen Schweizerdeutsch und besonders der Schüler S1 traut sich, viele Fragen zu stellen. Dennoch wird diese Tutoringsituation nie zu einem Schülergespräch: Es gibt nahezu keine Peerinteraktionen und die Lehrerin steuert, besonders ab Min. 4, das Gespräch mit ihren zielgerichteten Fragestellungen stark. Bei der Behandlung der Kerzenaufgabe hält sich die Lehrerin, wie sie es zu Beginn angekündigt hat, stärker zurück. Das Abschneiden dieser Lernenden bei der Transferaufgabe ist im Vergleich zu anderen Gruppen im oberen Mittelmass ($3 - 4 - 2 - 3 = 12$ Punkte).

7.6.9 Steckbrief des Falles 2115

Gruppe 2115: 19 Minuten; Lösungsweg GL X; 61 % der Wörter von der LP; 13 % Peerinteraktionen; Aufgabe 2; **nur je 1 Punkt bei der zusätzlichen Aufgabe.**

Die Gruppe von drei Schülerinnen (S1, S2, S3), einem Schüler (S4) und ihrem Lehrer löst die Aufgabe 2 in einem lehreergeleiteten Unterricht gemeinsam und in ko-konstruktiver Art und Weise, d. h. die Lernenden tragen öfters substanzielle Inhalte zur Problemlösung bei. Die Lernenden sind öfters Kreatoren der Lösungsschritte, sie werden aber stark vom Lehrer mit seinen Leitfragen angeleitet und unterstützt. Das Ziel des Lehrers für diese Tutoringsituation ist, wie er selbst sagt, dass die Lernenden diese eine Aufgabe wirklich verstehen (Min. 00:09, T: [...] *das Ziel ist, dass ihr eine der Kopf- und Beine-Aufgaben versteht, wenn wir nach dieser Viertelstunde fertig sind, eine einzige. Und diese dafür wirklich gut verstehen. Und wenn wir noch Zeit haben, dann machen wir noch eine der Kerzen-Aufgaben, die unten stehen.*). Die Lernenden – und der Lehrer selbst auf seinem eigenen Protokollblatt – schreiben die Schritte bzw. die Ergebnisse laufend auf. Dies ist ein Vorschlag des Lehrers (Min. 01:38, T: *Also, aber die andere, die Frage, die schreiben wir mal auf, wo gefragt ist, ich glaube auch – es steht ja nicht explizit – ich glaube auch, dass gesucht ist, wie viele Tiere von welcher Sorte.*).

Die Partizipationsstruktur verläuft in der ganzen Tutoringsituation als Polylog, d. h. alle Teilnehmenden äussern sich regelmässig. Die Schüler und Schülerinnen schlagen relative viele Sackgassen vor, welche nicht zu einer Lösung führen. Der Lehrer berichtigt diese meist, indem er Beispiele verlangt oder selbst einbringt, in entspannter Tonlage, die Stimmung ist durchgehend angenehm. Er geht jedoch wenig auf das jeweilige Verstehensproblem ein. In der ganzen Tutoringsituation zeigt sich immer wieder, dass die Lernenden unsicher sind, ob ihr Lösungsansatz stimmt oder nicht (Min. 12:24:00, T: *Du würdest sagen das stimmt? - S4: Ja. Ja ich weiss nicht, ich habe nur so einen Vorschlag gegeben, ich habe nicht gesagt, dass das stimmt.*). Auch bei den zielführenden Schüleräusserungen sind die Sprechenden oft unsicher: Sie schlagen etwas vor, können aber nicht begründen, wie sie darauf gekommen sind, und halten ihren Ansatz sofort nach der Äusserung gleich wieder für falsch (Min. 08:51, S1: *Nein, fünfunddreissig minus X. – T: Fünf ... ja, danke. – S4: Dann habe ich es ja vorhin richtig gesagt. T: Ich habe nicht gesagt es sei falsch. S4: Ja, aber sie haben mich so angeschaut. Ihr Blick ist immer so.*). Die inhaltlichen Nachfragen des Lehrers verunsichern die Lernenden meist, anstatt sie zu tieferer Begründung anzuregen oder zu bestätigen. Die Lernenden wagen es auch nicht, auf die anderen Vorschläge der Mitschüler und Mitschülerinnen einzugehen, sondern es ist immer der Lehrer, welcher die richtigen Lösungsvorschläge aus den vielen Vorschlägen herauspicken muss.

Dem Lehrer gelingt es schliesslich dann am Ende doch, der Schülerin S4 die Sicherheit zu vermitteln, dass sie ihre eigenen Vorschläge als wertvoll ansieht. Sie ist dann auch als erste fertig mit dem Lösen der Gleichung und hilft, auf Aufforderung des Lehrers, der Schülerin S1 (Min. 15:06:04, T: *Kannst du schnell erklären, jemandem der ...[S1], kommst du// - S4: Kommst du nach? - S1: Ja. - S4 Hm? - S1: Nein. - T: Sonst kannst du schnell helfen, [S4]*).

Die Lernatmosphäre ist von der Stimmung her angenehm: So sagt denn auch eine Schülerin am Schluss, dass es angenehm gewesen sei (Min. 19:00, S4: *Das ist jetzt aber mega lustig gewesen.*) Die Lernenden hören aufeinander, wagen aber nicht, selbst und ohne Zutun des Lehrers zu interagieren.

Der Aufbau des Problemlösevorganges entspricht der theoretischen Reihenfolge und wird vom Lehrer mit kleinschrittigen aber klaren Unterstützungsfragen angeleitet. Er führt seine Lernenden durch den Problemlöseprozess von der Formulierung der Fragestellung (Min. 00:51, T: *Was ist die Frage? S4: Wie viele... - S3: Tiere... - S1: Nein, wie viele Hühner //, dass es gibt. - S4: //Wie viele Hühner und Kaninchen*) bis zum Hinweis auf die Probe (Min. 17:16, T: *Wie könnten wir diese Resultate überprüfen? Ohne nochmals die ganze Gleichung auszurechnen?*). Dies soll die Lernenden zu einem systematischen Vorgehen anleiten. Allerdings wird selten explizit über die Vorgehensweise gesprochen, es findet somit selten ein Metadiskurs statt. Es wird oft mit Beispielen gearbeitet.

Das Abschneiden bei der zusätzlichen Einzelaufgabe ist im Vergleich zu anderen Gruppen sehr schlecht ($1 - 1 - 1 - 1 = 4$ Punkte). Die Lernenden können nicht mit den Variablen umgehen. Bei zwei Lernenden steht ein X auf dem Blatt zur zusätzlichen Aufgabe, aber die Anzahl der anderen Kinderwagen können sie dennoch nicht berechnen. Den je einen Punkt haben die Lernenden in der Auswertung der zusätzlichen Aufgabe bekommen, weil sie alle den Zwillingsskinderwagen sowohl bei der Anzahl Wagen als auch bei der Anzahl Räder abgezogen haben.

7.6.10 Steckbrief des Falles 2201

Gruppe 2201: **26 Minuten**; zwei Schüler (S1, S2) und zwei Schülerinnen (S3, S4); Lösungsweg GL X; 80 % der Wörter von der LP; 6 % Peerinteraktionen; Aufgabe 3; 13 Punkte bei der zusätzlichen Aufgabe.

Ziel dieses Lehrers ist, wie er in seiner ersten Äusserung sagt, dass die Lernenden beim Lösen dieser Aufgabe sicherer werden (Min. 00:03, T: *Es geht darum, was wir heute Morgen aufgenommen haben, noch einmal anzuwenden [...] Das Ziel wäre, wie bereits angedeutet, noch etwas weiterzukommen und sich auch zu*

überlegen, ja was kann ich eigentlich, was fehlt noch bei mir). Er fragt seine Lernenden am Ende der Tutoringsitzung dann auch, bei welchem Lösungsschritt sie Mühe gehabt haben. Die Antwort gibt er jedoch eigentlich selbst und lobt dabei die Lernenden auch gleich (vgl. Transkriptauszug 2201.1).

Transkriptauszug 2201.1

24:31 T Habt ihr das nachkontrolliert. Was hat euch Mühe gemacht mit dieser Aufgabe?

24:41 S1 (Die X).

24:43 T Also, die Gleichung aufstellen, das ging noch recht gut. Tabelle eigentlich auch. Warum- warum war das schwierig, beim Ausrechnen?

24:50 S1 *Weil jetzt (eigentlich) das X von rechts nach links wechselt.

24:54 T Ja ... weil es jetzt minus gibt, hm ... Dass es so grosse Zahlen gibt, so blödsinnig grosse Zahlen, oder?*

[...]

25:07 T [lacht] Ja, an- und für sich habt ihr das... meiner Ansicht nach gut gemacht. Tabelle gut aufgebaut, das hatten wir bald einmal, die Gleichung auch, und nachher eben das- das Ausprobieren, hm.

25:25 T Aber es macht auch nichts. Schlussendlich sind wir ja eigentlich alle mit mehr oder weniger Hilfe bei achtzehn ... dieser- äh- Schlangen gelandet, oder?

Dieser Lehrer achtet beim Problemlöseprozess genau auf ein strukturiertes strategisches Vorgehen, welches er seinen Lernenden vorgibt: Sie erstellen zuerst eine Tabelle, und diese soll bei allen Lernenden genau gleich aussehen (zumindest hier in der Tutoringsituation): Min. 03:07, T: (zu S3) *Ja, S3, das geht auch so, selbstverständlich, aber wenn wir die Tabelle gemeinsam, in gleicher Art aufbauen, dann verstehen wir uns besser, hm. Lieber die Tiere senkrecht, oder?* Seine Unterrichtsgestaltung kann als fragend-entwickelnder Unterricht bezeichnet werden. Bei der Ausführung dieses Lehrers sind die Schüler und Schülerinnen nur Stichwortgebende: Der Lehrer leitet die Lernenden Schritt für Schritt mit engen Fragestellungen an und vermittelt ihnen eine fixe Lösungsstrategie für solche Textaufgaben. Die Aussagen der Lehrperson repräsentieren eine Anleitung für eine prototypische Herangehensweise zum Lösen von Kopf-Beine-Aufgaben. Die für ihn obligaten Lösungsschritte sind, in seiner Zusammenfassung aus dem ganzen Lehr-Lerngespräch, eine Tabelle aufstellen, X festsetzen, alle Terme mit X ausdrücken, Gleichung aufstellen, ausrechnen, nachkontrollieren. Seine Unterrichtsart ist gemächlich und freundlich, die Atmosphäre ist angenehm. Das Tempo der ganzen Problemlösesequenz ist eher langsam: Der Lehrer «bremst» die Lernenden bei zu schnellem Vorgehen. Dies ist besonders am Anfang der Tutoringsituation beobachtbar, als die Lernenden Vorschläge machen, welche schon

ein paar Lösungsschritte weiter sind als es das planvolle Vorgehen des Lehrers vorsieht (Min. 02:25, S1: *X festlegen. – T: X festlegen- ich würd noch zuwarten...*). Die Partizipationsstruktur ähnelt derjenigen von Klassenstunden: einige Lernende melden sich durch Hand aufheben und die Schüler und Schülerinnen sprechen nicht miteinander (Interaktionsstruktur T – S – T – S); es werden allenfalls ein paar mehr Seitenblicke zum Nachbarn oder auf dessen Notizblatt geworfen. Was jedoch anders ist in diesem Setting – die Lernenden sitzen an einem Gruppentisch – ist, dass der Lehrer die Aufgabenbearbeitung jedes Schülers und jeder Schülerin genau im Blick hat. Er nützt diese spezielle Tutoringsituation für vier Einzelcoachings beim Lösungsschritt „Ausrechnen“. Die Sequenz des Ausrechnens dauert dann auch die Hälfte der gesamten Zeit. Allerdings muss man sagen, dass diese Gruppe die Aufgabe 3 löst, welche am schwierigsten auszurechnen ist. Die Schlusssequenz zeigt nochmals, dass dieser Lehrer auf ein planvolles Vorgehen bedacht ist, denn er erwähnt die Probe (Min. 24:31, T: *Habt ihr das nachkontrolliert?*) und macht einen Rückblick. Das Resultat bei der anschließenden Einzelaufgabe dieser Lernenden ist im Vergleich zu anderen Gruppen in Ordnung bzw. im mittleren Rahmen ($3 - 6 - 1 - 3 = 13$ Punkte).

7.6.11 Steckbrief des Falles 2205

Gruppe 2205: 23 Minuten; Setting: **sitzend frontal**; drei Schülerinnen (S1, S2, S3) und ein Schüler (S4); Lösungsweg GL X; 75 % der Wörter von der LP; **1 % Peerinteraktionen**; Aufgabe 3; 7 Punkte bei der zusätzlichen Aufgabe.

Die drei Schülerinnen und der Schüler sitzen in einer Reihe hinter ihren Bänken, der Lehrer sitzt ihnen gegenüber. Sie lösen in 23 Minuten die Aufgabe 3. Dieser Lehrer sieht den Vorteil der Kleingruppe darin, dass die Lernenden individueller arbeiten können: Min. 00:01, T: *(Wir sind) hier zusammen, damit wir eine Aufgabe lösen. Die Idee ist, dass wir in einer Kleingruppe sind und damit eigentlich individueller arbeiten können, sofort allfällige Fragen lösen können.* Die Sichtung des Videos zeigte auf, dass er als Lehrperson seine Lernenden individuell bei jedem Lösungsschritt begleitet. Die Art des Lösungsweges bestimmt jedoch der Lehrer, denn die erste Sequenz dieser Tutoringsituation ist ein kleinschrittiger fragend-entwickelnder Unterricht, bei dem der Lehrer enge Leitfragen zur Problemlösung einer Textaufgabe stellt (Min. 00:56, T: *Was kennen wir, was haben wir?* S3: *Also -ehm- insgesamt sind es sechsundsechzig Tiere.* T: *Jawohl.* Oder in Minute 01:58, T: *Es geht darum eine Gleichung zu lösen. Also bezeichnen wir irgendeine Anzahl Tiere als X. Was wollen wir als X nehmen. Was wollen wir*

als Unbekannte nehmen?), während der Schüler und die drei Schülerinnen lediglich Stichwortgeber sind. Sie erarbeiten während zehn Minuten die Gleichung in einem typischen I-R-E-Gespräch (Mehan, 1979). Die Lösung der Gleichung dauert nochmals zehn Minuten, wobei der Lehrer die Schülerinnen und den Schüler individuell beim prozeduralen Vorgang des Gleichungslösens unterstützt (Einzelscaffolding). Auffallend für das ganze Lehr-Lerngespräch ist, dass keinerlei Peeraustausch stattfindet. Die Ergebnisse dieser Lernenden bei der zusätzlichen Aufgabe sind im unteren Bereich ($2 - 0 - 2 - 3 = 7$ Punkte). Sie scheitern an der Bestimmung des Terms des zweiten Kinderwagens.

7.7 Gruppierung der untersuchten Fälle in drei Interaktionsmuster

Im folgenden Kapitel werden die untersuchten Problemlösegespräche in drei Typen bzw. Muster eingeteilt. Als Grundlage werden zentrale Charakteristiken der Lehr-Lerngespräche ganzheitlich betrachtet: Nach welchem Interaktionsmuster verläuft die Gesprächsorganisation? Steuert die Lehrperson sowohl fachlich als auch organisatorisch und auf die Partizipationsstruktur bezogen das Gespräch? Bringen die Lernenden eigene Lösungsvorschläge ein? Und wie wird auf diese reagiert? Können einige Lernende den «Inhaltslead» in gewissem Masse übernehmen, z. B. indem sie die Themen für gewisse Gesprächsepisoden bestimmen? Werden die Lernenden von der Lehrperson als ebenbürtige fachliche Gesprächspartner und -partnerinnen positioniert? Übernehmen einzelne Lernende den «Organisationslead» und fühlen sich damit verantwortlich für den Ablauf des Gespräches? Wer bestimmt schliesslich den eingeschlagenen Lösungsweg für die Gruppe (oder auch für sich selbst)? Diskutieren die Lernenden auch untereinander ihre Fragen und Ideen: Gibt es fachliche Peerinteraktionen?

Da Lehr-Lerngespräche einen dynamischen Charakter haben, muss die Einteilung zu den Mustern, dargestellt in Tabelle 7.18, als Kontinuum gesehen werden. Die Gesprächsorganisation und der Gesprächsablauf können sich zudem im Laufe der Problemlösung ändern – und tun dies auch in einigen untersuchten Gruppen: Die Einteilung repräsentiert daher das häufigste Interaktionsmuster der einzelnen Tutoringsituationen. Zwei Gruppen, die Fälle 1107 und 1117, wurden bewusst zwei unterschiedlichen Mustern zugeteilt, weil sich die Gesprächsart nach einem Wechsel des Lösungsweges stark änderte. Die Interaktionsmuster werden als «Kleinklassengespräch», «lehrpersonengeleitete Gruppenarbeit» und «Schülergruppenarbeit mit Lehrpersonenunterstützung» bezeichnet. Die Reihenfolge der

Fallnummern in den nächsten drei Titeln ist bewusst gewählt: Die Fallnummern charakterisieren das beschriebene Muster in absteigendem Stärkegrad und drücken somit das Kontinuum der Falleinteilung aus.

7.7.1 Kleinklassengespräch (Fälle 2205/2201/1223 – 2104 – 2106)



Abbildung 7.52 Gruppe 2205, Min. 10:48

Die Gestaltung dieses Typs des Gruppenunterrichts wird als Kleinklassengespräch bezeichnet (vgl. Abbildung 7.52). Dies zeigt sich bei einigen Gruppen auch an der Sitzordnung und in der räumlichen Disposition und nicht nur in der Gesprächsart: In drei Fällen sitzen die Lernenden nicht an einem Gruppentisch, sondern frontal zur Wandtafel (2104, 2106) oder zur Lehrperson (2205). Etliche Lernende heben die Hand, wenn sie sich melden wollen (2104, 2106, 2201, 2205), so wie es im normalen Klassenunterricht üblich ist. Diese beiden „äusserlichen Gegebenheiten“ behindern den freien Gedankenaustausch unter den Lernenden. Die Lehrperson spricht (nahezu) jede zweite Äusserung (T – S – T – SN – T). Die Interaktionen bei der gemeinsamen Erarbeitung der Textaufgabe verlaufen oft klassisch nach I-R-E- Muster (Mehan, 1979) (2205,

2201, 1223) oder im fragend-entwickelnden Unterricht mit substanzieller Beteiligung (Pauli, 2006) und „sichtbarer“, bzw. mündlich kommunizierter, kognitiver Aktivität der Lernenden (2104, 2106). Die Lehrperson hat grundsätzlich die Führung inne, sowohl über die Themenbereiche – sie stellt klare Leitfragen und führt damit den Problemlöseprozess an – als auch über die Partizipationsstruktur. Eine Bezugnahme auf die Ideen der anderen Lernenden wird selten angeregt. Die Lernendenäußerungen sind Antworten auf kleinschrittige (im I-R-E-Muster) oder kognitiv anregende Fragen der Lehrperson. Die Lernendenäußerungen können von inhaltlich substanzieller Natur sein, jedoch sind die Lernenden selten oder nie die Initiierenden der Lösungswege.

Solche Kleinklassengespräche können fachlich produktiv sein, wenn der Fokus klar auf dem strukturierten Lösungsprozess der Aufgabe liegt (2104, 2201), wenn also die Basisdimension strukturelle Klarheit (vgl. u. a. Lipwosky & Beck, 2019; Reusser & Pauli, 2012) erfüllt ist und kognitive Aktivierung der Lernenden gegeben ist. Im Fall 2106 ist dies durch die Denkzeit der Lernenden gegeben. Die Tiefenstruktur der Lernprozesse kann (auch) in diesem Typ der Gestaltung des Lehr-Lernsettings gegeben sein, auch wenn die Lernenden nicht direkt miteinander kommunizieren.

7.7.2 Lehrpersonengeleitete Gruppenarbeit (Fälle 1225/1208 – 2111 – 2103 – 2115 – 1117'/1107")

Die Abbildung 7.53 zeigt ein Beispiel einer solchen Art Gruppenarbeit (vgl. Abbildung 7.53). Der Austausch der Gedankengänge unter den Lernenden ist von der Lehrperson nicht angeregt worden (2111, 2103) oder er ist angeregt worden, jedoch steigen die Lernenden nicht darauf ein (2115, 1117'). Das Klima der Interaktion lässt stark vermuten, dass die zugrunde liegende Idee der Gesprächsführung durch die Lehrpersonen auf die Bedürfnisse der Lernenden ausgerichtet ist. Diese Lehrpersonen wollen einen, wie Resnick, Asterhan und Clarke (2018) es nennen, „lehrergesteuerten aber schülergewichteten Unterrichtsstil“ (teacher-led but student-owned, zitiert nach Pauli & Reusser, 2018, S. 371) durchführen. Fachbezogene Schülerdiskussionen bleiben jedoch in diesem Interaktionsmuster aussen vor, weil die Lernenden noch zu grosse Schwierigkeiten haben, selbstständig substanzielle Äusserungen einzubringen. Die Fokussierung auf den fachlichen Inhalt spielt sowohl für die Lehrperson als auch für die Lernenden eine so gewichtige Rolle, dass die Kommunikation unter den Lernenden mit Peerinteraktionen und Diskussionen nicht stark gewichtet wird oder werden kann. Die kognitive Aktivität der Lernenden ist oft gegeben: So z. B. im Fall der Gruppe 1225 durch

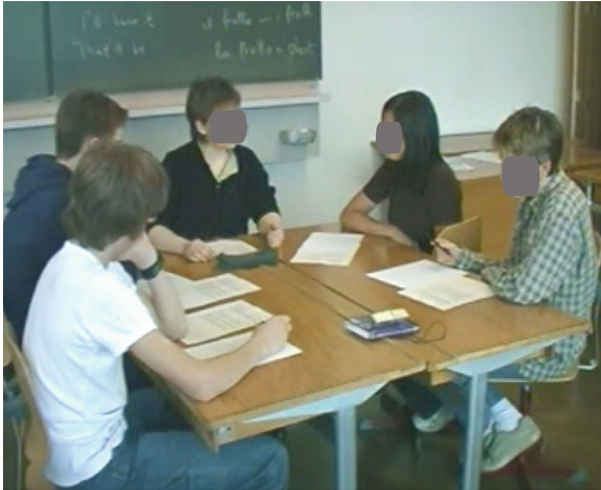


Abbildung 7.53 Gruppe 2103, Min. 04:08

den Vergleich der zwei Lösungswege (vgl. Abschnitt 7.4.3). Im Fall 1117' bringt die Schülerin S2 einen guten Lösungsweg, den sie jedoch nicht durchziehen kann und die andere Schülerin S1 zieht danach in der zweiten Hälfte des Kleingruppenunterrichts den von der Lehrperson initiierten Weg durch und erklärt ihn mehrmals (vgl. Abschnitt 7.4.2).

7.7.3 Schülergruppenarbeit mit Lehrpersonenunterstützung nach dem Prinzip der minimalen Hilfe (Fälle 1117"/1107' – 1118 – 2113/1218 – 1120)

In diesem Muster der Interaktionsgestaltung (vgl. Abbildung 7.54) lösen die Lernenden die Textaufgabe ko-konstruktiv miteinander. Jede und jeder Lernende trägt innerhalb der gemeinsamen Erarbeitung etwas Substantielles bei. Sie diskutieren ihre unterschiedlichen Lösungsansätze und beziehen sich in ihren Äußerungen auf die vorhergehenden Äußerungen der Mitschülerinnen und der Mitschüler. Sie gestalten somit den Problemlöseprozess interaktiv (vgl. Chi, 2009, 2018).



Abbildung 7.54 Gruppe 2113, Min. 12:34

Einige Lernende äussern das am Ende der Gruppenunterrichtssituation auf die Nachfrage der Lehrperson:

T: Ja, hätte das jeder von euch einzeln auch lösen können? – S3: // Nicht ganz – SN: / / Ja – S1:// (Ne, das wär schwerer) –S3: Also ich wusste, was vielleicht was, was der [S4] nicht wusste, oder er wusste was, was ich nicht wusste, es wär -// ...also – S1: // Wir haben uns gegenseitig ergänzt. (Fall 1218, Min. 11:27:23)

Die Lehrperson ist anwesend – dies ist vom Forschungsdesign so vorgegeben. Sie kann deshalb einschreiten, falls sie es für nötig hält: Fall 2113, Min. 00:00, T: **[...] Redet miteinander... alles, was ihr euch überlegt, reagiert aufeinander, ich schreite schon ein, wenn es sein muss.* Sie kann auch jederzeit Fragen der Lernenden beantworten, falls die Lernenden sie darum bitten: Fall 1120, Min. 00:15, T: *Einmal durchlesen, bitte, und ich würd sagen, ich sag erst mal gar nichts, sondern ihr legt einfach zu viert los und guckt, wie weit ihr kommt. Ihr könnt natürlich gerne jederzeit fragen.*

Diese Lehrpersonen gehen buchstäblich nach dem Prinzip der minimalen Hilfe vor. Fall 1120, Min. 16:22, T: *Souverän gelöst, hier.* – SN: *Mit Ihrer Hilfe.* – T: *Ja-minimaler Hilfe.* Die Rolle der Lehrperson in diesem Unterrichtsmuster kann man als diejenige eines Coaches bezeichnen: Die Lehrpersonen greifen nur dann ein, wenn es fachlich zwingend nötig ist. Die Lehrpersonenäußerungen dienen hier

besonders der Fokussierung auf die Problemstellung. Sie bringen das von den Lernenden Erarbeitete auf den Punkt oder zeigen die Bedeutung des mündlich Gesagten in Bezug auf die Mathematisierung auf.

Die Tiefenstruktur der Lernprozesse ist in diesem Unterricht gegeben, wenn die Schwierigkeit der Aufgabenstellung passend zu den Voraussetzungen der Lernenden ausgewählt worden ist. Dann finden nämlich die Lernenden nicht sofort einen erfolgreichen Lösungsweg, sie müssen gemeinsam ein (echtes) Problem lösen (vgl. Aebli, 1981/1994; vgl. Abschnitt 2.1.2). Sie können ihr Wissen nicht einfach „abspulen“ und sind daher kognitiv aktiviert. Sie müssen ihre Ideen den anderen gegenüber gut begründen und Unsicherheiten und Fragen klar zum Ausdruck bringen. Eine Erklärung an die Mitlernenden wirkt gleichzeitig oft auch als Selbsterklärung.

Auch wenn die Lernenden recht schnell erfolversprechende Lösungsansätze finden, so können diese innerhalb der Gruppe sehr unterschiedlich sein. Die Schüler und Schülerinnen müssen somit unterschiedliche Lösungswege andenken, wenn sie die Aufgabe gemeinsam lösen wollen. Es braucht einen regen fachlichen Austausch zwischen den Lernenden, was nachhaltiges Lernen fördert (vgl. sozio-kognitiver Konflikt).

7.7.4 Vergleich der Interaktionsmuster

Die Tabelle 7.18 vergleicht die drei eruierten Interaktionsmuster anhand von einigen Kriterien, welche in dieser Studie an allen Videodaten ausgewertet wurden (vgl. Abschnitt 6.4). Die Kriterien 1 bis 5 definieren und legitimieren die Einteilung in unterschiedliche Interaktionsmuster, während die Kriterien 6 bis 11 Ergebnisse darstellen. Es soll nochmals betont werden, dass die Einteilung in diese drei Interaktionsmuster als Kontinuum gesehen werden soll. Die Fälle 2205/2201/1223 sind somit prototypisch für das Interaktionsmuster «Kleinklassengespräch», die Fälle 2103/1205/2115 für das Interaktionsmuster «lehrergesteuerte Gruppenarbeit» und die Fälle 2113/1218/1120 für die «Schülergruppenarbeit mit Lehrpersonenunterstützung».

Der im Portrait ausführlich beschriebene Fall 2105 (vgl. Abschnitt 7.5.4) und der Fall 2201 (vgl. Abschnitt 7.6.10) aus den Steckbriefen können nicht zugeteilt werden. Diese Lehrpersonen verwenden die Viertelstunde dazu, allen vier Lernenden je individuell beim Lösen der Aufgabe zu helfen. Die Gestaltung dieser Unterrichtssituationen ist weder eine Gruppen- noch eine Kleinklassenlektion. Sie könnten als „vier parallele Einzelscaffoldingsituationen“ bezeichnet werden. Sie

Tabelle 7.18 Gruppierung der Kleingruppenunterrichtsgespräche nach den häufigsten Interaktionsmuster

n = 17	Kleinklassengespräch	Lehrergesteuerte Gruppenarbeit	Schülergruppenarbeit mit Lehrpersonenunterstützung	
Gruppennummern	2205/2201/1223 – 2104 – 2106	1225/1208 – 2111 – 2103 – 1205 -2115 – 1117' – 1107''	1117''/1107' - 1118 – 2113/1218 – 1120	
1	Setting: Frontal SuS melden sich durch Handheben	frontales Setting in 3 Gruppen; SuS melden sich durch Handheben in 4 Gruppen, wird 1 × thematisiert	Gruppentisch; Kein Handheben der SuS, wird 2 × thematisiert	Gruppentisch; Kein Handheben der SuS, und keine Thematisierung
2	Durchschnitt LP-Wörter (%)	77 %	70 %	32 %
3	Spannweite LP-Wörter (%)	74 % – 79 %	61 % – 80 %	12 % – 45 %
4	Durchschnitt Peerinteraktionen (%)	3.6 %	10 %	55 %
5	Spannweite Peerinteraktionen	1 % – 6 %	3 % – 13 %	23 % – 94 %
6	Aufgabennummer	Nur Aufgabe 3	Alle Aufgaben	Alle Aufgaben
7	Zwei Lösungswege angedacht oder gelöst	nein	1225 – 1117	1118
8	Durchschnitt der Dauer	16 Min.	17.5 Min.	13 Min.
9	Spannweite Dauer (eine Aufgabe)	6 – 26 Min.	10 – 24 Min.	10 – 16 Min.
10	Punkte in der Einzelaufgabe (Durchschnitt)	11.6 Punkte	10.3 Punkte	14.4 Punkte
11	richtig gelöste Einzelaufgabe	3 von 20 SuS (15 %)	4 von 24 SuS (17 %)	4 von 16 SuS (25 %)

Legende: Die beiden Gruppen 1107 und 1117, welche beim Wechsel des Lösungsweges die Kategorie ändern, wurden in den Berechnungen nicht einbezogen. Besonders auffallende Ergebnisse sind markiert

stellen somit ein viertes Interaktionsmuster dar. Dieses vierte Interaktionsmuster wurde nicht in der Tabelle 7.18 aufgeführt, weil einerseits der Vergleich mit den anderen Interaktionsmustern in Bezug auf die ausgewählten Kriterien nicht sinnvoll ist und andererseits, weil es nur zwei Fälle sind, was eine zu geringe Anzahl ist, um ein Muster zu bilden. In den folgenden Abschnitten werden einige Kriterien in Bezug gesetzt und Ergebnisse diskutiert.

Im Interaktionsmuster «Kleinklassengespräch» verhalten sich die Lernenden in vier von fünf Fällen so, wie es im Klassenunterricht erwartet wird: Sie melden sich, wenn sie etwas sagen wollen, und warten, bis die Lehrperson sie aufruft. Zudem ist das Setting in drei von fünf Fällen frontal ausgerichtet, während dies in den so genannten Gruppenarbeiten nicht der Fall ist. Diese Kriterien erschweren – oder verhindern gar – ein intensives Fachgespräch zwischen den Lernenden. Kriterium 2, der Durchschnitt der Redemenge der Lehrperson, und Kriterium 4, die durchschnittliche Prozentzahl der Peerinteraktion, hängen zusammen: Wenn die Lehrperson viel Rederaum einnimmt, haben die Lernenden weniger die Möglichkeit, sich untereinander auszutauschen. Es wurden dennoch beide aufgeführt, weil sie ein klares Unterscheidungsmerkmal der Muster darstellen. Die beiden Kriterien «Spannweite der Wortmenge der Lehrpersonen» und «Spannweite der Peerinteraktionen» zeigen auf, dass auch innerhalb der Muster eine Varianz besteht.

Auffallend in Bezug auf die besprochenen Aufgaben ist, dass in den Fällen, die dem so genannten «Kleinklassengespräch» zugeordnet wurden, immer die schwierigste Aufgabe gewählt wurde. Dies kann ein Hinweis darauf sein, warum das Muster «Schülergruppenarbeit» gar nicht in Erwägung gezogen wurde. Für die Problemlösung der schwierigsten Aufgabe ist eine umfangreiche Unterstützung der Lehrperson notwendig.

In Bezug auf die Dauer der Lehr-Lerngespräche in den verschiedenen Mustern kann gesagt werden, dass sich diese nicht grundsätzlich unterscheidet. Die Dauer der Interaktion ist nicht durch die Sozialform bestimmt. Die Spannweite der Dauer ist in allen drei Mustern beträchtlich. Die schnellste Gruppe verfährt nach dem Muster «Kleinklassengespräch». Es ist die Gruppe 2104, welche nur 6 Minuten braucht (vgl. Abschnitt 7.6.7) was sicherlich auch durch die starke Leitung und Strukturierung der Lehrperson beeinflusst ist. Jedoch brauchen andere Gruppen, welche dem Muster «Kleinklassengespräch» zugeteilt wurden, recht lange für die Erarbeitung. Das Niveau und die Erfahrung der Lernenden in Bezug auf diese Aufgabenart sind für die Dauer der Erarbeitungszeit sicherlich ein entscheidender Faktor.

Die Kriterien 10 und 11, in der Tabelle 7.18, zeigen die Ergebnisse der einzelnen Lernenden in Bezug auf die zusätzliche Einzelaufgabe. Diejenigen Gruppen,

welche als «Schülergruppenarbeit» vorgehen, schneiden am besten ab sowohl bei der Gesamtpunktzahl pro Gruppe als auch in Bezug auf die richtig gelösten Aufgaben. Der Grund dafür kann jedoch im Interaktionsmuster gesucht werden, sondern in der Kompetenz der Lernenden. Diese sind geübt darin, solche Textaufgaben gemeinsam zu lösen. Die Lehrperson muss nur noch minimal unterstützen und hält sich mit ihren Äusserungen zurück. Zu bemerken ist nochmals, dass die Lehrpersonen bei allen Mustern immer dabei waren, was vom Forschungsdesign so vorgegeben war. Falls eine Lehrperson während der Problemlösung merkte, dass eine Schülergruppe mehr Hilfe braucht, konnte sie mehr unterstützen, was dann bei der Kategorisierung bewirkte, dass die Gruppe schliesslich in das Muster „lehrgesteuerte Gruppenarbeit“ eingeteilt wurde. Die unterschiedlichen Muster sollen nicht hierarchisch gesehen werden.

Davon ausgehend, dass eine Konstellation von nur vier Schülern und Schülerinnen im Beisein ihrer Lehrperson zur Erarbeitung einer mathematischen Textaufgabe die Form einer lehrgesteuerten Gruppenarbeit oder Schülergruppenarbeit mit Lehrpersonenunterstützung erwarten liesse, ist die Zahl von fünf Settings (bzw. sieben, wenn man die zwei Settings der "vier parallelen Einzelchaochings" dazunimmt), welche klar nicht als Gruppenarbeit bezeichnet werden können, erstaunlich hoch.

Ein zentraler Aspekt für den Lernprozess, auf welchen in dieser Musterbeschreibung nicht eingegangen wurde, ist die Bedeutung der Schriftlichkeit für den Problemlöseprozess. Etwas aufschreiben zu können oder zu müssen, wenn die Lehrperson es verlangt, kann die eigenen Gedanken klären, auf Schwierigkeiten hinweisen und Problemlösestrategien verdeutlichen. Notizen dienen zur Konsolidierung des schon Erreichten und können auch als externe Speicher bezeichnet werden (Staub, 2006). Die (stille) Denkzeit, welche den Lernenden eingeräumt wird (oder eben nicht), ist ein weiterer Aspekt, der bei der Musterbildung nicht einbezogen wurde. Auf diese beiden Aspekte wurde in den Fallbeschreibungen und in den Portraits eingegangen.

Open Access Dieses Kapitel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Kapitel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.





Die vorliegende Untersuchung ist Teil des Forschungsprojektes „Didaktische Kommunikation und Bildungswirkungen im problemorientierten Mathematikunterricht“ (Reusser & Pauli, 2012) und untersuchte den Teildatensatz der tutoriellen Situationen bzw. der Gruppenunterrichtsgespräche im 1:4-Setting der schweizerisch-deutschen Videostudie (vgl. u. a. Klieme, Pauli & Reusser, 2006). Die Studie siedelt sich somit in der Disziplin Unterrichtsforschung an. Ziel war es, die Unterrichtskommunikation beim Lösen einer mathematischen Textaufgabe vertiefend und prozessbezogen zu untersuchen und dabei Verbindungen zwischen dem Fachwissensaufbau und der Struktur des Interaktionsgeschehens aufzuzeigen. Theoretisch wurde von der Annahme ausgegangen, dass Unterrichtssituationen, welche allen beteiligten Personen, also auch den Lernenden, eine hohe Verantwortlichkeit für den gemeinsamen Wissensaufbau abverlangen, gewinnbringend sind für den Wissenserwerb (vgl. u. a. Greeno, 2006 und das Abschnitt 4.3). Der zur Verfügung stehende Datensatz eignete sich deshalb besonders zur empirischen Erforschung der Frage, weil die 38 gefilmten Lehr-Lerngespräche einem standardisierten Setting folgten: Eine Lehrperson arbeitete während circa fünfzehn Minuten mit vier eher schwachen Schülern und Schülerinnen an einer identischen Textaufgabe. Dieses Unterrichtssetting erlaubte es der Lehrperson, falls von ihr angestrebt, den Lernenden eine hohe Verantwortlichkeit in Form eines dialogischen Diskursaufbaus zu übertragen, von dem angenommen wird, dass von ihm eine lernförderliche Wirkung ausgeht (vgl. u. a. O'Connor, Michaels, Chapin, Harbaugh, 2017 und Abschnitt 3.3.3). Die Schüler und Schülerinnen sollten fachlich gehaltvolle Diskussionen führen und Verantwortung übernehmen für die Gruppe als Lerngemeinschaft, für die Korrektheit der Inhalte und für folgerichtiges Denken und Argumentieren (vgl. Michaels et al., 2010, S. 28–32; Übersetzung der Fachbegriffe auf Deutsch übernommen von Staub, 2019). Die Lehrpersonen waren bei allen tutoriellen Unterrichtssituationen

anwesend und konnten somit ihre Schüler und Schülerinnen beim Problemlösevorgang unterstützen, so dass diese die Gelegenheit hatten, den Lösungsweg nachzukonstruieren und zu konsolidieren, falls dies nötig war. Die theoretische Grundannahme beruht auf einem sozio-konstruktivistischem Verständnis von Lernen (vgl. dazu ausführlich das Kapitel 3). Eine von der Interaktionsqualität gewünschte wesentliche Partizipation der Lernenden muss mit korrektem und tiefgehend behandeltem Fachinhalt verbunden sein, um nachhaltige Lernprozesse zu ermöglichen. Da alle Gruppen dieselbe Textaufgabe lösen mussten, konnten die Vorgehensweisen der Problemlösung prozessbezogen untersucht werden. Es ging in dieser Studie darum, die beiden für die Unterrichtsqualität bedeutsamen Dimensionen, den fachbezogenen Problemlösevorgang und die partizipatorische Struktur der Unterrichtsgespräche, zu erfassen und in Bezug zu setzen. Der erste Fragenkomplex widmet sich dem Problemlöseprozess, der zweite der Interaktionsstruktur (vgl. Kapitel 5). Die Hauptfragestellungen waren dementsprechend folgende:

1. Wie gestalten die untersuchten Lehrpersonen den Problemlöseprozess einer Textaufgabe mit einer Gruppe von vier Lernenden?
2. Wie gestalten die untersuchten Lehrpersonen die Interaktionsstruktur des Lehr-Lerngespräches mit einer Gruppe von vier Lernenden?

Letztendlich interessiert die Frage, ob und wie sich eine Verbindung von Fachwissensaufbau und der Partizipationsstruktur der Lernenden zeigt, was auf die dritte Hauptfragestellung hinausläuft:

3. Welche Verbindungen und (Dis-)Balancen zeigen sich zwischen der Qualität der fachlich-fachdidaktischen Seite der Lösung der Textaufgabe und der Partizipations- und Interaktionsqualität des sozialen Geschehens und seiner Unterstützung durch die Lehrperson?

Die wichtigsten Befunde werden in den nächsten Abschnitten zusammengefasst und diskutiert (vgl. Abschnitt 8.1). Des Weiteren folgt eine Diskussion zum methodischen Vorgehen (vgl. Abschnitt 8.2) und zu weiterführenden möglichen Auswertungen, bevor zum Schluss auf Folgerungen für die Aus- und Weiterbildung von Lehrpersonen eingegangen wird (vgl. Abschnitt 8.3).

8.1 Zusammenfassung und Diskussion der zentralen Ergebnisse

8.1.1 Wie gestalten die verschiedenen Lehrpersonen den Problemlöseprozess dieser Kopf-Beine-Aufgabe?

In der Kognitionspsychologie sind verschiedene Prozessmodelle entwickelt worden, wie Textaufgaben gelöst werden (Blum & Leiss, 2005; Galbraith & Stillman, 2006; Reusser, 1985, 1990; Verschaffel, De Corte & Lasure, 1994; vgl. Abschnitt 3.2.1 und 3.2.2). Diese Prozessmodelle beschreiben eine Dekomposition komplexer Problemlöseelemente in die wesentlichen Schritte. Aus didaktischer Sicht muss die Lehrperson verstehen, wie die Denkvorgänge bei ihren Lernenden vor sich gehen, wenn sie eine mathematische Textaufgabe lösen: Die Lösung einer Textaufgabe erfordert von den Lernenden eine Übersetzung der textlich vermittelten Problemsituation in eine mathematische Operation (Reusser, 1997, S. 142). Das Lösen von Textaufgaben kann demnach als kognitive Aktivität bezeichnet werden, bei der ein bestimmter Modellierungsprozess durchlaufen wird (Leiss, 2010). Ausgehend vom Prozessmodell von Reusser (1989) sind achtzehn ausgewählte Transkripte der Lehr-Lerngespräche des untersuchten Datensatzes durchgängig in die Prozessschritte *Textverständnis erarbeiten*, *Situationsverständnis erarbeiten*, *Mathematisierung*, *Rechnungsvorgang*, *Formulierung des Antwortsatzes* und *Rückblick* eingeteilt worden (vgl. Abschnitt 7.2). Die Aufgabenstellung mit dem mittleren Schwierigkeitsgrad (vgl. Abschnitt 6.2) lautete zur Erinnerung folgendermassen: *In einem Gehege sieht Livia Kaninchen, Hühner und zwei Weinbergschnecken. Alle Tiere zusammen haben 37 Köpfe und 94 Beine*. Grundsätzlich kann als Ergebnis dieses Auswertungsschrittes berichtet werden, dass die theoretisch postulierten Lösungsprozessschritte bei nahezu allen Problemlöseprozessen eruiert werden konnten. Die schematischen Darstellungen in Abschnitt 7.2 lassen überdies klar erkennen, dass das Durchlaufen des Lösungsprozesses einem zirkulären Prozess entspricht: Die Reihenfolge der Lösungsschritte war somit variabel, was bedeutet, dass im Ablauf der Lehr-Lerngespräche des Öfteren «zurückgesprungen» wurde, so dass sich die beobachteten Lösungsprozesse als Kreisprozesse modellieren lassen. So kann es beispielsweise sein, dass die Problemlösenden erst bei der Mathematisierung merken, dass ihre Situationsvorstellung nicht stimmen kann (vgl. dazu den Fall 2106 in Abschnitt 7.5.1). Sie behandeln dann den Lösungsschritt *Erarbeitung des Situationsverständnisses* viel später als der ideale theoretische Problemlöseprozess suggeriert (vgl. auch Fall 2104 im Abschnitt 7.6.7) oder sie behandeln ihn mehrmals im Prozess des Lehr-Lerngespräches.

Es ist im Hinblick auf die Analyse zu betonen, dass der Ablauf der Lehr-Lerngespräche als Ganzes kodiert wurde. Da das Lehr-Lerngespräch von der Lehrperson und einer Gruppe von Lernenden geführt wurde, ist erst aus den Fallanalysen (vgl. die Abschnitt 7.4) zu entnehmen, aus welchem Grund im Lösungsprozess zurückgesprungen werden musste. Es kann sein, dass die Lehrperson die Lernenden eine längere Zeit selbstständig arbeiten lässt und sie folglich bewusst erst «spät» zurückspringen, oder es kann sein, dass ein Schüler oder eine Schülerin sofort nach dem Lesen das Gefühl hat, dass sie die Lösung schon ausrechnen kann (vgl. dazu den Fall 1205 in Abschnitt 7.4.1) und folglich die anderen Lösungsschritte weglässt. Da es zudem vier Lernende waren, welche den Lösungsweg für sich einzeln nachkonstruieren mussten, kann es auch sein, wie in Fall 2105 (vgl. Abschnitt 7.5.4), dass es bei der Betrachtung des Zeitstrahls so aussieht, als ob zurückgesprungen wird, dies jedoch für den einzelnen Lernenden nicht so ist: Die Lehrperson aus dem Fall 2105 gestaltet die tutorielle Situation als vier Einzelcoachings, was bedeutet, dass die vier Lernenden jeweils nicht zwingend genau gleich weit gekommen sind in ihrem Denkprozess, bevor die Lehrperson sie individuell unterstützt.

Die einzelnen Lösungsschritte

Nachfolgend wird auf die einzelnen Lösungsschritte eingegangen. Der erste Lösungsschritt, *Erarbeitung des Textverständnisses*, stellt für keine Gruppe eine Schwierigkeit dar. Die Textaufgabe ist in Bezug auf die Semantik und die Syntax einfach formuliert. Sie wurde zwar im Analyseraster von Maier und Kollegen (2010) in der Dimension sprachlogische Komplexität als mittel eingestuft, da es für die Aufgabenstellung «Textpassagen mit irrelevanten Informationen» (Maier et al., 2010, S. 89) gibt (vgl. Abschnitt 6.2.2). Dies erschwert aber das Verständnis in der hier angewendeten Kategorisierung erst für den Lösungsschritt *Erarbeitung des Situationsverständnisses*. Die Erarbeitung des Textverständnisses besteht hier in unserem Datensatz aus dem lauten Vorlesen der Textaufgabe. Da einige Gruppen die Aufgabe still lesen, fehlt dieser Lösungsschritt in einigen schematischen Darstellungen (vgl. Abschnitt 7.2). Selbstverständlich haben auch diese Schüler und Schülerinnen die Aufgabenstellung gelesen und sich ein Textverständnis erarbeitet, es wurde nur nicht mündlich geäußert und somit nicht kodiert.

Die Problemlöseschritte *Situationsverständnis*, *Mathematisierung* und *Rechnungsvorgang* kamen in allen Gruppen vor, deren zeitliche Dauer jedoch war sehr unterschiedlich. Die Abbildung 8.1 stellt die Prozentzahlen dar, welche für ebendiese Lösungsschritte pro Lehr-Lerngespräch verwendet wurden.

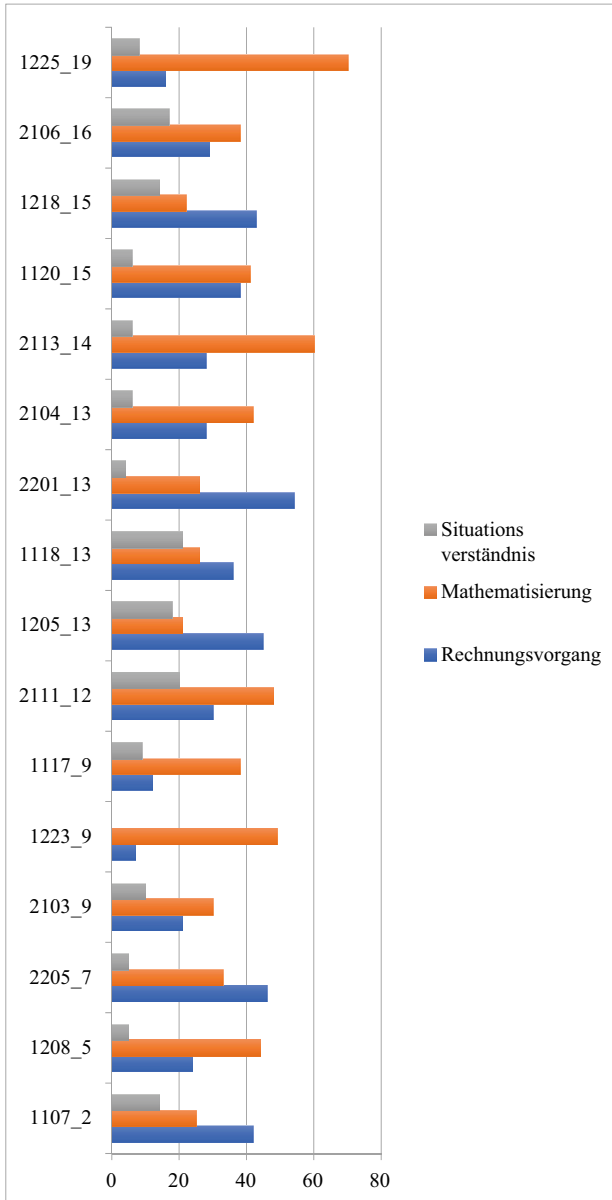


Abbildung 8.1 Die Lösungsschritte Situationsverständnis, Mathematisierung, Ausrechnen; Gruppen absteigend geordnet nach den erreichten Punkten bei der zusätzlichen Aufgabe

Aus Gründen der Übersicht wurden in die Abbildung 8.1 nur die drei zentralen und für die Aufgabenlösung längerdauernden Lösungsschritte *Situationsverständnis*, *Mathematisierung* und *Rechnungsvorgang* aufgenommen. Die Prozentzahlen ergeben somit zusammen nicht 100 %. Der Lösungsschritt *Situationsverständnis* braucht bei allen Gruppen am wenigsten Zeit, nämlich maximal 20 %. In etwa der Hälfte der Fälle braucht die *Mathematisierung* am meisten Zeit, bei den anderen Fällen ist der *Rechnungsvorgang* der zeitliche Spitzenreiter. In der Abbildung 8.1 sind die Fälle gemäss den erreichten Punkten bei der zusätzlichen Aufgabe angeordnet. Es ist jedoch kein Muster zu erkennen, welches darauf hinweisen würde, welcher Lösungsschritt zu welchen Anteilen im Lehr-Lerngespräch thematisiert werden sollte, damit ein Erfolg bei der zusätzlichen Aufgabe wahrscheinlicher wird. Auch ein Abgleich mit den drei unterschiedlichen Gestaltungen der Interaktionsmuster «Kleinklassengespräch», «lehrgesteuerte Gruppenarbeit» und «Schülergruppenarbeit mit Lehrpersonenunterstützung» (vgl. Abschnitt 7.7) hat keine Muster erkennen lassen: Die Interaktionsgestaltung ist unabhängig von der Dauer der für die einzelnen Lösungsschritte gebrauchten Zeit. Wenn also beispielsweise ein Lehr-Lerngespräch den von der Forschungsgruppe vorgegebenen Zeitrahmen von etwas 15 Minuten deutlich überzieht, so kann es daran liegen, dass die Lernenden viel Zeit brauchen für die Erstellung der Gleichung(en), also für die Mathematisierung, oder dass sie Schwierigkeiten haben, die Gleichungen zu lösen. Das Ziel für die Lehrperson war, dass die Schüler und Schülerinnen nach der tutoriellen Situation die Aufgabe verstanden haben. Die untersuchten Lehrpersonen gewichteten dieses pädagogische Ziel häufig weit mehr als die Einhaltung der 15 Minuten.

Generell kann gesagt werden, dass die Formulierung des *Antwortsatzes* nicht bei allen Gruppen schriftlich gemacht wurde, dass aber die Ergebnisse doch bei nahezu allen Gruppen mündlich gesagt wurden. Die Ausnahme bildet die Gruppe 1208, bei welcher die Lehrperson gegen Ende des Ausrechnungsvorganges diesen Schritt abbricht, um noch Zeit zu haben für die Kerzenaufgabe. Ein *Rückblick* wird etwa in der Hälfte der Gruppen gemacht. Er dauert immer nur kurze Zeit (höchstens eine Minute). Im Rückblick geht es entweder um die Sozialform oder um die fachlichen Schwierigkeiten, welche die Aufgabe stellte. Eine detailliertere Untersuchung über den Inhalt des Rückblickes hätte Erkenntnisse darüber geben können, was den Lehrpersonen besonders wichtig ist, ihren Lernenden mitzugeben, konnte aber in diesem Datensatz nicht gemacht werden, weil die Rückblicke schlicht zu kurz ausgefallen sind.

Zusätzliche Ergebnisse zum Problemlösevorgang

Als weiterer Schritt in etlichen Lehr-Lerngesprächen kam die so genannte *Probe* vor. Dieser Schritt überprüft, ob das Ergebnis auch richtig ist, indem man in unserer Aufgabe aufgrund der errechneten Anzahlen der Hühner und Kaninchen die Gesamtzahl der Beine ausrechnet. Die Probe wurde in einem Drittel der Fälle gemacht (vgl. Abschnitt 7.1.1, Tabelle 7.1). Dieser Schritt sollte, wenn er gemacht wird, vor dem Hinschreiben des Antwortsatzes erfolgen. Einige Lernende machten die Probe von sich aus, was darauf schliessen lässt, dass diese Lernenden den Lösungsprozess internalisiert hatten. In einigen wenigen Fällen machte die Lehrperson ihre Schüler und Schülerinnen darauf aufmerksam. Die Verwendung von *mathematischen Fachbegriffen* war im Grossen und Ganzen eher enttäuschend: Die Schüler und Schülerinnen äusserten in 15 Gruppen keinerlei Fachwörter. Dies ist nahezu die Hälfte der Fälle. In fünf Gruppen äusserten nicht mal die Lehrpersonen Fachwörter (vgl. Abschnitt 7.1.1, Tabelle 7.3). Positiv aufgefallen ist in einigen Fällen, dass die Lehrpersonen die Schüler und Schülerinnen explizit auf ein *systematisches Vorgehen* aufmerksam machten. So verweist beispielsweise eine Lehrperson (Fall 2110) auf die Checkliste, welche die Klasse zuvor im Unterricht erstellt hat. Etliche Lehrpersonen propagieren das Erstellen einer Tabelle und leiten ihre Lernenden explizit dazu an (als Beispiel Fall 2103). Auch die Lehrperson des Falles 1205 macht auf ein systematisches Vorgehen aufmerksam (vgl. Abschnitt 7.4.1). Einige Lehrpersonen brauchen ihre Schüler und Schülerinnen überhaupt nicht an ein systematisches Vorgehen zu erinnern, denn diese gehen von sich aus systematisch vor (beispielsweise die Fälle 1118 und 1120).

Die Mathematikdidaktik schlägt für einen nachhaltigen Erwerb von Lösungsstrategien vor, dass im Unterricht über *verschiedene Lösungswege* reflektiert wird (Durkin, Star & Rittle-Johnson, 2017; Hämmerle, 2023). Um dies machen zu können, müssen zuerst einmal zwei Lösungswege vorkommen. In unserem Datensatz ist dies nur bei 5 Fällen von 39 der Fall. Dies ist aus dem Blickwinkel der Fachdidaktik sehr bedauerlich und sollte in der Aus- und Weiterbildung von Lehrpersonen vermehrt thematisiert werden (Rüede, Mok & Staub, 2023). Eine kurze Diskussion mit den Lernenden über die unterschiedlichen Lösungswege fand in unserem Datensatz nur in zwei Fällen statt. Diese geringe Anzahl an Fällen könnte mit der Untersuchungsanlage zusammenhängen, die ein Zeitbudget von nur 15 Minuten vorgab. Im Fall 1118 (vgl. Abschnitt 7.5.5) wird nicht wirklich verglichen, sondern die beiden Lösungswege werden einzeln erklärt. Im Fall 1225 (vgl. Abschnitt 7.4.3) wurde mehrfach auf die unterschiedlichen Vorgehensweisen eingegangen und in der Mitte des Lehr-Lerngesprächs wurde sogar

die strukturelle Ähnlichkeit der beiden Gleichungen von der Lehrperson thematisiert. Da dies eine sehr gelungene Episode ist, wird sie hier nochmals wörtlich wiedergegeben:

Ausschnitt aus Transkriptauszug 1225.13:

	T (zu allen)	Und jetzt, wie wärs bei ihr, können wir helfen, wie wirs-machen müsst, ohne-ohne zweite Variable.
10:39:09	T	Bei ihr *ist* fünfunddreissig minus X//die Anzahl der Hühner, wie viele Beine haben-was? [...]
10:58:10	T	So , wie könnte man da die Anzahl der Hühnerbeine, eh, ausrechnen? Wenn die Anzahl der Hühner fünfunddreissig minus X ist? ... Wenns Y hiess, dann wars? [...]
11:32:14	T	... fünfunddreissig minus X ist die Anzahl der Hühner, was muss man da noch tun, um die Hühnerbeine zu kriegen?
11:39:12	T	Die Anzahl, und dann muss//
11:41:05	S4	//Die Anzahl der Hühner durch-durch, mal
11:43:08	S2	Mal vier?
11:44:16	S4	*Nein*, mal zwei.
11:45:20	S2	Mal zwei.
11:46:07	T	Mal zwei.

Die Situation dieser Lernenden war dergestalt, dass drei Lernende den Weg mit zwei Variablen eingeschlagen haben und eine Lernende denjenigen mit nur einer Variablen. Es wurden in dieser Gruppe also zwei Lösungswege zeitlich parallel verfolgt. Nun ruft die Lehrperson die drei Lernenden auf, der Schülerin mit dem Weg mit nur einer Variablen zu helfen. Dabei finden nun alle Lernenden mit der Unterstützung der Lehrperson heraus, dass auch hier der Term der Hühner mal zwei gerechnet werden muss, um die Anzahl der Hühnerbeine zu erhalten. Der Term unterscheidet sich, aber die Rechnungsart, wie hier in dieser Textaufgabe mit dem Term umzugehen ist, bleibt gleich.

Zuletzt soll auf einen Aspekt aufmerksam gemacht werden, den viele Lehrpersonen in unserem Datensatz gut beherrschen: Sie wissen, wo Schwierigkeiten bei ihren Lernenden vorhanden sind. Dies ist sehr oft beim *Variablenbegriff* der Fall (vgl. Abschnitt 3.2.5). Etliche Lehrpersonen fragen deshalb bewusst nach, was denn die Variable x bedeutet oder wofür sie steht.

Es wurde in diesem Kapitel festgestellt, dass die von der Theorie her zu erwartenden Lösungsschritte in nahezu allen Lehr-Lerngesprächen vorkamen. Zudem wurde auf gut gelungene einerseits und eher enttäuschende Aspekte andererseits

hingewiesen. Letztendlich interessiert jedoch, inwiefern die Schüler und Schülerinnen die besprochenen Lösungswege übernommen und auf die zusätzliche Aufgabe übertragen konnten. Darauf wird im Folgenden eingegangen.

8.1.2 Wird der gerade erarbeitete Lösungsweg aus dem Gruppengespräch für die Lösung der zusätzlichen Aufgabe von den Lernenden übernommen?

Ziel einer jeden Unterrichtssituation ist, dass sie bei den Lernenden einen nachweislichen Wissenserwerb bewirkt. Die Lehrpersonen erarbeiteten mit ihren Schülern und Schülerinnen die Textaufgabe grundsätzlich so, dass die Lernenden danach eine ähnliche Aufgabe selbstständig lösen können sollten. Im Idealfall sollten die Lernenden eine Strategie zur Problemlösung verinnerlicht haben und übertragen können. Ein Vergleich der Lösungswege aus den Tutoringsituationen und denjenigen, welche die Lernenden danach einzeln bei der zusätzlichen Aufgabe anwendeten, ergab folgendes Bild: Von den 128 Lernenden der 32 Tutoringgruppen verwendeten 89 Schüler und Schülerinnen (70 %) denselben Lösungsweg, welchen sie im Lehr-Lerngespräch soeben mit Hilfe der Lehrperson und ihren Mitschülern und Mitschülerinnen erarbeitet und schriftlich notiert hatten. 23 Schüler und Schülerinnen (18 %) wählten einen anderen Lösungsweg. Bei 16 Schülern und Schülerinnen (12 %) sind keine Notizblätter der Tutoringsituation vorhanden, jedoch wurde im mündlichen Lehr-Lerngespräch bei 12 Schülern und Schülerinnen der Weg besprochen, den die Lernenden dann auch bei der zusätzlichen Aufgabe anwendeten. Wenn man diese 12 Lernende dazuzählt, dann übernahmen 79 % den besprochenen Lösungsweg. Nur beim Fall 1107 (vgl. dazu Abschnitt 7.5.3) nahmen alle vier Lernenden einen anderen Weg: Sie versuchten die Lösung durch Probieren herauszufinden. Es ist davon auszugehen, dass die Lernenden des Falles 1107 den in der Tutoringsituation von der Lehrperson vermittelte Lösungsweg nicht verstanden haben.

Wie schnitten nun diese drei Gruppen von Schülern und Schülerinnen bei der zusätzlichen Aufgabe ab? Zur Erinnerung: Die Maximalpunktzahl pro Lernender bei der Auswertung der zusätzlichen Aufgabe war 6 Punkte, der Mittelwert aller Lernenden ist 2.2 Punkte (vgl. Abschnitt 6.5.3) (Tabelle 8.1).

Tabelle 8.1 Vergleich der Lösungswege der tutoriellen Situation und der zusätzlichen Aufgabe

Lösungsweg in tutorieller Situation und in der zusätzlichen Aufgabe	Anzahl der Lernenden (n = 128) aus den 32 vergleichbaren Fällen	Durchschnittspunkte der jeweiligen Lernenden
Gleicher Lösungsweg	89 Lernende (70 %)	2.4 Punkte im Durchschnitt
Anderer Lösungsweg	23 Lernende (18 %)	0.9 Punkte im Durchschnitt
Kein Notizblatt in der tutoriellen Situation	16 Lernende (12 %)	2.4 Punkte im Durchschnitt

Die Mehrheit der Lernenden verwendete denselben Lösungsweg, der soeben besprochen worden war. Diese Gruppe der Lernenden erreicht einen Punkteschnitt, welcher leicht über dem Mittelwert liegt. Diejenigen Lernenden, welche einen anderen Weg einschlugen, kamen mit ihrem «persönlichen» Lösungsweg selten klar: Sie konnten die zusätzliche Aufgabe nicht lösen und erreichten einen Punkteschnitt, welcher deutlich unter dem Mittelwert liegt: Sie erreichten nicht einmal einen Punkt im Durchschnitt (0.9). Dies lässt die naheliegende und für den Unterricht im Allgemeinen beruhigende Interpretation zu, dass es sich für die Schüler und Schülerinnen lohnt, dem Lehr-Lerngespräch konzentriert zu folgen und schliesslich selbst diesen erlernten Lösungsweg anzuwenden.

Der gute Schnitt derjenigen Lernenden, bei denen kein Notizblatt aus der Tutoringsituation vorhanden ist, kann ohne Bezugnahme zu weiteren Daten aus dem Gesamtprojekt (wie z. B. Leistungsdaten aus einem Pretest) nicht mit Sicherheit interpretiert werden. Es könnte sein, dass diese Lernenden generell gute Schüler und Schülerinnen sind, was v. a. beim Fall 2104 zu vermuten ist (vgl. Abschnitt 7.6.7). Diese Schüler und die Schülerin antworteten auf jede Frage ihres Lehrers korrekt und nach sehr kurzer Zeit. Zudem löste die Gruppe die Textaufgabe auch in einer Rekordzeit von nur 6 Minuten. Sie hatten wahrscheinlich schon vor der Gruppenunterrichtssituation eine Problemlösestrategie erarbeitet, so dass die Gruppenunterrichtssituation nur eine Wiederholung war, bei der nichts Unbekanntes zur Festigung aufgeschrieben werden musste. Auch bei den anderen Gruppen könnte eine gute Wissensbasis der Lernenden der Grund dafür sein, dass nichts verschriftlicht wurde. Das Forschungsteam konnte nicht kontrollieren, ob die Lehrpersonen die Gruppenunterrichtssituation wirklich mit «eher schwächeren» Schülern und Schülerinnen durchführten, wie es im Brief an die Lehrpersonen gewünscht worden war (vgl. Abschnitt 6.1).

8.1.3 Wie gestalten die untersuchten Lehrpersonen die Interaktionsstruktur des Lehr-Lerngespräches mit einer Gruppe von vier Lernenden?

Lernen wird aus kognitiver und sozial-konstruktivistischer Sicht als individueller Aufbau von Wissens- und Denkstrukturen verstanden (vgl. Abschnitt 3.1). Dieser Aufbauprozess geschieht oft unter Begleitung eines Experten auf dem Gebiet und kann deshalb auch als Nachkonstruieren aufgefasst werden (Aebli, 1981/1994; vgl. Abschnitt 2.1.1). In unserer Untersuchung hat interessiert, inwieweit den Schülern und Schülerinnen im Unterrichtssetting die Möglichkeit gegeben wurde, aktiv am Problemlöseprozess teilzunehmen und sich als Interaktanden darin mit Bezug auf wichtige Inhaltsaspekte des Aufgabenlösungsprozesses positionieren zu können (vgl. Abschnitt 4.3). Aktiv teilnehmen bedeutet partizipieren, seine Gedanken äussern und eigene Überlegungen einbringen zu können.

Aus diesem Grund wurde in einem ersten Analyseschritt eine quantitative Häufigkeitsauszählung der Redemenge der Lehrperson und der Lernenden gemacht (vgl. Abschnitt 7.3.1). Damit die Schüler und Schülerinnen die Verantwortung für einen gewissen Inhaltsbereich übernehmen können, müssen sie zuerst einmal über eine genügend grosse Redemenge verfügen. Als Befund hat sich gezeigt, dass nur in 6 von 33 Fällen die Schüler und Schülerinnen gemessen an der Anzahl der Wörter gemeinsam mehr reden als die Lehrperson. Zwar haben empirische Studien die enorme Redemenge der Lehrperson schon oft bestätigt (vgl. Ackermann, 2011; Pauli & Lipowsky, 2007; Seidel, 2003; Stigler et al., 1999), dennoch ist der Befund erstaunlich, zumal es sich bei unserem Setting gerade nicht um Klassenunterricht handelt, sondern um eine Gruppenunterrichtssituation. Zu erwarten gewesen wäre, dass die einzelnen Lernenden deshalb mehr Gewicht erhalten, und zwar nicht nur in Bezug auf die Wortmenge, sondern auch in Bezug auf die Gestaltung der Interaktion selbst, z. B. in Bezug auf das Auswählen von Lösungswegen, in Bezug auf die Bestimmung der Sozialform und in Bezug auf die eigene partizipative Stellung und das Lernsetting. Auch die Raumsituation lässt im Prinzip andere Verteilungen von Redezeit und Partizipation zu als der Klassenunterricht, da die vier Lernenden und ihre Lehrperson ja meist an einem Gruppentisch sitzen. Nur in fünf Fällen war das Raumsetting dem einer Klassenlektion ähnlich (vgl. Abschnitt 7.1.3, Tabelle 7.5), wo die Sitzordnung in oftmals parallelen, wenig kommunikationsförderlichen Reihen eine einseitige Redeverteilung begünstigt: Eine Lehrperson steht einer Gruppe von zahlreichen Lernenden gegenüber, die sie als «Masse» wahrnimmt. Das Lehr-Lerngespräch wird dadurch (leider) oft ein Dialog zwischen einer als unpersönliche Einheit gesehenen Schülergruppe und der Lehrperson. Wenn jedoch die fünf Teilnehmenden zur Lösung einer Textaufgabe an einem Gruppentisch sitzen, würde man

vermehrt einen Polylog mit als Individuen wahrgenommenen und gleichberechtigten Interaktanden erwarten. Die Lehrperson des Falles 1222 formuliert in ihrer Eröffnungssequenz ein solches Setting (vgl. Transkriptauszug 1222.1).

Transkriptauszug 1222.1

- 00:00 T [...] Ja, wir diskutieren aber jetzt untereinander, ja? Ich bin jetzt sozusagen mehr oder weniger einer von euch.
- 00:09 SN ()
- 00:09 T Aber ich lös' die Aufgabe deshalb**nicht** vor, dass es klar **ist**, wie die Rollenverteilung **ist**. Ja, aber als Ansprechpartner, ihr könnt mich ansprechen, und ich muss euch antworten, und ihr müsst mir antworten und ihr müsst euch gegenseitig antworten. Wir wollen versuchen, diese Aufgabe zu lösen.
- 00:23 SN Ja, ja, okay
- 00:25 T Ja, wir sind sozusagen ein Team, und deshalb setz ich mich dazu. [..]

Die Lehrperson des Falles 1222 ist eine der wenigen Lehrpersonen, die explizit kund tut, dass sie sich bei der Erarbeitung der Textaufgabe in diesem Gruppenunterrichtssetting als «primus inter pares» fühlt und sich auch so verhalten möchte. Sie sagt deutlich, dass sie sich als Ansprechpartnerin für den Inhalt sieht. Damit stellt sie klar, dass die Lehrperson von ihrem Wissen her höher positioniert ist, dies aber für die Interaktion keine Rolle spielen sollte. Die Autorin dieser Studie hätte mehr solche Eröffnungssequenzen und einen grösseren Redeanteil der Lernenden bei den quantitativen Häufigkeitsauszählungen (vgl. Abschnitt 7.3) erwartet. Eine Erklärung für die grosse Redemenge der Lehrpersonen könnte in der Zielsetzung der Tutoringsituation liegen: Die Lehrpersonen sollten mit vier «eher schwächeren Lernenden» die Textaufgabe so behandeln, dass die Lernenden sie am Ende verstehen» (Hugener, Pauli & Reusser, 2006, S. 266). Wenn die Lehrpersonen sich an die Aufforderung des Forschungsteams hielten und die tutoriellen Situationen tatsächlich mit vier schwächeren Lernenden durchführten, dann verlangte dies mehr Unterstützung der Schüler und Schülerinnen und somit auch längere Äusserungen der Lehrpersonen.

In der Fallanalyse der Gruppe 1205 (vgl. Abschnitt 7.4.1) konnten wir sehen, dass eine gute Unterstützung der Lehrkraft zwar schon eine gewisse Übermacht der Wortmenge bedeutet – die Lehrperson des Falles 1205 äussert 70 % der Wörter (vgl. Abschnitt 7.3.1, Tabelle 7.6) – dass dies jedoch nicht zwingend dazu führt, dass die Lernenden sich nicht untereinander austauschen können. Die Lehrperson gibt dem Schüler S4 viel individuelle Unterstützung, aber dennoch kommen Peerinteraktion vor (13 %, vgl. Abschnitt 7.3.2, Tabelle 7.7), welche auch Erklärungen des Inhalts von den Lernenden untereinander beinhalten. Die

Lehrperson spricht zwar viel, dennoch kann man die Erarbeitung der Textaufgabe als eine Problemlösung in der Gruppe bezeichnen. Als ein zentraler Befund dieser Studie kann deshalb gelten, dass eine Übermacht der Lehrperson an Äußerungen und Wörtern nicht zwingend mit einer Übermacht in Bezug auf substanzielle Beiträge vonseiten der Lernenden einhergehen muss. Dies wurde exemplarisch an der Fallanalyse 1205 beschreibend und interpretierend aufgezeigt. Dieser Lehrperson gelingt es, dass die Schüler und Schülerinnen aktiv teilnehmen, ihre eigenen Ideen einbringen und diese auch verantwortungsvoll verteidigen, auch wenn diese in eine Sackgasse führen¹. Wenn es den Lehrpersonen gelingt, dass die Lernenden sich als Autoren und Autorinnen ihrer Lösungsvorschläge fühlen, dann bewirkt dies, dass das Lernen tiefgehend ist. Einer der Gründe dafür ist, dass die Lernenden ihre Ideen erklären müssen. Erklärungen regen zum Nachdenken an, so dass das Wissen tiefer verarbeitet wird (Chi et al., 1994) oder man selbst zur Erkenntnis kommt, dass man in einer Sackgasse ist und mit diesem Lösungsansatz nicht weiterkommt. In einem zweiten Analyseschritt und bei den Mikroanalysen des dritten Analyseschrittes wurde deshalb auch auf den Grad der «authentischen» Beteiligung geachtet. Wenn man eine Äußerung in einem Gespräch einbringt, bedeutet das noch nicht, dass man selbst auf den Inhalt gekommen ist. Man kann auch die Worte eines anderen nachsprechen, was in Lehr-Lerngesprächen oft der Fall ist. Schüler und Schülerinnen gehen oft davon aus, dass die Lehrperson (oder auch der schlaue Mitschüler oder die clevere Mitschülerin) recht hat und wiederholen dann unhinterfragt die Äußerung als die ihrige. Das so genannte Produktdesign (vgl. 3.3.2, Krummheuer & Brandt, 2001; Brandt 2004; Krummheuer & Fetzer, 2005; Fetzer, 2007) erlaubt es, die Beiträge der Sprechenden in der Art ihrer Authentizität und Originalität zu differenzieren. Unterscheiden lassen sich vier Autonomiegrade der Sprechenden, die unterschiedliche Rollen haben in Bezug auf den Grad des selbstkreierten Anteils am Inhalt der Äußerung. Hat der oder die Sprechende für das Gesagte die volle inhaltliche und die volle formulatorische Verantwortung, dann wird er oder sie als *KreatorIn* bezeichnet. Diese Sprechenden sind somit die Autoren oder Autorinnen ihrer Äußerungen, was gleichzeitig bedeutet, dass sie für Erläuterungen verantwortlich sind oder verantwortlich gemacht werden können.

¹ Vgl. Abschnitt 7.4.1, Transkriptauszug 1205.4, bei dem die Schülerin S3, welche ihre Lösung von *dreiundzwanzig Kaninchen und einem Huhn* in etlichen Äußerungen verteidigt bzw. zu begründen versucht.

Im Analyseteil konnte mehrfach aufgezeigt werden, dass es Lehrpersonen gibt, welche auch mit oft als kleinschrittig bezeichneten Fragestellungen ihre Lernenden so weit bringen, dass es schliesslich die Lernenden selbst sind, welche eine für die Problemlösung substanzielle Äusserung in der Rolle als Kreatoren machen und diese dann auch erklären können. Als Beispiel sei hier nochmals eine Stelle aus dem Fall 2104 dokumentiert (vgl. Abschnitt 7.6.7, Transkriptauszug 2104.1).

Transkriptauszug 2104.1

			<i>[S3 liest die Textaufgabe vor]</i>
	00:11:02	T	Jetzt. Fragen?... Meine zum Textverständnis. *Ist eigentlich trivial, he.* Geht's um- um -eh- Beine und Tiere.
3.1c			Jetzt was soll man mit X bezeichnen?
3.1c			<i>[S2 meldet sich]</i>
3.1c	00:11:23	T	[S2].
3.1c	00:11:24	S2	Die Anzahl -eh- Schlangen.
3.1c	00:11:26	T	Anzahl Schlangen. Warum Schlangen und nicht Vogelspinnen?
3.1c	00:11:29	S2	Weil das die sind, die es am wenigsten- von denen es am wenigsten hat.
3.1c	00:11:32	T	Genau, ja. Also hat es X.
3.1c		T	Also X, das ist die Anzahl Schlangen.
			<i>[T schreibt dies an die Wandtafel]</i>

Die Lehrperson nimmt schon vorweg, dass es eine Kopf-Beine Aufgabe ist, welche man mit einer Gleichung löst, denn sie fragt sofort nach der Variablen X. Es ist jedoch der Schüler S2, welcher die Schlangen vorschlägt und dies auf die Nachfrage der Lehrperson auch gut begründen kann. Der Schüler S2 ist Kreator für die Aussage, dass X die Anzahl Schlangen ist. In diesem Beispiel spielt die Lehrperson aber dennoch eine leitende Rolle im Lehr-Lerngespräch.

Einigen Lehrpersonen aus unserem Datensatz gelingt es gut, die Lernenden als Autoren und Autorinnen in einer Weise zu positionieren, dass diese (nahezu) zu gleichberechtigten Partnern und Partnerinnen am Lehr-Lerngespräch werden (vgl. zum Begriff «Positioning» das Abschnitt 4.3). Für die Analyse, wie ein «Positioning»² geschehen kann, kann verwiesen werden auf die drei Fallanalysen von 1205, 1117 und 1225 (vgl. Abschnitt 7.4) und das Fallportrait 1118 (vgl.

² Der Begriff «Positioning» kann im Deutschen mit «Zuschreibung» übersetzt werden. Es geht darum, dass der oder die Sprechende einem anderen Interaktanden oder einer anderen Interaktandin durch die Formulierung eine hohe Stellung zuschreibt. Dies kann eine hohe Stellung in Bezug auf das Wissen sein oder in der organisatorischen Hierarchie der

Abschnitt 7.5.5). Um die Lernenden als Autoren und Autorinnen ihrer Lösungsansätze zu würdigen, können die Lehrpersonen konkret die Lösungsansätze der Lernenden wiederholen und namentlich bezeichnen, von wem dieser Ansatz eingebracht wurde. Noch nachdrücklicher ist es, wenn die Lehrperson, wie es der Lehrer aus dem Fall 1117 macht, im Rückblick nochmals darauf aufmerksam macht: Minute 18:40, T: *und so wie es die eh-, [S2] hier stehen hat, hätten wir es auch machen können, das wären jetzt zwei Gleichungen mit zwei Unbekannten gewesen,...* (vgl. Abschnitt 7.4.2, Transkriptauszug 1117.14). Eine weitere Möglichkeit, die Lernenden hoch zu positionieren, ist, wenn die Lehrperson auf eine Frage eines oder einer anderen Lernenden nicht selbst antwortet, sondern die Erklärung einem oder einer anderen Lernenden überlässt bzw. diesen oder diese dazu auffordert.

Die Lernenden können noch mehr Gewicht im Lehr-Lerngespräch erhalten, wenn sie selbst den Lösungsweg einbringen und die Lehrperson nicht schon von Anfang an diesen Entscheid vorwegnimmt, wie es die oben zitierte Lehrperson (vgl. Transkriptauszug 2104.1) gemacht hat mit ihrem Satz *Was soll man mit X bezeichnen?* (T-2104, Min. 00:11). Die Auszählung der 32 vergleichbaren Gruppen ergab, dass in 17 Fällen die Lehrperson den Lösungsweg eingebracht hat und in 15 Fällen der eingeschlagene Lösungsweg von den Lernenden entschieden wurde. Man muss allerdings bedenken, dass einige Lehrpersonen den Lösungsweg selbst einbringen mussten, weil die Lernenden auf keinen zielführenden Lösungsweg gekommen sind (vgl. dazu als Beispiel Fall 1107 im Abschnitt 7.5.3). Diese Lehrpersonen brachten ihren Input für eine gelingende Problemlösung erst nach einer Diskussion mit den Lernenden ein und nicht von Anfang an.

All diese Indizien, welche in dieser Studie ausgezählt und analysiert wurden, zeigen deutlich auf, dass die Interaktionsstruktur das Potenzial der Aufgabenstellung hervorholen kann. Ein Mittel für die Lehrpersonen, eine lernförderliche Interaktionsstruktur im Lehr-Lerngespräch zu erzielen, ist es, auf die eigenen Äusserungen zu achten und diese vermehrt in ihrer Funktion als didaktische Impulse zu reflektieren und bewusst einzusetzen. Dieser Grundgedanke zum Einsatz gesprächsförderlicher Impulse (*teacher moves*) wird seit längerem in der pädagogisch-psychologischen Literatur thematisiert (vgl. Abschnitt 3.3.3; vgl. u. a. Michaels, & O'Connor, 2011). Die Lehrpersonen sollten sich ihrer Macht bewusst sein, dass sie durch die Art und Weise, wie sie sprechen und Impulse

Gesprächsführung. Ein Beispiel: Wenn ich, statt direkt eine Frage zu stellen, sage, «Darf ich etwas fragen?» dann weise ich dem oder der anderen Interaktionspartner oder -partnerin die organisatorische Führung des Gespräches zu. Ich ordne mich also unter, indem er oder sie mir die Erlaubnis geben muss, eine Frage zu stellen.

geben, ihre Lernenden an das Reden in hochwertigen Gesprächsrollen heranzuführen und damit zum selbstständigen Problemlösen anregen können³. In mehreren Fallanalysen und Fallportraits wurde gezeigt, wie dies konkret aussehen kann (vgl. z. B. Fall 1118 im Abschnitt 7.5.5).

Bisher wurden der Aufbau des Problemlöseprozesses (vgl. Abschnitt 8.1.1) und die Gestaltung der Interaktion (vgl. Abschnitt 8.1.3) separat zusammengefasst, aber letztlich geht es um die Frage, wie diese zusammenhängen. Dies wird im nächsten Kapitel thematisiert.

8.1.4 Zeigen sich Verbindungen zwischen der Qualität der fachlich-fachdidaktischen Seite der Lösung der Textaufgabe und der Partizipations- und Interaktionsqualität des sozialen Geschehens?

Die Bearbeitungsform einer Problemlöseaufgabe innerhalb des Unterrichts und die Interaktionskultur sind die zentralen Dimensionen für eine gute Unterrichtsqualität (u. a. Kunter & Voss, 2011, S. 89). Eine kognitiv aktivierende Implementation der Aufgaben im Unterricht kann beispielsweise durch Unterrichtsgespräche erreicht werden, in denen die Lernenden angeregt werden, selbstständig die Gültigkeit ihrer Lösungsvorschläge zu überprüfen, oder durch eine diskursive Unterrichtskultur, in der Schülerinnen und Schüler zur Erläuterung unterschiedlicher Lösungswege ermutigt werden und die kognitive Selbstständigkeit der Lernenden gefördert wird (Kunter & Voss, 2011, S. 89). Es geht im Unterricht nicht nur um den Problemlöseprozess, sondern auch darum, dass die Lernenden sich trauen, ihre noch unfertigen mathematischen Gedanken zu äußern. Auch dies muss im Unterricht vielfach in beurteilungsfreiem und wertschätzendem Klima geübt werden. Eine Sequenz im Fallbeispiel 2115 (vgl. Abschnitt 7.6.9) kann dies an unserem Datensatz illustrieren, weil sich gerade in diesem Beispiel zeigt, dass es sehr viel Feingefühl in der Gestaltung der Interaktion braucht und dies für die Lehrpersonen nicht immer einfach umzusetzen ist. Lernende sind auch bei richtigen Lösungsansätzen nicht immer von ihren Ideen überzeugt und lassen sich schnell verunsichern. Im Fallbeispiel 2115 ist der Term für die Hühner von der Schülerin S4 korrekt genannt, aber nicht sofort von der Lehrperson bestätigt worden, so dass die Schülerin ihren Term für falsch hält. Sie

³ Der englische Begriff *teacher move* ist passend gewählt: Ein *move* ist ein Gesprächsschritt, ein Schachzug, welcher dazu eingesetzt werden kann, die Lernenden zu mehr Selbstständigkeit im Problemlösen zu fördern, indem man sie als Autor oder Autorin auch in Bezug auf das nötige Wissen positioniert.

hat die kognitive Selbstständigkeit für ihren mathematischen Gedankengang bzw. das Vertrauen in ihre eigenen Fähigkeiten noch nicht erreicht.

Transkriptauszug 2115.1 (zentrale Aussagen hervorgehoben)

- 04:50:02 T *Ja, nehmen wir an es wären zehn Hasen. Wie viele Hühner?*
- 04:53:19 S4 *Ja, dann die Differenz – also eh – fünfundzwanzig*//
- 04:57:01 SN //(Vier mal – man rechnet es mal zehn.)
- 04:59:16 SN *Es sind ja fünfunddreissig Tiere.*
- 05:02:02 T *Jawohl.*
- 05:03:06 S4 *Und zehn Hasen, also minus zehn, sind fünfundzwanzig Hühner, in dem Fall.*
[...]
- 05:28:18 T *Und wie lautet diese Rechnung? Fünfunddreissig minus die Anzahl von den ... von den anderen Tieren.*
- 05:32:14 S4 *Also minus X.*
- 05:34:03 T *Würdest du schon X sagen, das sei schon X? Sollen wir X definieren?*
- 05:38:11 S4 *Ja ich weiss nicht, nein.*
- 05:39:13 S4 *Ja, Sie, man weiss ja nicht wieviel Anzahl ... nein, nein, nein, nein.*
- 05:46:19 T *Warum nicht.*
- 05:47:03 S4 *Ich sage nichts.*
- 05:47:17 SN *Doch!*
- 05:48:06 T *Warum nicht, sei doch mutig!*
- [...]
- 08:22:22 S3 Was hast du dann vorhin gesagt?*
- [...]
- 08:54:07 S4 Dann habe ich es ja vorhin richtig gesagt.
- 08:55:09 T Ich habe nicht gesagt es sei falsch.
- 08:57:01 S4 Ja, aber sie haben mich so angeschaut. Ihr Blick ist immer so.

Die Lehrperson will auf der richtigen Antwort der Schülerin S4 aufbauen (Min. 05:34, T: *Würdest du schon X sagen, das sei schon X? Sollen wir X definieren?*), hat aber nicht bestätigt, dass der Term, welchen die Schülerin formuliert hat, stimmt. Die inhaltliche Nachfrage der Lehrperson, welche zur Fortsetzung des Gedankenganges anregen soll, verunsichert die Schülerin, statt sie zu tieferer

Begründung anzuregen. Die Lehrperson intendiert ein soziales Geschehen, was zur Diskussion anregen soll, und stellt eine kognitiv aktivierende Nachfrage, aber dies fruchtet bei der Schülerin S4 nicht. Es braucht in einem qualitativ guten Fachunterricht ein Eingehen auf die fachlichen Gedankengänge der Lernenden in einem wertschätzenden Klima «ohne falsche Blicke». Dass dies nicht immer einfach ist, zeigt die «mutlose» Reaktion der Schülerin S4. Ein in der Interaktion zu verfolgendes Ziel sollte hier sein, dass die Lernenden auch ohne Bestätigung der Lehrperson Vertrauen in ihre Lösungsbeiträge erlangen und sich bei einer Irritation nicht sofort aus der Interaktion zurückziehen.

Idealerweise sollte es in einem qualitativ hochstehenden Unterricht öfters zu Gesprächsmomenten verdichteter fachlicher Interaktionen zwischen den Schülern und Schülerinnen kommen. Daher wurden in dieser Studie auch die Peerinteraktionen im quantitativen Analyseteil ausgezählt (vgl. Abschnitt 7.3.2) und in den einzelnen Fallanalysen und Fallportraits besonders beachtet. Peerinteraktionen bieten von ihrer Konstellation her eine hervorragende Verbindung von fachdidaktischer Qualität und Interaktionsqualität, falls es den Schülern und Schülerinnen dort gelingt, die fachlichen Aussagen ihres Gegenübers durch Nachfragen oder Gegenargumente zu vertiefen. Die Ergebnisse der quantitativen Häufigkeitsauszählung aus unserem Datensatz sind jedoch eher ernüchternd: In den 32 Fällen konnten nur fünf Fälle (16 %) gefunden werden, bei denen die Peerinteraktionen mindestens ein Drittel der Äusserungen umfasst. In immerhin zehn weiteren Fällen (32 %) betragen die Peerinteraktionen zehn bis 25 Prozent der Äusserungen (vgl. Abschnitt 7.3.2, Tabelle 7.7). Bedenkt man, dass diese Gruppenunterrichtsgespräche bewusst als lehrpersonengeleitete Situationen geplant wurden, so relativiert sich das gewonnene Bild. Auch konnten in den Fallanalysen und Fallportraits mehrere hervorragende Beispiele von Peerinteraktionen identifiziert werden (vgl. v. a. Fall 1117, Abschnitt 7.4.2, Fall 2113, Abschnitt 7.5.2 und Fall 1120, Abschnitt 7.6.1). Peerinteraktionen können durch die Lehrperson zum einen durch die Sozialform des Unterrichts angeregt werden (vgl. Fälle 1120 und 2113). Eine zweite Möglichkeit besteht darin, dass Lehrpersonen in eher lehrergeleiteten Interaktionen wenig fachliche Inputs geben, d. h. wenig Kreatorenäusserungen einbringen, und den Lernenden durch ein geschicktes Positioning mehr Verantwortung im Problemlöseprozess übertragen. Dies bedingt, Schülern und Schülerinnen zuzutrauen, dass sie wertvolle fachliche Beiträge einbringen können. Das Lehr-Lerngespräch soll kein Vermitteln des Lösungsprozesses sein, sondern ein gemeinsames Erarbeiten mit Verantwortungsübernahme der Lernenden, welche sich nach und nach als Autoren und Autorinnen ihrer Beiträge und der Lösung fühlen. Dies gelingt, zumindest ansatzweise, den Lehrpersonen der Fälle 1205, 1117 und 1118 (vgl. dazu die Abschnitte 7.4.1, 7.4.2 und 7.5.5).

Inwiefern die fachliche Positionierung der Lernenden zu besseren Lernergebnissen führt, kann aufgrund unserer Datenlage nicht entschieden werden: Es kamen schlicht zu wenige klar fassbare Positionings vor. Bei denjenigen Fällen, in welchen das Setting als Schülergruppenarbeit gestaltet wurde (Gruppen 1120, 1218, 2113), war das bewusste Positionieren der Lernenden durch die Lehrperson (fast) nicht mehr nötig: Diese Schüler und Schülerinnen tauschten von sich aus ihre Gedankengänge und Lösungsansätze aus. Zudem konnten auch etliche Lernende, welche von einer stark steuernden Lehrperson zur Lösung geführt wurden, gute Lernerfolge vorweisen (vgl. dazu besonders den Fall 2106, Abschnitt 7.5.1).

In diesem Kapitel der Diskussion werden die Ergebnisse zusammengefasst zur Frage, inwieweit sich in unserem Datensatz eine Verbindung zwischen der Qualität der fachlich-fachdidaktischen Seite der Lösung der Textaufgabe und der Partizipations- und Interaktionsqualität des sozialen Geschehens zeigt und ob Lernende, welche in einem solchen Setting die Textaufgabe bearbeitet haben, bei der zusätzlichen Aufgabe besser abgeschnitten haben. Dazu wurden die 17 vergleichbaren und vollständig ausgewerteten Fälle in unterschiedliche Gestaltungsmuster unterteilt in Bezug auf das partizipatorische Geschehen und die Anleitung und Begleitung der Lehr-Lerngespräche durch die Lehrpersonen (vgl. Abschnitt 7.7). Es konnte zwischen drei Interaktionsmustern unterschieden werden, welche «Kleinklassengespräch», «lehrergesteuerte Gruppenarbeit» und «Schülergruppenarbeit mit Lehrpersonenunterstützung» genannt wurden. Die drei Muster unterscheiden sich hauptsächlich in der aufsteigenden Anzahl der Schüler- und Schülerinnenäußerungen, welche oft auch eine aufsteigende Prozentzahl von Peerinteraktionen beinhaltet. Es ist hier nochmals zu bemerken, dass diese Einteilung als Kontinuum gesehen werden soll. Zudem konnten zwei Fälle nicht zugeordnet werden, weil diese Lehrpersonen das Gruppenunterrichtssetting dazu nutzten, ihre vier Lernenden nahezu unabhängig voneinander zu unterstützen.

Als Ergebnistendenz wurde festgestellt, dass die Lernenden, welche in einem Setting «Schülergruppenarbeit mit Lehrpersonenunterstützung» gearbeitet haben, leicht besser bei der zusätzlichen Aufgabe abgeschnitten haben (vgl. Abschnitt 7.7.4). Zudem brauchten sie auch weniger Zeit in der tutoriellen Situation, bis sie zur Lösung gekommen sind. Bei einer nachhaltigen Erarbeitung eines Problemlöseprozesses ist jedoch der Zeitfaktor nicht unbedingt das ausschlaggebende Merkmal. Aus mathematikdidaktischer Sicht ist der Vergleich von zwei Lösungswegen zentral für ein tieferes Verstehen des Problemlöseprozesses (vgl. Abschnitt 3.2.6). Zwei Lösungswege sind in unserem Datensatz

jedoch nur in 6⁴ von 38 Fällen angesprochen worden⁵. Beim Interaktionsmuster «Schülergruppenarbeit mit Lehrpersonenunterstützung» kommt dies nur einmal vor.

Generell lässt sich mit Bezug auf unseren gesamten Datensatz sagen, dass die Mehrheit der Lehrpersonen den Fokus ihrer Unterstützung auf den Aufgabenlösungsprozess legte und weniger auf die Förderung der Partizipation aller Lernenden an diesem Prozess und auf den Austausch der Lernenden untereinander. Mehrere Lehrpersonen machten die Lernenden explizit auf ein systematisches Vorgehen beim Lösen der Aufgabe aufmerksam (aufgabenbezogene Strategien) und übten dieses mit ihnen ein. Die Schüler und Schülerinnen sollen somit den Lösungsprozess nachvollziehen (nachkreieren), müssen ihn jedoch nicht zwingend in der Interaktion miteinander vollständig selbstständig aufbauen. Dies ist nicht per se als Nachteil zu sehen, wenn man z. B. an die Ergebnisse der Metaanalyse von Hattie (2013) zum Begriff «direkte Instruktion» denkt, denn die direkte Instruktion schneidet in Bezug auf die Leistungsentwicklung gut ab. Unter direkter Instruktion, wie sie hier im so genannten «Kleinklassengespräch» in Erscheinung tritt, ist auch das Element Modelling enthalten. Auch das Steuerungselement «Scaffolding», angeleitetes Üben, kommt im Interaktionsmuster «lehrergesteuerte Gruppenarbeit» regelmässig vor. In einigen Fällen wird den Lernenden recht viel Zeit gelassen, sich schriftlich Gedanken zum Problemlöseprozess zu machen (vgl. Fall 1117, Abschnitt 7.4.2 oder Fall 2106, Abschnitt 7.5.1) und in sehr vielen Fällen werden die erarbeiteten Problemlöseprozesse von den Schülern und Schülerinnen sorgfältig notiert. Auf sehr vielen Notizblättern der Lernenden sind die vollständig durchgelösten Problemlösewege korrekt aufgeschrieben (vgl. Abschnitt 7.1.3, Tabelle 7.5). Die ko-konstruktive Erarbeitung des Problemlöseprozesses der Lernenden *untereinander* ist dagegen etwas weniger im Fokus, denn nur ein Drittel der Fälle kann dem Interaktionsmuster «Schülergruppenarbeit mit Lehrpersonenunterstützung» zugeordnet werden. Aus pädagogisch-psychologischer Sicht wäre dies jedoch ein sinnvolles Interaktionsmuster (vgl. Abschnitt 3.3.1), was vielfach theoretisch begründet

⁴ Falls man den Lösungsweg «Ausrechnen durch Probieren» nicht als eigenständigen mathematischen Lösungsweg dazu zählt, sind es nur 4 Fälle, welche 2 Lösungswege besprechen.

⁵ Zur Erinnerung: Der Datensatz enthält 38 Fälle, in denen die Kopf-Beine-Aufgabe behandelt wurde. Davon konnten jedoch nur 32 Fälle in Bezug auf die Interaktionskultur verglichen werden, weil bei den anderen sechs Fällen bestimmte Merkmale wie z. B. die Anzahl der Lernenden oder die fehlende oder nicht passende zusätzliche Aufgabe die Ergebnisse verfälscht hätte. In 17 Fällen wurde zudem der Problemlöseprozess tiefgehend untersucht. Die Gesamtanzahl der Fälle schwankt folglich je nach Fragestellung zwischen 17 und 38.

werden kann: Die Schüler und Schülerinnen können in Gruppenarbeiten untereinander kognitive Konflikte hervorrufen. Die Lernenden sind im Prozess des Wissenserwerbs näher beisammen und können gemäss Vygotskys Konzept der Zone der nächsten Entwicklung (vgl. Abschnitt 2.1.3) sich selbst gut unterstützen, da sie oft näher am laufendem Wissenserwerbsprozess ihres Mitschülers oder ihrer Mitschülerin sind als die Lehrperson. Zudem lernen sie in Gruppenarbeiten das Begründen ihrer fachlichen Meinung und können Verantwortung übernehmen sowohl für die Gemeinschaft der Lernenden als auch für den eigenen Problemlöseprozess. Dies spricht jedoch nicht gegen die Teilnahme der Lehrperson an kooperativen Denkprozessen (Pauli & Reusser, 2000), wenn sich die Lehrperson adäquat verhält. Dies bedeutet zum Beispiel, auf Fehlvorschläge und Sackgassen einzugehen und zu besprechen, warum diese nicht funktionieren oder den Problemlöseprozess komplizierter machen. Die Fallanalyse der Lehrperson 1225 (vgl. Abschnitt 7.4.3) bringt dafür gute Beispiele. Damit Unterricht gelingt, müssen die Lernenden adaptiv begleitet werden bei der eigenständigen Erarbeitung anspruchsvoller Fachaufgaben (Fauth et al., 2014, vgl. Abschnitt 1.2). Dies bedeutet, dass Lehrkräfte sensibel auf individuelle Lernbedürfnisse und Verständnisprobleme eingehen, kognitive Empathie zeigen (Reusser, 2019) und adaptive Lernbegleitung anbieten (Kunter & Voss, 2011). Das bedingt, dass die Lehrpersonen die Schwierigkeiten bei den Lernenden wahrnehmen, indem sie Lernprozesse der Schülerinnen und Schüler aufmerksam beobachten, so dass sie bei Bedarf passende Unterstützung anbieten können.

Sowohl die quantitativen als besonders die qualitativen Analysen dieser Studie haben gezeigt, dass jede Unterrichtssituation anders ist und dass auch scheinbar gegensätzliche Vorgehensweisen zu guten Ergebnissen führen können. Betrachtet man die Gesamtheit der Fälle des Datensatzes aus einer Vogelperspektive, so lassen sich unterschiedlich intensive Unterstützungsverhalten aufzeigen. In der Ausbildung von angehenden Lehrpersonen (vgl. Abschnitt 8.3) könnte somit adaptives Unterstützungsverhalten mit nachlassender Lehrersteuerung illustriert werden (vgl. das Konzept der «cognitive apprenticeship» von Collins, Brown & Newman, 1989). Unsere Daten sind Querschnittsdaten, jedoch lassen sich anhand der drei Interaktionsmuster (vgl. Abschnitt 7.7) die nachlassende unterstützende Begleitung des Prozesses der Bearbeitung von Textaufgaben durch die Lehrperson aufzeigen. Das heisst, dass die Lehrperson den Problemlöseprozess «zuerst» modellieren muss, wenn die Lernenden diesen noch fast gar nicht kennen. Der Fall 2201 ist ein solches Beispiel (vgl. Abschnitt 7.6.10). Sind die Lernenden bereits etwas fortgeschritten, sollte die Lehrperson sich dem Coaching des Lösungsprozesses und der Partizipation zuwenden – Beispiele dazu sind die Fälle, welche ins Interaktionsmuster «lehrgesteuerte Gruppenarbeit» eingeteilt

wurden. Adaptive Hilfestellungen (Scaffolding), soweit diese noch nötig sind, können am Interaktionsmuster «Schülergruppenarbeit mit Lehrpersonenunterstützung» illustriert werden. Wenn die Lernenden den Problemlöseprozess nahezu selbstständig bewältigen, wie es die Lernenden im Fall 1120 können, «dann» soll sich die Lehrperson allmählich aus dem Problemlöseprozess der Schülergruppe zurückziehen (Fading). Es sei nochmals angemerkt, dass unser Datensatz nicht real den generellen Erwerbsprozess zur Bearbeitung von Textaufgaben illustriert, sondern dass einzelne Phasen des Erwerbsprozesses gemäss dem cognitive apprenticeship-Modell in der Ausbildung aufgezeigt werden können.

8.2 Diskussion des methodischen Vorgehens und Forschungsdesiderata

8.2.1 Anmerkungen zum verwendeten Datensatz

Die vorliegende Studie beruht auf einem Teildatensatz der schweizerisch-deutschen Videostudie, welche in den Jahren 2000 – 2006 durchgeführt wurde (vgl. u. a. Klieme, Pauli & Reusser, 2006; Reusser & Pauli, 2013). Die Filmaufnahmen der Unterrichtssequenzen wurden 2002 gemacht. Als Kritikpunkt zu den hier vorgestellten Ergebnissen könnte somit eingewendet werden, dass die Ergebnisse nicht mehr aktuell seien. Da es sich um problemlösende Lehr-Lerngespräche im Schulfach Mathematik handelt und das Lösen von Textaufgaben immer noch einen prominenten Lerngegenstand darstellt, halten wir die Ergebnisse aber nach wie vor für aktuell. Gleichungen mit Variablen zu lösen, wird auch im neuen Lehrplan behandelt (vgl. Lehrplan 21, 2017, Zyklus 3, Fachbereich Mathematik, S. 3 ff.). Sodann ist hinlänglich bekannt, dass sich Unterrichtsmethoden nur langsam ändern⁶. Als weitere Limitation der Studie ist die ausgewählte Stichprobe zu nennen. Da die Teilnahme an dieser umfangreichen Videostudie für die Lehrpersonen mit erheblichem Aufwand verbunden war, musste die Rekrutierung auf freiwilliger Basis erfolgen. Es konnte daher nicht mit einer repräsentativen Stichprobe gerechnet werden (Hugener et al., 2006). Eine weitere Eigenheit des Datensatzes in Bezug auf die Textaufgaben ist, dass die schweizerischen und die deutschen Schüler- und Schülerinnen zum Zeitpunkt der Videoaufnahmen nicht

⁶ Dies zeigt auch ein Blick in eine Vorlesung für Lehramtsstudierende der Universität Zürich aus dem Jahre 2022, bei der aufgezeigt wird, dass der Frontalunterricht, besonders am Gymnasium, immer noch die häufigste Unterrichtsform ist (Petko, 2022), auch wenn erweiterte Lernformen mittlerweile Eingang ins Repertoire der Lehrpersonen fanden.

in derselben Jahrgangsstufe waren und somit unterschiedlich lange Schulerfahrungen in Mathematik und in der Behandlung von Textaufgaben hatten⁷. Die deutschen Klassen waren in der 9. Jahrgangsstufe, aber die Schweizer Klassen erst in der 8. Jahrgangsstufe. In Bezug auf das Lösen von Gleichungen hatte dies zur Folge, dass nur die deutschen Lernenden, zumindest im Prinzip, den Lösungsweg mit zwei Variablen einschlagen konnten. Im Lehrplan der Schweizer Klassen kam der Lösungsweg mit einem linearen Gleichungssystem noch nicht vor. In dieser Studie wurde öfters die Wichtigkeit betont, zwei Lösungswege zu vergleichen (vgl. Abschnitt 3.2.6). Dies ist jedoch für die Schweizer Lehrpersonen in ihrer Gestaltung der Gruppenunterrichtsgespräche zur Problemlösung schwieriger durchzuführen, da ihre Lernenden über weniger Lösungsmöglichkeiten verfügen. Das Aussergewöhnliche und daher das Belangvolle an diesem Datensatz soll zum Schluss nochmals hervorgehoben werden: Alle Gruppen lösten dieselbe standardisierte Textaufgabe, so dass die Vorgehensweisen zur Problemlösung und die Interaktionsformen im Detail verglichen werden konnten. Zudem mussten die Lernenden nach der Gruppenunterrichtssituation eine sehr ähnliche Textaufgabe in Einzelarbeit lösen, so dass ihr Verständnis des erarbeiteten Problemlösevorganges überprüft werden konnte.

8.2.2 Diskussion des methodischen Vorgehens und Grenzen der Studie

Ziel der vorliegenden Studie war eine vertiefte prozessbezogene Analyse einerseits der fachlich-fachdidaktischen Qualität und andererseits der Interaktionsqualität von problemlösenden Lehr-Lerngesprächen und das Zusammenspiel der beiden Analyseperspektiven mittels Fallanalysen und Fallportraits. Da eine gleichermaßen ausführliche sequenzanalytische Beschreibung von 39 Fällen den Rahmen jeder Arbeit gesprengt hätte, wurde für das Auswertungsverfahren ein dreischrittiges Vorgehen gewählt, um die auszuwählenden Fälle nicht per Zufall zu bestimmen, sondern durch vorhergehende deskriptive und quantitative Analysen begründet auszulesen. Es wurden jeweils beide Fragestellungen (fachlich-fachdidaktischer und interaktions-partizipationsbezogener Fokus) in jedem Analyseschritt berücksichtigt. Als erster Analyseschritt wurde eine dokumentierte Sichtung aller Fälle ($N = 39$) in Form von Übersichtstabellen erstellt (vgl. für

⁷ Der Grund für die unterschiedlichen Jahrgangsstufen ist, dass in allen Klassen beider Länder eine Einführung in den Satz von Pythagoras stattfinden musste, da dies ein Schwerpunkt des Forschungsdesigns war. In Deutschland wird der Satz des Pythagoras erst im 9. Schuljahr, in der Schweiz schon im 8. Schuljahr behandelt.

die Methode des Abschnitts 6.4 und für die Ergebnisse des Abschnitts 7.1), welche sowohl deskriptive Kriterien als auch quantitative Häufigkeitsauszählungen zur Interaktionsstruktur und zum Vorgehen bei der Problemlösung enthalten. Aus diesem ersten Analyseschritt hat sich ergeben, dass von den 39 gefilmten Gruppenunterrichtssettings nur 32 vollständig dokumentierte Fälle vorhanden waren, welche für die detaillierte Stichprobe herangezogen werden konnten. Im zweiten Analyseschritt wurde der Prozessverlauf untersucht (vgl. Abschnitt 6.5), indem Kodiersysteme beigezogen und neu entwickelt wurden, welche sich einerseits auf den Prozess der Aufgabenlösung (vgl. Abschnitt 7.2) und andererseits auf die Merkmale der Interaktion und Partizipation (Abschnitt 7.3) fokussierten. In Bezug auf die fachlich-fachdidaktische Seite des Problemlöseprozesses wurden die Aufgabenstellungen auf der Basis der «Rahmentheorie der Mathematisierung» (Reusser, 1989) in ihre Prozessschritte unterteilt (vgl. Abschnitt 6.5.2) und an den Transkripten kodiert, so dass die Reihenfolge und die Dauer der einzelnen Lösungsschritte pro Fall und teilweise sogar pro Schüler oder Schülerin eruiert werden konnte (vgl. Abschnitt 7.2). Dies erlaubte es, der Tiefenstruktur des Lernprozesses auf den Grund zu gehen. In Bezug auf den Analyseschritt zur Interaktions- und Partizipationsstruktur kann gesagt werden, dass mit der Kodierung nach dem Produktdesign in Anlehnung an Krummheuer und Mitarbeitende (vgl. Abschnitt 6.5.5, und Brandt, 2004; Krummheuer & Brandt, 2001; Krummheuer & Fetzer, 2005) die gemeinsame Ko-Konstruktion empirisch aufgezeigt werden konnte. Im gemeinsamen Problemlöseprozess konnten verschiedene Lernende zentrale fachliche Elemente einbringen: Die einzelnen Lernenden übernahmen für unterschiedliche (Teil)schritte des Lösungsprozesses die Verantwortung. Der Problemlöseprozess fand im Unterrichtsgespräch mit aufeinander aufbauenden Argumentationen statt und die einzelnen Schüler und Schülerinnen konnten Autoren und Autorinnen mit voller Verantwortung für ihre Äusserungen sein. Sie waren sogenannte Kreatoren. Dies konnte in der Kodierung am Transkript sichtbar gemacht werden. Neben der Differenzierung der Grade der Autorenschaft (KreatorIn, TraduktorIn, ParaphrasiererIn und ImitierierIn) von Krummheuer und Mitarbeitenden, die aufzeigt, dass nicht jede mündliche Beteiligung der Lernenden sie zur Verteidigung oder Begründung ihrer Aussage zwingt, wurde in dieser Studie noch eine weitere Verfeinerung vorgenommen, der Ko-Kreator. Dieser Begriff dient dazu, dass aufgezeigt werden kann, dass zwei oder mehr Lernende gemeinsam einen Schritt in der Lösungsidee erarbeiten und weiterentwickeln, oder dass auch die Lehrperson einem Lernenden «auf die Sprünge helfen» kann, so dass der Schüler oder die Schülerin schliesslich den entscheidenden Teil des Lösungsschrittes selbst sagen kann, was ohne die Unterstützung der Lehrperson jedoch nicht gegangen wäre (vgl. das Ankerbeispiel T-1225 ab

Minute 5:40, Abschnitt 6.5.5). Der dritte und wichtigste Analyseschritt dieser Studie konkretisierte an drei sehr ausführlichen Fallanalysen (vgl. Abschnitt 7.4) und fünf etwas reduzierteren Fallportraits (vgl. Abschnitt 7.5) den prozessbezogenen Ablauf von realen Lehr-Lerngesprächen und arbeitete die Verbindungen heraus zwischen der Qualität der fachlich-fachdidaktischen Seite der Lösung der Textaufgabe und der Partizipations- und Interaktionsqualität (vgl. Fragestellung 3, Kapitel 5). Die Fälle wurden so ausgewählt, dass eine grosse Vielfalt an Realisierungsmöglichkeiten aufgezeigt werden konnte, wobei auch ein nicht wirklich gelungener Fall aufgenommen wurde (vgl. Abschnitt 7.5.3). Bei den anderen berichteten Fällen konnten einige erfolgsversprechende Episoden oder Sequenzen eruiert und deren Qualität beschrieben werden. Da der Datensatz auch Transferaufgaben zu einer sehr ähnlichen Textaufgabe enthält, konnte das Verständnis der Lernenden im Anschluss an das Lehr-Lerngespräch zumindest ansatzweise überprüft werden. Die Resultate dieser zusätzlichen Aufgaben wurden als möglicher Massstab für den Erfolg der Lehr-Lerngespräche verwendet, obwohl bewusst war, dass diese Lernenden das Problemlöseverfahren zum Lösen von Kopf-Beine-Aufgaben nicht in der Gruppenunterrichtssituation neu erlernt hatten, sondern dass die Gruppenunterrichtssituation als tutorielle Situation für eher schwächere Lernende zur Festigung des Wissenserwerbs gedacht war. Der zu Grunde liegende Problemlösevorgang wurde schon zuvor in Klassenunterrichtslektionen erarbeitet. Das Design der Forschungsanlage konnte ausserdem keinen Vortest für die Kopf-Beine-Aufgabe berücksichtigen. Immerhin bedeutet ein richtiges Ergebnis mit vollständig aufgeschriebenem Lösungsweg, dass der Problemlöseprozess verstanden wurde. Diese Punkte zeigen Grenzen der Studie auf. Dazu ist zu beachten, dass die hier untersuchten lehrpersonenbegleitenden Gruppenunterrichtssituationen ein spezielles Setting sind, welches in der Regel nicht im alltäglichen Schulunterricht vorkommt: Die Situation war sowohl für die Schüler und Schülerinnen als auch für die Lehrpersonen neu und ungewohnt. Es kann deshalb sein, dass einige Lehrpersonen nicht ihr normales Unterrichtsverhalten zeigten. Dennoch ist davon auszugehen, dass das Verhalten der Lehrpersonen im alltäglichen Unterricht nicht grundsätzlich vom videografierten Verhalten abweicht. In der Fallanalyse zur Gruppe 1205 (vgl. Abschnitt 7.4.1) wurde zum Beispiel aufgezeigt, dass diese Lehrerin das aufmerksame Lesen der Textaufgabe auch im Klassenunterricht immer wieder betont. Und der Lehrer der Gruppe 2105 äussert im Interview, dass er zuerst immer eine Bestandsaufnahme macht und danach je nach Lösungsweg unterschiedliche Tipps gibt: *mache eigentlich normalerweise immer zuerst eine Bestandsaufnahme, will schauen, wie weit kommen die Schüler selber, und gebe dann nachher Tipps und Hinweise, eh, wie, wie sie weiterkommen*

(Auszug aus dem Interview mit der Lehrperson 2105). Dies ist somit die Vorgehensweise, welche dieser Lehrer beim Lösen von Textaufgaben generell vollzieht (vgl. Abschnitt 7.5.4).

Auch der nicht komplett vermeidbare subjektive Charakter der Interpretation muss bei der Deutung der Ergebnisse stets beachtet werden: Man sollte immer im Auge behalten, „dass bei aller soliden empirischen Fundierung jede Beschreibung interpretativ und perspektivisch ist und stets Konstruktcharakter hat“ (Deppermann, 2008, S. 99). Somit können auch die einzelnen Kriterien, welche die Interpretation anleiteten, kritisiert werden, obwohl sie theoriebasiert entwickelt wurden (vgl. Abschnitt 6.6). So wurde zum Beispiel im Ergebnis teil mehrfach berichtet, wie lange die Gruppe zur Lösungsfindung brauchte. Um jedoch die Frage zu beantworten, wie Lehrpersonen einen *verstehensorientierten* Lehr-Lernprozess gestalten, sollte der Zeitaspekt keine grosse Rolle spielen. Auch die Frage, inwiefern das korrekte numerische Ergebnis von Bedeutung ist, kann diskutiert werden. Denn wenn ein verstehensorientierter Lernprozess angestrebt wird, geht es weniger um das numerische Ergebnis, sondern um die Erarbeitung eines für diese Art von Aufgaben allgemeingültigen Problemlöseprozesses, welcher längerfristig von den Lernenden auf andere ähnliche Aufgaben angewendet werden kann. Eine der untersuchten Lehrpersonen hörte nach dem Aufstellen der Gleichung und der Erinnerung, wie man ein lineares Gleichungssystem löst, mit der Besprechung dieser Aufgabe auf. Ideal wäre zudem ein Forschungsdesign, bei welchem die Transferaufgabe nicht sofort nach der tutoriellen Situation erfolgt, sondern erst nach einiger Zeit, um den langandauernden Erwerb dieses Problemlöseprozesses bei den Lernenden zu verifizieren.

8.2.3 Forschungsdesiderata

Im vorhergehenden Kapitel wurden bei der Erwähnung der Grenzen dieser Studie implizit schon einige Vorschläge für weitere Forschungsfragen oder veränderte Forschungsdesigns angesprochen; beispielsweise, dass in der Gruppenunterrichtssituation eine neue mathematische Vorgehensweise erlernt wird. Somit hätte die zusätzliche Aufgabe, welche die Lernenden nach dem Lehr-Lerngespräch in Einzelarbeit lösen mussten, mehr Gewicht – sie wäre dann in der Tat ein Leistungstest und könnte eine mikrogenetische Leistungsentwicklung aufzeigen. Damit könnten spezifische Rückschlüsse auf die Interaktionsstruktur und den neuen Problemlösevorgang gezogen werden. Am Beispiel unserer Textaufgabe und unseres Settings wäre dies ohne grossen Aufwand zu bewerkstelligen gewesen. Die Lehrpersonen aus der Schweiz hätten die Aufgabe gehabt, ihren Schülern

und Schülerinnen das Verfahren mit zwei Variablen zur Lösung dieser Art von Textaufgaben beizubringen. Dies hätte selbstredend den Fokus der Fragestellung von der Unterstützungsfunktion der Lehrperson auf die Vermittlungsfunktion verschoben. Ziel dieser Studie war es indessen, genauere Erkenntnisse dazu zu gewinnen, inwiefern die Interaktionsstruktur und somit das Unterstützungsverhalten der Lehrperson und allenfalls auch dasjenige von Mitschülern und Mitschülerinnen den Erwerb von Fachinhalten verstärken kann (vgl. Kapitel 5). Theoretische Grundlage war die Erkenntnis, dass Lernen ein durch sozialen Austausch ermöglichter Aufbauprozess ist, der von Erziehungs- bzw. Bezugspersonen unterstützt, angeleitet oder sogar hervorgerufen werden kann (Aebli, 1983), und dass das interaktionale Verhalten somit erheblich zum Lernerfolg beiträgt. Dies wurde in der vorliegenden Studie anhand eines Datensatzes von 39 Lehr-Lerngesprächen von Lehrpersonen mit je vier Lernenden untersucht.

Weitere Fragestellungen, welche aufgrund des umfangreichen und wertvollen Datensatzes sinnvoll und sicherlich ertragreich wären, wäre etwa ein Vergleich der Ergebnisse mit dem ebenfalls als Datensatz vorliegenden Unterstützungsverhalten derselben Lehrpersonen in einer 1:1-Situation. In der 1:1-Situation wurde dieselbe Aufgabe mit je nur einem Schüler oder einer Schülerin behandelt, so dass die Adaptivität in Bezug auf nur einen Lernenden vielleicht leichter erfassbar sein könnte (vgl. Wischgoll, Pauli & Reusser, 2015). Der Datensatz enthält zudem auch Klassenlektionen zu Textaufgaben, so dass untersucht werden könnte, inwiefern sich die Unterrichtsstruktur einer Lehrperson im Unterricht mit einer ganzen Klasse ändert bzw. was von ihrem Erklär- und Unterstützungsverhalten sehr ähnlich ist wie in einer kleinen Gruppe von vier Lernenden. Ein weiterer Aspekt könnte der vermehrte Einbezug der Lehrpersonenkognitionen sein: Es wurden Interviews zu den tutoriellen Situationen aufgenommen (vgl. Abschnitt 6.1), so dass der Zusammenhang der geäußerten Kognitionen mit den verwirklichten Unterrichtssituationen bzw. tutoriellen Situationen erforscht werden könnte. Ein vermehrter Einbezug in die Auswertungen der empirischen Daten der Anfangssequenzen wäre bestimmt ebenso lohnend. Wie am Ende des Abschnitts 6.6 gesagt, verdient der Anfang einer Interaktion besondere Beachtung. Die Eröffnungssequenz bildet gleichsam den Rahmen, in dem die Handlung ablaufen kann. Zudem lässt sich mit der Analyse des ganzen Gespräches eruieren, inwiefern sich die Lehrperson an ihren Anfangsplan hält oder inwiefern sie bewusst oder unbewusst davon abweicht.

Um exakter zu erfassen, wie sich das Unterstützungsverhalten von ausgebildeten Lehrpersonen von demjenigen von nicht professionellen Tutoren oder Tutorinnen unterscheidet, und somit genauer zu erfahren, welche Unterstützungs-kompetenzen angehende Lehrpersonen für ihre Professionalisierung erwerben

müssen, könnte ein Vergleich Aufschluss geben, wie nicht professionelle Erklärer und Erklärerinnen, seien es Väter oder Mütter oder Nachhilfepersonen ohne didaktische Ausbildung bei der Lösung derselben Aufgabe unterstützen. Dazu müsste ein neuer Datensatz erhoben werden mit Lernenden derselben Jahrgangsstufe und nicht professionellen Tutoren und Tutorinnen, welcher mit denselben Forschungsinstrumenten ausgewertet wird.

In der Ergebniszusammenfassung dieser Studie wurde im Abschnitt 8.1.4 beschrieben, dass die Gesamtheit unserer Fälle einzelne Phasen eines Lehr-Lernprozesses im Sinne des Konzeptes der *cognitive apprenticeship* (Collins, Brown & Newman, 1989) illustriert. So lässt sich an den Gesprächen einiger Lehrpersonen zeigen, wie die Lehrpersonen den Problemlöseprozess modellieren, in anderen, wie sie die Aktivitäten der Schülerinnen und Schüler mit Coaching und Scaffolding unterstützen. Ein längsschnittliches Untersuchungsdesign mit gleichbleibenden Lehrpersonen, welche mit ihren Schülern und Schülerinnen einen neuen Aufgabentyp erarbeiten, diesen dann mehrfach mit ihnen üben und sich idealerweise am Ende des Lehr-Lernprozesses zurückziehen, könnte aufzeigen, ob sich gut ausgebildete Lehrpersonen tatsächlich in der Lernprozessbegleitung dem sich aufbauenden Wissensstand der Lernenden anpassen. Dazu braucht es eine gute Diagnosekompetenz, Adaptivität in der Unterstützung und ein feines Gespür im Gesprächsverhalten. Die Lehrpersonen müssen sich auf einen gleichberechtigten Dialog mit den Lernenden einlassen, den Schülern und Schülerinnen tatsächlich zuhören und sich in ihre Denkprozesse hineinbegeben. Dies muss in einem positiven Lernklima geschehen (Meyer & Turner, 2006), in dem sich die motivationale Unterstützung mit der kognitiven Unterstützung vereint.

8.3 Schlussfolgerungen für die pädagogische Praxis

Es konnte in dieser Studie aufgezeigt werden, dass sehr unterschiedliche Interaktionsmuster zu befriedigenden Resultaten bei der zusätzlichen Aufgabe führten, sobald alle zentralen Elemente des Problemlöseprozesses im Lehr-Lerngespräch thematisiert wurden. Die Thematisierung kann sowohl von der Lehrperson gemacht werden als auch von den Schülern und Schülerinnen selbst ausgehen. Eine erste Schlussfolgerung ist, dass die Lehrpersonen für die Erarbeitung mit ihren Lernenden so gut vorbereitet sein sollten, dass sie den Problemlösevorgang stets vor Augen haben, auch wenn die unterschiedlichen Schüler und Schülerinnen verschieden weit fortgeschritten sind bei der Aufgabenlösung und

zudem noch unterschiedliche Lösungswege anpeilen. Dies ist sehr anspruchsvoll für die Lehrperson, denn sie müssen sich jederzeit aller Verstehens-elemente (Drollinger-Vetter, 2011) bewusst sein und schon im Voraus wissen, bei welchen Problemlöseschritten es zu Schwierigkeiten für die Schüler und Schülerinnen kommen könnte. Dort sollten sie z. B. durch Nachfragen das Verständnis der Lernenden überprüfen. Lehrpersonen müssen bei der Begleitung der Lernenden auf die Tiefenstruktur des Unterrichts achten und ihr didaktisches Handeln von den Lernprozessen der Schüler und Schülerinnen her denken und besonders auf vollständige Lernprozesse achten (Aebli, 1983/1998; Reusser, 2014, 2019). Die Auswertungen ergaben, dass nicht in allen Interaktionsmustern die zwei zentralen Dimensionen von Unterrichtsqualität (vgl. Kunter & Voss, 2011), nämlich die fachlich-fachdidaktische und die interaktionale Seite des Geschehens, gleichermaßen beachtet wurden. Die Mehrheit der Lehrpersonen fokussierte sich besonders auf die fachlichen Aspekte des Problemlösevorganges. Dies obwohl inzwischen in der didaktischen Literatur längst bekannt ist, dass es gehaltvolle Lehr-Lerngespräche braucht, um die kognitive Selbstständigkeit der Lernenden zu fördern (Greeno, 2006; Mercer, 1995; Michaels, O'Connor, & Resnick, 2008; Pauli & Reusser, 2018). Denn auch der Problemlöseprozess enthält eine sprachliche Seite: Die Lernenden sollen die Gelegenheit bekommen, ihre Vorgehensweise zu artikulieren, um tiefergehende Lernprozesse zu erwirken. Die empirisch befestigte Erkenntnis, dass es zu einem produktiven Lernprozess führt, wenn Schüler und Schülerinnen untereinander fachliche Diskussionen führen, muss noch vermehrt in der Praxis ankommen. Die Lehrpersonen legen in ihrer Gestaltung der Unterrichtsgespräche dazu die Grundlage, nämlich indem sie ihren Lernenden ermöglichen, zunehmend mehr Verantwortung zu übernehmen sowohl für die Fachbeiträge als auch für deren argumentative Begründung. Dies kann dadurch geschehen, dass die Lehrpersonen ihre Lernenden durch die Struktur des Lehr-Lerngespräches oder durch geeignete Formulierungen so positionieren, dass diese sich als Autoren und Autorinnen ihrer Lösungswege sehen. Einige in dieser Studie analysierte Videobeispiele konnten konkrete Vorgehensweisen dahingehend aufzeigen (vgl. dazu die Fallbeispiele 1205, Abschnitt 7.4.1, und 1117, Abschnitt 7.4.2, oder das Portrait 2113, Abschnitt 7.5.2). Lehrpersonen sollten ausserdem vermehrt mit dem Konzept der verantwortlichen Gesprächsteilnahme (vgl. Abschnitt 3.3.3 zum Accountable Talk) vertraut gemacht werden. In Aus- und Weiterbildungen können *teacher moves* (Michaels, O'Connor & Hall, with Resnick, 2002; Pauli & Reusser, 2018) trainiert werden, welche dazu dienen, dass sie bei den Lernenden Verstehens- und Denkprozesse auslösen. Die Lernenden vertiefen ihr Wissen in einem solchen Lehr-Lerngespräch zwangsläufig, wenn es gut geführt ist, da die Lehrpersonen sie durch Nachfragen dazu anregen,

ihr Fachwissen weiter zu durchdringen. Sie durchdenken ihre Lösungsansätze nochmals und konsolidieren und stabilisieren somit ihr Verständnis. Eine weitere Möglichkeit, eine gute Verstehensqualität zu erreichen, ist, wenn vermehrt verschiedene Lösungswege erarbeitet und verglichen werden (Durkin et al. 2017; Hämmerle, 2023; Rüede et al. 2023). Denn dies erhöht sowohl die Gesprächsqualität, da die unterschiedlichen Lösungswege zur Diskussion anregen, als auch die fachliche Verstehentiefe. Auch dies sollte somit verstärkt in den Unterricht und die Aus- und Weiterbildung von Lehrpersonen eingebaut werden (Mok et al. 2022).

Zusammenfassend ist zu betonen, dass in allen drei eruierten Gesprächsmustern, bei denen gute Ergebnisse bei der zusätzlichen Aufgabe erreicht wurden, die Lehrpersonen eine zentrale Rolle innehatten (vgl. Abschnitt 7.7): Sie waren für die Steuerung sowohl des fachlich-fachdidaktischen Aspektes als auch der Interaktions- und Partizipationsstruktur verantwortlich. Schülergruppengespräche ohne Lehrpersonenunterstützung mangeln des Öfteren an Qualität, denn es ist weitläufig bekannt, dass nicht jede Gruppenarbeit auch zu kooperativem Lernen führt (Johnson & Johnson, 2002; Pauli & Reusser, 2000). Es braucht für das Lernen die Begleitung einer erfahrener Person, um die Lernenden im nächsten Entwicklungsschritt (Vygotsky, 1978) in ko-konstruktiver Weise unterstützen zu können (vgl. Abschnitt 3.1). Die Rolle der Lehrperson ist nicht nur diejenige der Designerin für gute Aufgabenstellungen (Pauli & Reusser, 2000), sondern sie soll auch Verhaltensmodell für kooperatives Lernen sein und die Schüler und Schülerinnen während Gruppenarbeiten als Lerncoach, Beraterin und Expertin für den Unterrichtsgegenstand unterstützen. Sie ist immer die Managerin des Lerngeschehens (Pauli & Reusser, 2000). Sie soll ihre kognitiv aktivierende Rolle wahrnehmen und mit ihrem Einwirken es bewerkstelligen, dass jeder und jede Lernende sich individuell auf die Aufgabe einlässt. Es kann zwar auf den ersten Blick so erscheinen, dass die Lehrperson nur mit einem einzelnen Schüler oder einer einzelnen Schülerin am Arbeiten ist, die genaue Analyse der Videosequenz jedoch aufgezeigt, dass alle Lernenden zuhören: Es findet ein passiver Polylog statt (vgl. Abschnitt 6.5.4), bei dem alle dabei sind und dem ko-konstruktiven Problemlöseprozess folgen. In solchen Fallbeispielen hat sich nämlich gezeigt, dass einige Lernende sich wenig äussern, aber in ihren wenigen Äusserungen Substantielles beitragen und die Gruppe fachbezogen beim Problemlöseprozess weiterbringen. Dies ist dann möglich, wenn eine sozio-emotionale Wertschätzung der Lernendenäusserungen vorhanden ist.

Zudem wäre es wünschenswert, wenn die Adaptivität der Unterstützung in der Ausbildung der Lehrpersonen trainiert wird. Dazu würde sich ein ähnliches Setting eignen, wie dies im Forschungsprojekt gemacht wurde: Wenn eine

Lehrperson sich zu einer kleinen Schüler- und Schülerinnengruppe von nur vier Lernenden setzt, kann sie den Wissensstand der einzelnen Lernenden laufend viel leichter überprüfen und auf jeden einzelnen Lernenden eingehen, als dies in einem Klassensetting möglich ist. Ein solches komplexitätsreduzierendes Setting als sukzessive Annäherung an die Handlungsmuster der Praxis wurde schon vermehrt als Trainingsgelegenheit für die Lehrer- und Lehrerinnenbildung vorgeschlagen (Fraefel, 2012; Grossman et al., 2009). Gruppenunterrichtssituationen hätten für die Ausbildung von angehenden Lehrpersonen den Vorteil, dass sie gewissermassen eine Reduktion des Verantwortungsbereiches bilden und eine Konzentration auf den Problemlöseprozess erlauben.

Open Access Dieses Kapitel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>) veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Kapitel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.



Literaturverzeichnis

- Ackermann, S. (2011). *Klassengespräch im Mathematikunterricht. Eine Pilotstudie im Rahmen des Projekts „Persönlichkeits- und Lernentwicklung von Grundschulkindern“*. Kassel: Kassel university press.
- Aebli, H. (1969). Über den Aufbau kognitiver Strukturen. In M. Irle (Hrsg.), *Bericht über den 26. Kongress der Deutschen Gesellschaft für Psychologie*. Göttingen: Hogrefe.
- Aebli, H. (1978). Von Piagets Entwicklungspsychologie zur Theorie der kognitiven Sozialisation. In G. Steiner (Hrsg.), *Die Psychologie des 20. Jahrhunderts. Band VII: Piaget und die Folgen* (S. 604–627). Zürich: Klettler.
- Aebli, H. (1981/1994). *Denken: das Ordnen des Tuns. Band II: Denkprozesse*. Stuttgart: Klett-Cotta.
- Aebli, H. (1983/1998). *Zwölf Grundformen des Lehrens. Eine Allgemeine Didaktik auf psychologischer Grundlage. Medien und Inhalte didaktischer Kommunikation, der Lernzyklus*. Stuttgart: Klett-Cotta.
- Akinwunmi, K. (2012). *Zur Entwicklung von Variablenkonzepten beim Verallgemeinern mathematischer Muster*. Wiesbaden: Springer Vieweg. <https://doi.org/10.1007/978-3-8348-2545-2>
- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (Hrsg.). (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. New York: Longman.
- Apel, H. J. (2002). *Herausforderung Schulklasse. Klassen führen – Schüler aktivieren*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Appel, J. (2016). Zusammenhänge zwischen Aufgaben und Schülerbeteiligungsverhalten im Unterrichtsprozess. In St. Keller, & Ch. Reintjes (Hrsg.), *Aufgaben als Schlüssel zur Kompetenz. Didaktische Herausforderungen, wissenschaftliche Zugänge und empirische Befunde*. (S. 261–272). Münster: Waxmann.
- Astington, J. W. (2000). *Wie Kinder das Denken entdecken*. Basel: Ernst Reinhardt Verlag.
- Austin, J. L. (1962/2002). *Zur Theorie der Sprechakte (How to do things with words)*. (bibl. ergänzte Ausg., Original 1962, deutsche Bearbeitung von E. v. Savigny). Stuttgart: Reclam.
- Baer, M., Fuchs, M., Füglistner, P., Reusser, K., & Wyss, H. (Hrsg.). (2006). *Didaktik auf psychologischer Grundlage. Von Hans Aebli's kognitionspsychologischer Didaktik zur modernen Lehr-Lernforschung*. Bern: hep verlag.

- Ballstaedt, St., Mandl, H., Schnotz, W., & Tergan, S. (1981). *Texte verstehen, Texte gestalten*. München-Wien-Baltimore: Urban, & Schwarzenberg.
- Baker, M. (2009). Argumentative interactions and the social construction of knowledge. In N. Müller Mirza, & A.-N. Perret-Clermont (eds.), *Argumentation and education* (pp. 127–144). New York: Springer.
- Becker, N. (2012). Konstruktivismus. In K-P. Horn, H. Kemnitz, W. Marotzki, & U. Sandfuchs (Hrsg.), *Klinkhardt Lexikon Erziehungswissenschaft* (S. 235/236). Heilbrunn: Julius Klinkhardt Verlag.
- Bergmann, J. (2001). Das Konzept der Konversationsanalyse. In K. Brinker, G. Antos, W. Heinemann, & S. Sager (Hrsg.), 2. *Halbband Text- und Gesprächslinguistik* 2. *Halbband: Ein internationales Handbuch zeitgenössischer Forschung* (pp. 919–927). Berlin: De Gruyter Mouton.
- Bildungsdirektion des Kantons Zürich (2017). *Lehrplan für die Volksschule des Kantons Zürich auf der Grundlage des Lehrplans 21. Fachbereich Mathematik, Zyklus 3*.
- Binczek, N. (2014). Fallerzählungen in Serie – am Beispiel von Die Super Nanny. In S. Düwell, & N. Pethes (Hrsg.), *Fall – Fallgeschichte – Fallstudie*. Frankfurt: Campus Verlag.
- Blömeke, S., Risse, J., Müller, C., Eichler, D., & Schulz, W. (2006). Analyse der Qualität von Aufgaben aus didaktischer und fachdidaktischer Sicht. Ein allgemeines Modell und seine exemplarische Umsetzung im Unterrichtsfach Mathematik. *Unterrichtswissenschaft*, 24, 330–357.
- Blum, W. (2019). Unterrichtsqualität aus fachdidaktischer Perspektive – Beispiele aus der Mathematik. In U. Steffens, & R. Messner (Hrsg.), *Unterrichtsqualität. Konzepte und Bilanzen gelingenden Lehrens und Lernens. Grundlagen der Qualität von Schule 3* (S. 183–200). Münster: Waxmann.
- Blum, W., & Leiss, D. (2005). „Filling Up“ – the problem of independence-preserving teacher interventions in lessons with demanding modelling tasks. In *CERME 4–Proceedings of the Fourth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education* (pp. 1623–1633). Sant Feliu de Guíxois: FUNDEMI IQS–Universität.
- Bonanati, M. (2018). *Lernentwicklungsgespräche und Partizipation. Rekonstruktionen zur Gesprächspraxis zwischen Lehrpersonen, Grundschülern und Eltern*. Wiesbaden: Springer.
- Brandt, B. (2004). *Kinder als Lernende: Partizipationsspielräume und -profile im Klassenzimmer: eine mikrosoziologische Studie zur Partizipation im Klassenzimmer*. Frankfurt: Peter Lang.
- Brandt, B. (2011). „Wir müssen herausfinden, was die richtige Regel ist!“ – eine empirische Annäherung an den Begriff der Ko-Konstruktion aus fachdidaktischer Perspektive. Vortrag gehalten an der Konferenz „*Qualitative Unterrichtsforschung in den Fachdidaktiken. Gemeinsamkeiten – Besonderheiten – Entwicklungen*.“ Mainz: 19.-21. Mai 2011.
- Brandt, B., Fetzer, M., & Schütte, M. (2010). *Auf den Spuren Interpretativer Unterrichtsforschung in der Mathematikdidaktik*. Münster: Waxmann.
- Brunner, E. (2013). *Innermathematisches Beweisen und Argumentieren in der Sekundarstufe I. Mögliche Erklärungen für systematische Bearbeitungsunterschiede und leistungsförderliche Aspekte*. Münster: Waxmann.
- Bublitz, W. (2001). Formen der Verständnissicherung in Gesprächen. In K. Brinker, G. Antos, W. Heinemann, & S. Sager (Hrsg.), 2. *Halbband Text- und Gesprächslinguistik*

2. *Halbband: Ein internationales Handbuch zeitgenössischer Forschung* (S. 1330–1340). Berlin: De Gruyter Mouton.
- Cazden, C. (1986). Classroom discourse. In M. C. Wittrock (ed.), *Handbook of research on teaching* (pp. 432–462). New York: MacMillan.
- Chapin, S., O'Connor, C., & Anderson, N. (2009). *Classroom Discussions: Using Math Talk to Help Students Learn, Grades K-6*. Sausalito, CA: Math Solutions Publications.
- Chi, M.T.H., de Leeuw, N., Chiu, M.-H., & LaVancher, C. (1994). Eliciting self-explanations improves understanding. *Cognitive Science*, 18, 439–477.
- Chi, M.T.H., Siler, S. A., Jeong, H. Yamauchi, T., & Hausmann, R.G. (2001). Learning from human tutoring. *Cognitive Science*, 25, 471–533.
- Chi, M. (2009). Active-Constructive-Interactive: A Conceptual Framework for Differentiating Learning Activities. *Topics in Cognitive Science*, 1, 73–105.
- Chi, M., Adams, J., Bogusch, E., Bruchok, Ch., Kang, S., Lancaster, M., Lecy, R., Li, N., McEldoon, K., Stump, G., Wylie, R., Xu, D., & Yaghmourian, D. (2018). Translation the ICAP Theory of Cognitive Engagement into Practice. *Cognitive Science*, 42, 1777–1832.
- Clarke, S. N., Howley, I., Resnick, L., & Penstein Rosé, C. (2016). Student agency to participate in dialogic science discussions. *Learning, Culture and Social Interaction*, 10, 27–39.
- Collins, A., Brown, J. S., & Newman, S. E. (1989). Cognitive apprenticeship: Teaching the crafts of reading, writing, and mathematics. In L. B. Resnick (ed.), *Knowing, learning, and instruction: Essays in honor of Robert Glaser* (pp. 453–494). Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Collins, S. (2006). Cognitive Apprenticeship. In R. K. Sawyer (ed.), *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences* (pp. 47–60). Cambridge: Cambridge University Press.
- De Corte, E. (2012). Résoudre des problèmes mathématiques: de la modélisation superficielle vers la modélisation expert. In *La recherche sur la résolution de problèmes en mathématiques au-delà d'une compétence, au-delà des constats. Actes du colloque du groupe de didactique des mathématiques du Québec* (pp. 1–12). Université Laval, 23 – 25 mai Québec, 2012.
- Deci, E.L., & Ryan, R.M. (1993). Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation und ihre Bedeutung für die Pädagogik. *Zeitschrift für Pädagogik*, 39(2), 223–238.
- Deppermann, A. (2008). *Gespräche analysieren: Eine Einführung*. Opladen: Leske und Budrich.
- Doise, W., & Mugny, G. (1984). *The Social Development of the Intellect*. Oxford: Pergamon Press.
- Drew, P., & Wootton, A. (eds.). (1988). *Erving Goffman, Exploring the Interaction Order*. Cambridge: Polity Press.
- Drollinger-Vetter, B. (2011). *Verstehenselemente und strukturelle Klarheit: Anleitung von mathematischen Verstehensprozessen im Unterricht – Fachdidaktische Qualitäten der Unterstützung von Strukturaufbauprozessen während einer dreistündigen Einführung zum Satz des Pythagoras*. Münster: Waxmann.
- Dubs, R. (1995). Konstruktivismus: Einige Überlegungen aus der Sicht der Unterrichtsgestaltung. *Zeitschrift für Pädagogik*, 41(6), 889–903.
- Durkin, K., Star, J.R., & Rittle-Johnson, B. (2017). Using comparison of multiple strategies in the mathematics classroom: lessons learned and next steps. *ZDM Mathematics Education*, 49, 585–597.

- Eberle F. (2013). Allgemeine Studierfähigkeit durch breite Allgemeinbildung – empirische Evidenz aus der schweizerischen EVAMAR-II-Studie. In B. Schneider-Taylor, D. Bosse, & F. Eberle (Hrsg.), *Matura und Abitur in den Zeiten von Bologna* (S. 44–62). Weinheim: Beltz Juventa.
- Eigler, G. (2006). Textproduzieren als Wissensnutzungs- und Wissenserwerbsstrategie. In H. Mandl, & H.F. Friedrich, *Handbuch Lernstrategien* (S. 187–205). Göttingen: Hogrefe.
- Emanuelsson, J., & Sahlström, F. (2008). The Price of Participation: Teacher control versus student participation in classroom interaction. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 52(2), 205–223.
- Engle, R.A. (2006). Framing Interactions to Foster Generative Learning: A situative Explanation of Transfer in a Community of Learners Classroom. *The journal of the learning sciences*, 15(4), 451–498.
- Fatke, R. (1995). Fallstudien in der Pädagogik. Einführung in den Themenschwerpunkt. *Zeitschrift für Pädagogik*, 41(5), 675–680.
- Fauth, B., & Leuders, T. (2018). *Kognitive Aktivierung im Unterricht. Wirksamer Unterricht, Band 2*. Stuttgart: Landesinstitut für Schulentwicklung.
- Fauth, B., Decristan, J., Rieser, S., Klieme, E., & Büttner, G. (2014). Grundschulunterricht aus Schüler-, Lehrer- und Beobachterperspektive. Zusammenhänge und Vorhersage von Lernerfolg. *Zeitschrift für pädagogische Psychologie*, 28(3), 127–137.
- Fetzer, M. (2007). *Interaktion am Werk. Eine Interaktionstheorie fachlichen Lernens, entwickelt am Beispiel von Schreibenlässen im Mathematikunterricht der Grundschule*. Heilbrunn: Klinkhardt.
- Fiorito, G., & Scotto, P. (1992). Observational Learning in Octopus vulgaris. *Science, New Series*, Vol. 256, No. 5056, (545–547).
- Fraefel, U. (2012). Berufspraktische Studien und Schulpraktika: Der Stand der Dinge und zwei Neuorientierungen. *Beiträge zur Lehrerbildung*, 30(2), 127–152.
- Galbraith, P., & Stillman, G. (2006). A Framework for Identifying Student Blockages during Transitions in the Modelling Process. *ZDM*, 38(2), 143–162.
- Georges, K. E. (Nachdruck 1988). *Ausführliches Lateinisch-Deutsches Handwörterbuch*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
- Gerstenmaier, J., & Mandl, H. (1995). Wissenserwerb unter konstruktivistischer Perspektive. *Zeitschrift für Pädagogik*, 41, 867–888.
- Glück, H., & Rödel, M. (Hrsg.). (2016). *Metzler Lexikon Sprache, 5. Auflage*. Stuttgart: J.-B. Metzler Verlag.
- Goffman, E. (1956). *The Presentation of Self in Everyday Life*. Edingburgh: University of Edingburgh. Social Sciences Research Center.
- Goffman, E. (1973). *La mise en scène de la vie quotidienne. 2 volumes. 1- La présentation de soi. 2- Les relations en public*. Paris: Minuit.
- Goffman, E. (1975). *Stigma. Über Techniken der Bewältigung beschädigter Identität*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Goffman, E. (1976). *Wir alle spielen Theater: die Selbstdarstellung im Alltag*. München: Piper.
- Goffman, E. (1981). *Forms of talk*. Oxford: Blackwell.
- Greeno, J. G. (2006). Authoritative, Accountable Positioning and Connected, General Knowing: Progressive Themes in Understanding Transfer. *The journal of the learning sciences*, 15(4), 537–547.

- Greer, B. (1997). Modelling reality in mathematics classrooms: The case of word problems. *Learning and Instruction*, 7, 293–307.
- Greimas, A.-J. (1980/1987). *Dictionnaire de l'ancien français jusqu'au milieu du XIVe siècle*. Paris: Larousse.
- Grossman, P., Hammerness, K., & McDonald, M. (2009). Redefining teaching, re-imagining teacher education. *Teachers and Teaching: Theory and Practice*, 15(2), 273–289.
- Gruschka, A. (2010). *An den Grenzen des Unterrichts. Pädagogische Fallanthologie*, Band 10. Opladen: Budrich.
- Güllich, E. (1970). *Makrosyntax der Gliederungssignale im gesprochenen Französisch* (Vol. 2). München: Fink.
- Hagemann, J., & Rolf, E. (2001). Die Bedeutung der Sprechakttheorie für die Gesprächsforschung. In K. Brinker, G. Antos, W. Heinemann, & S. Sager (Hrsg.), *2. Halbband Text- und Gesprächslinguistik 2. Halbband: Ein internationales Handbuch zeitgenössischer Forschung* (S. 885–896). Berlin: De Gruyter Mouton.
- Hämmerle, C. S. (2023). Flexibles Gleichungslösen im Klassengespräch unterstützen – der Beitrag des Vergleichens von multiplen Lösungswegen. *Journal für Mathematik-Didaktik*. <https://doi.org/10.1007/s13138-023-00221-5>
- Harré, R., & Van Langenhove, L. (1999). *Positioning Theory: Moral Contexts of Intentional Action*. Oxford: Blackwell.
- Hartung, M. (2001). Formen der Adressiertheit der Rede. In K. Brinker, G. Antos, S.F. Sager, & W. Heinemann (Hrsg.), *HSK Text- und Gesprächslinguistik – Ein internationales Handbuch zeitgenössischer Forschung, 2. Halbband «Gesprächslinguistik»* (S. 1–9). Berlin: Walter de Gruyter.
- Hasselhorn, M., & Gold, A. (2006). *Pädagogische Psychologie. Erfolgreiches Lernen und Lehren*. Stuttgart: Kohlhammer.
- Hattie, J. (2009). *Lernen sichtbar machen*. Überarbeitete deutschsprachige Ausgabe von Visible learning von W. Beyerl, & K. Zierer (2013). Baltmannsweiler: Hohengehren.
- Hausendorf, H. (2012). Der Hörsaal als Interaktionsraum. Ein exemplarischer Beitrag zur Archäologie der Vorlesung. *Bulletin suisse de linguistique appliquée*, 96, 43–68.
- Hefendehl-Hebeker, L., & Rezat, S. (2015). Algebra: Leitidee, Symbol und Formalisierung. In R. Bruder, L. Hefendehl-Hebeker, B. Schmidt-Thieme, & H.-G. Weigand (Hrsg.), *Handbuch der Mathematikdidaktik*. Berlin: Springer.
- Helmke, A. (2010). *Unterrichtsqualität und Lehrerprofessionalität: Diagnose, Evaluation und Verbesserung des Unterrichts*. Seelze: Klett-Kallmeyer.
- Henne, H. (1978). Gesprächswörter. In H. Weinrich, D. Möhn, W. Mentrup, & H. Henne (Hrsg.), *Interdisziplinäres deutsches Wörterbuch in der Diskussion*. Düsseldorf: Schwann.
- Henne, H., & Rehbock, H. (2001). *Einführung in die Gesprächsanalyse*. Berlin: de Gruyter.
- Hiebert, J., Gallimore, R., Garnier, H., Givvin, K. B., Hollingsworth, J., Jacobs, J. et al. (2003). *Teaching mathematics in seven countries: Results from the TIMSS 1999 video study* (NCES 2003–013). U.S. Department of Education, Washington, DC: National Center for Education Statistics.
- Horner, V., & Whiten, A. (2005). Causal knowledge and imitation/emulation switching in chimpanzees (Pan troglodytes) and children (Homo sapiens). *Animal Cognition*, 8, 164–181.
- Horstkemper, M. (2008). Geschlechtsrollenidentität und unterrichtliches Handeln. In M. K.W. Schweer (Hrsg.), *Lehrer-Schüler-Interaktion. Inhaltsfelder, Forschungsperspektiven*

- und methodische Zugänge*, 2. vollständig überarbeitete Auflage (S. 479–498). Wiesbaden: Verlag für Sozialwissenschaften.
- Hugener, I. (2008). *Inszenierungsmuster im Unterricht und Lernqualität*. Münster: Waxmann.
- Hugener, I., Pauli, C., & Reusser, K. (2006). *Videoanalysen*. In E. Klieme, C. Pauli, & K. Reusser (Hrsg.), *Dokumentation der Erhebungs- und Auswertungsinstrumente zur schweizerisch-deutschen Videostudie "Unterrichtsqualität, Lernverhalten und mathematisches Verständnis"*. Frankfurt am Main: DIPF.
- Hussmann, S., & Schacht, F. (2015). Fachdidaktische Entwicklungsforschung in inferentieller Perspektive am Beispiel von Variable und Term. *Journal für Mathematikdidaktik*, 36, 105–134.
- IREM DE GRENOBLE (1980). Dans nos classes. Quel est l'âge du capitaine? *Bulletin de l'Association des Professeurs de Mathématique de l'Enseignement Public*, no 323, 235–243.
- Johnson, D.W., & Jonson, R.T. (2002). Learning Together and Alone: Overview and Meta-analysis. *Asia Pacific Journal of Education*, 22(1), 95–105.
- Jordan, A., Ross, N., Krauss, St., Baumert, J., Blum, W., Neubrand, M., Löwen, K., Brunner, M., & Kunter, M. (2006). *Klassifikationsschema für Mathematikaufgaben: Dokumentation der Aufgabekategorisierung im COACTIV-Projekt*. Berlin: Max-Planck-Institut für Bildungsforschung.
- Kaiser, G., & Henn, H.-W. (Hrsg.). (2015). *Werner Blum und seine Beiträge zum Modellieren im Mathematikunterricht*. Festschrift zum 70. Geburtstag von Werner Blum. Wiesbaden: Springer.
- „Kapitänsyndrom“. In Wikipedia – Die freie Enzyklopädie. Bearbeitungsstand: 17. April 2021, (abgerufen am 19. November 2021). <https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Kapit%C3%A4nssyndrom&oldid=211012103>
- Kelle, U., & Kluge, S. (1999). *Vom Einzelfall zum Typus. Fallvergleich und Fallkontrastierung in der qualitativen Sozialforschung*. Opladen: Leske und Budrich.
- Kerbrat-Orecchioni, C. (1990). *Les interactions verbales. Tome I*. Paris: Armand Colin.
- Kerbrat-Orecchioni, C. (1992). *Les interactions verbales. Tome II*. Paris: Armand Colin.
- Kerbrat-Orecchioni, C. (1994). *Les interactions verbales. Tome III*. Paris: Armand Colin.
- Kerbrat-Orecchioni, C. (2004). Introducing polylogue. *Journal of Pragmatics*, 36, 1–24.
- Kintsch, W., & van Dijk, T. A. (1978). Toward a model of text comprehension and production. *Psychological Review*, 85, 363–394.
- Klieme, E., Pauli, C., & Reusser, K. (Hrsg.). (2006). *Dokumentation der Erhebungs- und Auswertungsinstrumente zur schweizerisch-deutschen Videostudie "Unterrichtsqualität, Lernverhalten und mathematisches Verständnis"*. Frankfurt am Main: DIPF.
- Klieme, E. (2019). Unterrichtsqualität. In M. Haring, C. Rohlf, & M. Gläser-Zikuda (Hrsg.), *Handbuch Schulpädagogik* (S. 393–408). Münster: Waxmann.
- Konsortium PISA.ch (2019). *PISA 2018: Schülerinnen und Schüler der Schweiz im internationalen Vergleich*. Bern und Genf: SBF/EDK und Konsortium PISA.ch.
- Kounin, J. S. (1976). *Techniken der Klassenführung*. Stuttgart: Klett.
- Krammer, K. (2009). *Individuelle Lernunterstützung in Schülerarbeitsphasen. Eine videobasierte Analyse des Unterstützungsverhaltens von Lehrpersonen im Mathematikunterricht*. Münster: Waxmann.
- Kreis, A. (2012). *Produktive Unterrichtsbesprechungen. Lernen im Dialog zwischen Mentoren und angehenden Lehrpersonen im Praktikum*. Bern: Haupt.

- Krummheuer, G., & Brandt, B. (2001). *Paraphrase und Traduktion. Partizipationstheoretische Elemente einer Interaktionstheorie des Mathematiklernens in der Grundschule*. Weinheim: Beltz.
- Krummheuer, G., & Naujok, N. (1999). *Grundlagen und Beispiele Interpretativer Unterrichtsforschung*. Opladen: Leske und Budrich.
- Krummheuer, G., & Fetzner, M. (2005). *Der Alltag im Mathematikunterricht. Beobachten – Verstehen – Gestalten*. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- Kunter, M., & Voss, T. (2011). Das Modell der Unterrichtsqualität in COACTIV: Eine multikriteriale Analyse. In M. Kunter, J. Baumert, W. Blum, U. Klusmann, S. Krauss, & M. Neubrand (Hrsg.), *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV* (S. 83–113). Münster: Waxmann.
- Kurt, R., & Herbrik, R. (2014). Sozialwissenschaftliche Hermeneutik und hermeneutische Wissenssoziologie. In N. Baur, & J. Blasius (Hrsg.), *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung* (S. 473–492). Wiesbaden: Springer.
- Lampert, M. (1990). When the Problem Is Not the Question and the Solution Is Not the Answer: Mathematical Knowing and Teaching. *American Educational Research Journal*, 27, 29–63.
- Lave, J., & Wenger, E. (1991/2001). *Situated Learning. Legitimate Peripheral Participation*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Leiss, D. (2010) Adaptive Lehrerinterventionen beim mathematischen Modellieren – empirische Befunde einer vergleichenden Labor- und Unterrichtsstunde. *Journal Mathematik Didaktik* 31, 197–226.
- Leuders, T. (2015). Aufgaben in Forschung und Praxis. In R. Bruder, L. Hefendehl-Hebeker, B. Schmidt-Thieme, & H.-G. Weigand (Hrsg.), *Handbuch der Mathematikdidaktik*. Berlin: Springer.
- Levinson, S. (1988). Putting Linguistics on a Proper Footing: Explorations in Goffman's Concept of Participation. In P. Drew, & A. Wootton (eds.), *Erving Goffman, Exploring the Interaction Order* (pp. 161–227). Cambridge: Polity Press.
- Linke, A., Nussbaumer, M., & Portmann, P. R. (Hrsg.). (2004). *Studienbuch Linguistik*. Tübingen: Max Niemeyer Verlag.
- Lipowsky, F., & Beck, V. (2019). Was wissen wir über guten Unterricht? – Ein Update. In U. Steffens, & R. Messner (Hrsg.), *Unterrichtsqualität. Konzepte und Bilanzen gelingenden Lehrens und Lernens. Grundlagen der Qualität von Schule 3* (S. 219–249). Münster: Waxmann.
- Lipowsky, F., Hess, M., Arend, J., Böhnert, A., Denn, A.-K., Hirstein, A., & Rzejak, D. (2019). Lernen durch Kontrastieren und Vergleichen – Ein Forschungsüberblick zu wirkmächtigen Prinzipien eines verständnisorientierten und kognitiv aktivierenden Unterrichts. In U. Steffens, & R. Messner (Hrsg.), *Unterrichtsqualität. Konzepte und Bilanzen gelingenden Lehrens und Lernens. Grundlagen der Qualität von Schule 3* (S. 373–402). Münster: Waxmann.
- Lotz, M. (2016). *Kognitive Aktivierung im Leseunterricht der Grundschule. Eine Videostudie zur Gestaltung und Qualität von Leseübungen im ersten Schuljahr*. Wiesbaden: Springer.
- Maier, U., Kleinknecht, M., Metz, K., & Bohl, T. (2010). Ein allgemeindidaktisches Kategoriensystem zur Analyse des kognitiven Potenzials von Aufgaben. *Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung*, 28, 84–96.

- Malle, G. (1993). *Didaktische Probleme der elementaren Algebra: mit vielen Beispielaufgaben*. Braunschweig: Vieweg.
- Mead, G. H. (1975). *Geist, Identität und Gesellschaft: aus der Sicht des Sozialbehaviorismus*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Mehan, H. (1979). *Learning lessons: social organization in the classroom*. Harvard: Harvard University Press.
- Mercer, N. (1995). *The guided construction of knowledge: talk amongst teachers and learners*. Clevedon: Multilingual Matters.
- Mercer, N. (2013). The social Brain: Language and Goal-Directed Collective Thinking: A Social Conception of Cognition and It's Implications for Understanding How We Think, Teach, and Learn. *Educational Psychologist*, 48(3), 148–168.
- Messner, H. (2006). Lernen durch Denken und Tun. Anmerkungen zur "Psychologischen Didaktik" von Hans Aebli. In M. Baer, M. Fuchs, P. Füglistner, K. Reusser, & H. Wyss (Hrsg.), *Didaktik auf psychologischer Grundlage. Von Hans Aebli's kognitionspsychologischer Didaktik zur modernen Lehr- und Lernforschung*. Bern: hep.
- Messner, R. (2019). "Tiefen-Didaktik" – zur praktischen Wende der Lehr-Lernforschung. In U. Steffens, & R. Messner (Hrsg.), *Unterrichtsqualität. Konzepte und Bilanzen gelingenden Lehrens und Lernens. Grundlagen der Qualität von Schule 3* (S. 29–56). Münster: Waxmann.
- Meyer, D. K., & Turner, J. C. (2006). Re-conceptualizing Emotion and Motivation to Learn in Classroom Contexts. *Educational Psychological Review* 18, 377–390.
- Meyer, T., & Steinthal, H. (1973). *Grund- und Aufbauwortschatz Griechisch*. Stuttgart: Klett.
- Michaels, S., & O'Connor, M.C. (2011). Conceptualizing Talk Moves as Tools: Leveraging Professional Development Work with Teachers to Advance Empirical Studies of Academically Productive Talk. *Paper presented at the AERA Research Conference "Socializing Intelligence Through Academic Talk and Dialogue"* September 22–25, Pittsburgh, PA.
- Michaels, S., O'Connor, C., & Resnick, L. B. (2008). Deliberative Discourse Idealized and Realized: Accountable Talk in the Classroom and in Civic Life. *Studies in Philosophy and Education* 27, 283–297.
- Michaels, S., O'Connor, M. C., & Hall, M. W. with Resnick, L. B. (2002). *Accountable TalkSM: Classroom conversation that works*. Pittsburgh, PA: University of Pittsburgh, Learning Research and Development Center, Institute of Learning.
- Michaels, S., O'Connor, M. C., & Hall, M. W. with Resnick, L. B. (2010). *Accountable Talk^R Sourcebook: For classroom conversation that works*. Pittsburgh, PA: University of Pittsburgh, Learning Research and Development Center, Institute of Learning.
- Minnameier, G., Hermkes, R., & Mach, H. (2015). Kognitive Aktivierung und konstruktive Unterstützung als Prozessqualitäten des Lehrens und Lernens. *Zeitschrift für Pädagogik* 6, 837–856.
- Minnameier, G., Hermkes, R., Horz, H., & Fabriz, S. (2015). Kognitive Aktivierung und konstruktive Unterstützung im Prozess: Erfassung von Unterrichtsqualitätsmerkmalen bei der Bewältigung von Aufgaben im Rechnungswesen. In U. Rauin, M. Herrle, & T. Engartner (Hrsg.), *Videoanalysen in der Unterrichtsforschung: Methodische Vorgehensweisen und Anwendungsbeispiele*. Weinheim: Beltz.
- Moeschler, J. (1985). *Argumentation et conversation. Eléments pour une analyse pragmatique du discours*. Paris: Hatier Crédif.

- Moeschler, J. (1994). Das Genfer Modell der Gesprächsanalyse. In G. Fritz, & F. Hundsnurscher (Hrsg.), *Handbuch der Dialoganalyse* (S. 69–94). Tübingen: Max Niemeyer Verlag.
- Mok, S.Y., Hämmerle, C.S., Rüede, C., & Staub, F.C. (2022). How do professional development programs on comparing solution methods and classroom discourse affect students' achievement in mathematics? The mediating role of students' subject matter justifications. *Learning and Instruction*, 82. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2022.101668>
- Mondada, L. (2006). La question du contexte en ethnométhodologie et analyse conversationnelle. *Verbum*, 28(2–3), 111–151.
- Newell A., & Simon, H. A. (1972). *Human problem solving*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall.
- Nürnberger Projektgruppe (2001). *Erfolgreicher Gruppenunterricht. Praktische Anregungen für den Schulalltag*. Stuttgart: Klett.
- O'Connor, C., & Michaels, S. (1993). Aligning academic task and participation status through revoicing: Analysis of a classroom discourse strategy. *Anthropology and Education Quarterly*, 24(4), 318–335.
- O'Connor, C., Michaels, S., Chapin, S., & Harbaugh, A. G. (2017). The silent and the vocal: Participation and learning in whole-class discussion. *Learning and instruction*, 48, 5–13.
- O'Donnell, A. M., & King, A. (eds.). (1999). *Cognitive Perspectives on Peer Learning*. Mahwah: LEA.
- Oser, F., & Spychiger, M. (2005). *Lernen ist schmerzhaft. Zur Theorie des Negativen Wissens und zur Praxis der Fehlerkultur*. Weinheim: Beltz Verlag.
- Palinscar, A. S., & Brown, A. (1984). Reciprocal teaching of comprehension-fostering and monitoring activities. *Cognition and Instruction*, 1, 117–175.
- Pauli, C. (2006). «Fragend-entwickelnder Unterricht» aus Sicht der soziokulturalistisch orientierten Unterrichtsgesprächsforschung. In M. Baer, M. Fuchs, P. Füglistner, K. Reusser, & H. Wyss (Hrsg.), *Didaktik auf psychologischer Grundlage. Von Hans Aebli's kognitionspsychologischer Didaktik zur modernen Lehr- und Lernforschung* (S. 192–206). Bern: hep.
- Pauli, C. (2009). *Unterlagen zur Arbeitsgruppensitzung vom 2. Dezember 2009*, Folie 17. Unveröffentlichte Präsentation: Universität Zürich.
- Pauli, C., Drollinger-Vetter, B., Hugener, I., & Lipowsky, F. (2008). Kognitive Aktivierung im Mathematikunterricht. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 22, 127–133.
- Pauli, C., Ineichen, G., & Suter, R. (2009). *Kodiersystem Klassengespräch nach Seidel et al., mit Anpassungen und Erweiterungen durch C. Pauli, G. Ineichen und R. Suter*. Stand Juni 2009. Unveröffentlichtes Instrument. Zürich: Universität Zürich.
- Pauli, C., & Lipowsky, F. (2007). Mitmachen oder Zuhören? Mündliche Schülerinnen- und Schülerbeteiligung im Mathematikunterricht. *Unterrichtswissenschaft*, 35, 101–124.
- Pauli, C., & Reusser, K. (2000). Zur Rolle der Lehrperson beim kooperativen Lernen. *Schweizerische Zeitschrift für Bildungswissenschaften*, 22(3), 421–442.
- Pauli, C., & Reusser, K. (2015). Discursive cultures of learning in (everyday) mathematics teaching: A video-based study on mathematics teaching in German and Swiss classrooms. In L. Resnick, C. S. C. Asterhan, & S. N. Clarke (eds.), *Socializing intelligence through academic talk and dialogue* (pp. 181–193). Washington DC: AERA.

- Pauli, C., & Reusser, K. (2018). Unterrichtsgespräche führen – das Transversale und das Fachliche einer didaktischen Kernkompetenz. *Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung*, 36, 365–377.
- Pauli, C., & Schmid, M. (2019). Zur Didaktik guten Unterrichts: Qualitätsvollen Unterricht gestalten lernen. In U. Steffens, & R. Messner (Hrsg.), *Unterrichtsqualität. Konzepte und Bilanzen gelingenden Lehrens und Lernens. Grundlagen der Qualität von Schule 3* (S. 166–181). Münster: Waxmann.
- Pea, R. (2004). The social and technological dimensions of scaffolding and related theoretical concepts for learning, education, and human activity. *Journal of the Learning Sciences*, 13, 423–451.
- Perret-Clermont, A.-N., & Breux, St. (2013). *Self and other in piagetian interviews*. Vortrag an der EARLI 2013, München.
- Petko, D. (2006). Kameraskript. In E. Klieme, C. Pauli, & K. Reusser (Hrsg.), *Dokumentation der Erhebungs- und Auswertungsinstrumente zur schweizerisch-deutschen Videostudie "Unterrichtsqualität, Lernverhalten und mathematisches Verständnis"*. Band 3 (S. 15–37). Frankfurt am Main: DIPF.
- Petko, D (2022). *Vorlesung 'Allgemeine Didaktik. Instruktionale Unterrichtsmethoden. Frontalunterricht und direkte Instruktion'*, gehalten am 18.10.22 an der Universität Zürich.
- Praetorius, A.-K., Klieme, E., Herbert, B., & Pinger, P. (2018). Generic dimensions of teaching quality: the German framework of Three Basic Dimensions. *ZDM*, 50(3), 407–426.
- Rakoczy, K., Buff, A., & Lipowsky, F. (2005). *Dokumentation der Erhebungs- und Auswertungsinstrumente zur schweizerisch-deutschen Videostudie „Unterrichtsqualität, Lernverhalten und mathematisches Verständnis“, Teil 1: Befragungsinstrumente*. Materialien zur Bildungsforschung, Band 13. Frankfurt am Main: DIPF.
- Rath, R. (2001). Gesprächsschritt und Höreraktivitäten. In A. Burkhardt, H. Steger, & H. E. Wiegand (Hrsg.), *HSK Text- und Gesprächslinguistik. Handbücher zur Sprach- und Kommunikationswissenschaft* (S. 1213–1226). Berlin: Walter de Gruyter.
- Renkl, A. (2011). Aktives Lernen: Von sinnvollen und weniger sinnvollen theoretischen Perspektiven zu einem schillernden Konstrukt. *Unterrichtswissenschaft*, 39, 197–211.
- Resnick, L. B., Michaels, S., & O'Connor, M. C. (2010). How (well structured) talk builds the mind. In R. Sternberg, & D. Preiss (eds.), *From Genes to Context: New Discoveries about Learning from Educational Research and Their Applications*. New York, NJ: Springer. https://www.academia.edu/16436703/How_well_structured_talk_builds_the_mind
- Reusser, K. (1985). *From situation to equation. On formulation, understanding and solving "situation problems"*. Institute of Cognitive Science, University of Colorado at Boulder. Technical Report No. 143.
- Reusser, K. (1989). *Vom Text zur Situation zur Gleichung. Kognitive Simulation von Sprachverständnis und Mathematisierung beim Lösen von Textaufgaben*. Habilitationsschrift. Bern: Universität Bern.
- Reusser, K. (1995). Lehr-Lernkultur im Wandel: Zur Neuorientierung in der kognitiven Lernforschung. In R. Dubs, & R. Dörig (Hrsg.), *Dialog Wissenschaft und Praxis. Berufsbildungstage St. Gallen* (S. 164–190). St. Gallen: Institut für Wirtschaftspädagogik IWP.
- Reusser, K. (1997). Erwerb mathematischer Kompetenzen: Literaturüberblick. In F. E. Wejnert, & A. Helmke (Hrsg.), *Entwicklung im Grundschulalter* (S. 141–155). Weinheim: Beltz.

- Reusser, K. (2006). Konstruktivismus – vom epistemologischen Leitbegriff zur Erneuerung der didaktischen Kultur. In M. Baer, M. Fuchs, P. Füglistler, K. Reusser, & H. Wyss (Hrsg.), *Didaktik auf psychologischer Grundlage. Von Hans Aebli's kognitionspsychologischer Didaktik zur modernen Lehr- und Lernforschung* (S. 151–168). Bern: hep.
- Reusser, K. (2012). Mündliche Mitteilung aus der Vorlesung BKM1, *Grundthemen der Erziehungswissenschaft*. Gehalten am 24. September 2012 und 1. Oktober 2012.
- Reusser, K. (2014). Aufgaben – Träger von Lerngelegenheiten und Lernprozessen im kompetenzorientierten Unterricht. *Seminar 4/2014*, 77–101.
- Reusser, K. (2019). Unterricht als Kulturwerkstatt in bildungswissenschaftlich-psychologischer Sicht. In U. Steffens, & R. Messner (Hrsg.), *Unterrichtsqualität. Konzepte und Bilanzen gelingenden Lehrens und Lernens. Grundlagen der Qualität von Schule 3* (S. 129–166). Münster: Waxmann.
- Reusser, K., & Pauli, C. (2012). *Didaktische Kommunikation und Bildungswirkungen im problemorientierten Mathematikunterricht. Wissenschaftlicher Schlussbericht*. Zürich: Universität Zürich.
- Reusser, K., & Pauli, C. (2013). *Verständnisorientierung in Mathematikstunden erfassen – Ergebnisse eines methodenintegrativen Ansatzes. Schlussbericht zum SNF-Projekt* (Projekt-Nr. 100013–113971/1). Zürich: Universität Zürich.
- Reusser, K., & Pauli, C. (2013). Verständnisorientierung in Mathematikstunden erfassen – Ergebnisse eines methodenintegrativen Ansatzes. *Zeitschrift für Pädagogik*, 59(3), 308–335.
- Reusser, K., & Pauli, C. (2015). Co-constructivism in Educational Theory and Practice. In J.D. Wright (ed.), *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences, Vol. 3* (pp. 913–917). Oxford: Elsevier.
- Reusser, K., & Stebler, R. (1997). Every word problem has a solution: The suspension of reality and sense-making in the culture of school mathematics. *Learning and Instruction*, 7, 309–328.
- Rex, L. A., Steadman, S., & Graciano, M. K. (2006). Researching the complexity of classroom interaction. In J. Green, G. Camilli, & P. Elmore (eds.), *Handbook of complementary methods in education research* (pp. 727–771). Washington, DC: American Educational Research Association/Erlbaum.
- Rigotti, E., Rocci, A., & Greco Morassa, S. (2012). *From semantics to speech acts in context. Introduction to a semantic analysis procedure supported by Congruity Theory*. Lugano: Institut of Argumentation, Linguistics and Semiotics. (Kurstext Argupolis, Januar 2012).
- Rogoff, B. (2003). *The cultural nature of human development*. Oxford: Oxford University Press.
- Roscoe, R. D., & Chi, M. T. H. (2008). Tutor learning: the role of explaining and responding to questions. *Instructional Science*, 36, 321–350.
- Rückriem, G. (Hrsg.). (1996). *Vygotskij und die gesellschaftliche Bildung des Bewusstseins*. Marburg: BdWi-Verlag.
- Rüede, C., Mok, S. Y., & Staub, F. C. (2023). Fostering Flexibility Using Comparing Solution Strategies and Classroom Discussion: Effects of Two Professional Development Programs. *Journal for Research in Mathematics Education*, 54(1), 43–63.
- Rüede, C., & Staub, F. C. (2019). Adaptivität als Kern basaler mathematischer Kompetenzen für die allgemeine Studierfähigkeit: Was heisst das in der Algebra? In D. Holtsch,

- M. Oepke, & St. Schumann (Hrsg.), *Lehren und Lernen auf der Sekundarstufe II. Gymnasial- und wirtschaftspädagogische Perspektiven* (S. 188–198). Bern: Hep.
- Ruf, U., & Gallin, P. (1999). *Dialogisches Lernen in Sprache und Mathematik, Band 1: Austausch unter Ungleichen: Grundzüge einer interaktiven und fächerübergreifenden Didaktik*. Seelze-Velber: Kallmeyersche Verlagsbuchhandlung.
- Ruf, U., Keller, S., & Winter, F. (2008). *Besser lernen im Dialog. Dialogisches Lernen in der Unterrichtspraxis*. Seelze-Velber: Klett/Kallmeyer.
- Ryborz, H. (2011). *Kommunikation mit Herz und Verstand: Besser zuhören; mehr Erfolg*. Walhalla, Metropolitan.
- Sabbah, H. (1991). *Les débuts de roman*. Collection Profil Littérature. Paris: Hatier.
- Sacks, H., Schegloff, E. A., & Jefferson, G. (1974). A simplest systematics for the organization of turntaking for conversation. *Language*, 50, 696–735. <https://doi.org/10.2307/412243>
- Sacks, H., Schegloff, E., & Jefferson, G. (1978). A simplest Systematics for the Organization of Turn-Taking in Conversation. In J. Schenkein (ed.), *Studies in the organization of conversational interaction*. New York: Elsevier.
- Scardamalia, M., Bereiter, C., & Steinbach, R. (1984). Teachability of reflective processes in written composition. *Cognitive Science*, 8, 173–190.
- Schegloff, C. A. (1968). Sequencing in Conversational Openings. *American Anthropologist*, 70 (4), 1075–1095.
- Schelle, C., Rabenstein, K., & Reh, S. (2010). *Unterricht als Interaktion: ein Fallbuch für die Lehrerbildung*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Schleppenbach, M., Perry, M., Miller, K. F., Sims, L., & Fang, G. (2007). The Answer is Only the Beginning: Extended Discourse in Chinese and U.S Mathematics Classrooms. *Journal of Educational Psychology*, 99(2), 380–396.
- Schoenfeld, A. H., & Arcavi, A. (1988). On the Meaning of Variable. *The Mathematics Teacher* 81(6), 420–427.
- Schwitalla, J. (2001). Beteiligungsrollen im Gespräch. In A. Burkhardt, H. Steger, & H. E. Wiegand (Hrsg.), *HSK Text- und Gesprächslinguistik. Handbücher zur Sprach- und Kommunikationswissenschaft* (S. 1355–1361). Berlin: Walter de Gruyter.
- Seidel, T. (2003). *Lehr-Lernskripts im Unterricht*. Münster: Waxmann.
- Seidel, T. (2009). Klassenführung. In E. Wild, & J. Möller (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie* (S. 135–148). Heidelberg: Springer.
- Seidel, T., & Shavelson, R. J. (2007). Teaching Effectiveness Research in the Last Decade: Role of Theory and Research Design in Disentangling Meta-Analysis Results. *Review of Educational Research*, 77, 454–499.
- Searle, J. R. (1969/2010). *Sprechakte*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Sinclair, A., & Coulthard, R. M. (1975). *Towards an Analysis of Discourse. The English used by Teachers and Pupils*. Oxford: Oxford Univ. Press.
- Slavin, R. E. (1993). Kooperatives Lernen und Leistung: Eine empirisch fundierte Theorie. In G.L. Huber (Hrsg.), *Neue Perspektiven in der Kooperation* (S. 151–170). Baltmannsweiler: Schneider. Verlag Hohengehren.
- Slivka, A., Klopsch, B., & Dumont, H. (2019). *Konstruktive Unterstützung im Unterricht. Wirksamer Unterricht, Band 3*. Stuttgart: Institut für Bildungsanalysen Baden-Württemberg.

- Sohmer, R., Michaels, S., O'Connor, M.C., & Resnick, L. B. (2009). Guided construction of knowledge in the classroom. The troika of talk, tasks and tools. In B. Schwarz, T. Dreyfou, & R. Hershkowitz (eds.). *Transformation of knowledge through classroom interaction*. New York: Routledge.
- Stangl, W. (2021). Stichwort: ‚Mastery learning – Online Lexikon für Psychologie und Pädagogik‘. <https://lexikon.stangl.eu/927/mastery-learning> (2021–05–25).
- Stangl, W. (2021). Stichwort: ‚scaffolding – Online Lexikon für Psychologie und Pädagogik‘. <https://lexikon.stangl.eu/13399/scaffolding> (abgerufen am 4.05.2021).
- Staub, F. C. (1993). *Zur Diagnose und Messung des Verstehens von Problemtexten anhand von verbalen Wiedergaben*. Dissertation. Bern: Universität Bern.
- Staub, F. C. (2006). Notizenmachen: Funktionen, Formen und Werkzeugcharakter von Notizen. In H.Mandl, & H.F.Friedrich (Hrsg.), *Handbuch Lernstrategien* (S. 59–71). Göttingen: Hogrefe.
- Staub, F. C. (2019). Vorlesungsfolien zur Vorlesung „Pädagogische Psychologie des Jugendalters“, Vorlesung 10 vom 6. Mai 2019, Folie 42. Zürich: Universität Zürich.
- Steiner, G. (2006). Lernen als Wissenserwerb. In A. Krapp, & B. Weidenmann (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie* (S. 163–202). Weinheim: Beltz.
- Stigler, J. W., Gonzales, P., Kawanaka, T., Knoll, S., & Serrano, A. (1999). *The TIMSS 1995 Videotape Classroom Study: Methods and findings from an exploratory research project on eight-grade mathematics instruction in Germany, Japan and the United States*. National Center for Education Statistics: U.S. Department of Education.
- Störig, H. J. (2002). *Kleine Weltgeschichte der Philosophie. Überarbeitete Neuauflage*. Frankfurt: Fischer Taschenbuch Verlag.
- Sweller, J. (1994). Cognitive Load Theory, Learning Difficulty, and Instructional Design. *Learning and Instruction* 4, 295–312.
- Tanner, I. (1994). *Une analyse conversationnelle des dialogues entre Jacques et son maître figurant dans „Jacques le Fataliste“ de Denis Diderot*. Unveröffentlichte Lizentiatsarbeit. Zürich: Universität Zürich.
- Tennie, C., Call, J., & Tomasello, M. (2009). Ratcheting up the ratchet: on the evolution of cumulative culture. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 364, 2405–2415.
- Terhart, E. (1999). Konstruktivismus und Unterricht. *Zeitschrift für Pädagogik*, 45, 629–648.
- Tomasello, M. (2008/2011). *Die Ursprünge der menschlichen Kommunikation*. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
- Van de Pol, J., Volman, M., & Beishuizen, J. (2010). Scaffolding in Teacher–Student Interaction: A Decade of Research. *Educational Psychology Review*, 22, 271–296.
- Van Dijk, T., & Kintsch, W. (1983). *Strategies of Discourse Comprehension*. San Diego: Academic Press.
- Verschaffel, L., De Corte, E., & Lasure, S. (1994). Realistic considerations in mathematical modelling of school arithmetic word problems. *Learning and Instruction*, 4, 273–294.
- Vygotsky, L. (1978). *Mind in Society. The Development of Higher Psychological Processes*. Cambridge: Harvard University Press.
- Wagenschein, M. (1966). Zum Problem des Genetischen Lehrens. *Zeitschrift für Pädagogik*, 1966.
- Webb, N. M. (1991). Task-related verbal interaction and mathematics learning in small groups. *Journal for Research in Mathematics Education*, 22(5), 366–389.

- Webb, N. M., Franke, M. L., Ing, M., Wong, J., Fernandez, C. H., Shin, N., & Turrou A. C. (2014). Engaging with other's mathematical ideas: Interrelationships among student participation, teachers' instructional practices, and learning. *International Journal of Educational Research*, 63, 79–93.
- Weinert, F. E. (1994). Lernen lernen und das eigene Lernen verstehen. In K. Reusser, & M. Reusser-Weyeneth (Hrsg.), *Verstehen. Psychologischer Prozess und didaktische Aufgabe*. Bern: Huber.
- Wertheimer, M. (1964). *Produktives Denken*. Frankfurt am Main: Waldemar Kramer.
- Whiten, A., Horner, V., Litchfield, C., & Marshall-Pescini, S. (2004). How do apes ape? *Learning and Behavior*, 32(1), 36–52.
- Wischgoll, A. (2011). *Algebraische Textaufgaben verstehen und erfolgreich lösen. Analysen in tutoriellen Situationen zu zwei unterschiedlichen Lösungswegen*. Unveröffentlichte Lizentiatsarbeit. Zürich: Universität Zürich.
- Wischgoll, A., Pauli, C., & Reusser, K. (2015). Scaffolding – How can contingency lead to successful learning when dealing with errors? *ZDM*, 47(7), 1147–1159.
- Witte, N., & Rosenthal, G. (2007). Biographie, Videographie, Bildhermeneutik. Biographische Fallrekonstruktion und Sequenzanalysen videographierter Interaktionen. Zur Verknüpfung von Daten und Methoden. *sozialersinn*, 1, 3–24.
- Wood, D., Bruner, J. S., & Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem-solving. *Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines*, 17, 89–100.
- Zifonun, G., Hoffmann, L. & Strecker, B. (1997). *Grammatik der deutschen Sprache. Band 1*. Berlin: de Gruyter.