

Gesundheitsmanagement  
und Gesundheitsökonomik

RESEARCH

Markus Krohn

# Kosten- und Erlössituation der extrakorporalen Nierenersatztherapie

Eine Analyse im Kontext der  
stationären Leistungserbringung

OPEN ACCESS



Springer Gabler

---

# **Gesundheitsmanagement und Gesundheitsökonomik**

**Reihe herausgegeben von**

Steffen Fleßa, Lehrstuhl für ABWL, Universität Greifswald, Greifswald,  
Mecklenburg-Vorpommern, Deutschland

Die Gesundheitsökonomik ist die Lehre von der Beschreibung, Erklärung, Bewertung und Überwindung der Knappheit an Gesundheit durch Effizienz. Während sie sich traditionell eher den Strukturen und Prozessen des gesamten Gesundheitssystems widmet, intendiert das Gesundheitsmanagement eine Übertragung der Erkenntnisse der Allgemeinen Betriebswirtschaftslehre auf die Betriebe des Gesundheitswesens, wobei bislang noch von keiner vollständig etablierten Branchenbetriebslehre des Gesundheitswesens gesprochen werden kann. Ziel muss es sein, das Gesundheitsmanagement als „Spezielle Betriebswirtschaftslehre“ zu etablieren, die dem Anspruch einer wissenschaftlichen Betriebsführung entspricht und sich konsistent aus den Erkenntnissen der stärker gesamtwirtschaftlich orientierten Gesundheitsökonomik ableitet. Die Schriftenreihe möchte einen Beitrag dazu leisten, Gesundheitsökonomik und Gesundheitsmanagement als interdependente Forschungsgebiete weiter zu entwickeln, die wissenschaftlich fundiert Handlungsanweisen für die Praxis entwickeln und von hoher Relevanz für Individuen und die Gesellschaft sind.

---

Markus Krohn

# Kosten- und Erlössituation der extrakorporalen Nierenersatztherapie

Eine Analyse im Kontext der  
stationären Leistungserbringung

 Springer Gabler

Markus Krohn  
Süderholz, Deutschland

Inauguraldissertation zur Erlangung des akademischen Grades eines Doktors der Wirtschaftswissenschaften

an der Rechts- und Staatswissenschaftlichen Fakultät der Universität Greifswald u. d. T.: „Kosten- und Erlössituation ausgewählter Verfahren der extrakorporalen Nierenersatztherapie im Kontext der stationären Leistungserbringung“

Tag der mündlichen Prüfung: 16.12.2022

Dekan: Herr Prof. Dr. sc. agr. Völker Beckmann

Erstgutachter: Herr Prof. Dr. rer. pol. Steffen Fleßa

Zweitgutachter: Frau Prof. Dr. med. Sylvia Stracke



Die Open-Access-Publikation wurde durch die Universität Greifswald gefördert.

ISSN 2523-7667

ISSN 2523-7675 (electronic)

Gesundheitsmanagement und Gesundheitsökonomik

ISBN 978-3-658-41788-8

ISBN 978-3-658-41789-5 (eBook)

<https://doi.org/10.1007/978-3-658-41789-5>

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

© Der/die Herausgeber bzw. der/die Autor(en) 2023. 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(en) 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 jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.

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

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag noch die Autoren oder die Herausgeber 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: Marija Kojic

Springer Gabler 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

---

## Geleitwort

Die Nierenersatztherapie ist eine der häufigsten Prozeduren im Gesundheitswesen. Patienten, die aufgrund einer unzureichenden Nierenfunktion ein Krankenhaus aufsuchen, erhalten selbstredend in den meisten Fällen eine Dialyse. Darüber hinaus gibt es jedoch viele Patienten, die an einer Niereninsuffizienz leiden und wegen eines anderen Grundes ins Krankenhaus aufgenommen werden müssen. Für sie ist während des Krankenhausaufenthaltes die Dialyse ebenfalls dringlich geboten. In beiden Fällen muss das Krankenhaus eine Dialyse anbieten, was es durch eigene Leistungserstellung oder durch Partnerschaft mit externen Dienstleistern tun kann.

Die Kosten der Dialyse sind auf Grundlage der vorliegenden Literatur als hoch zu bezeichnen. Es gibt jedoch keine Studien, die verschiedene Verfahren der Nierenersatztherapie berücksichtigen und nach weiteren Einflussparametern unterscheiden. Angesichts der hohen Inzidenz und Prävalenz der entsprechenden Nierenerkrankungen ist diese Wissenslücke erstaunlich und von praktischer wie wissenschaftlicher Bedeutung.

Die vorliegende Monographie beschäftigt sich folglich mit einem ausgesprochen relevanten und innovativen Thema. Markus Krohn nimmt sich das Ziel vor, die Kosten und die Erlöse differenzierter Verfahren der extrakorporalen Nierenersatztherapie im Krankenhaus zu ermitteln und relevante Schlussfolgerungen aufzustellen. Er hat hierfür einen Mix aus verschiedenen statistischen, kostenrechnerischen, organisatorischen und Simulationsverfahren angewendet. Die Breite der angewandten Methoden und die Klarheit und Präzision des Einsatzes der Instrumente sind als weit überdurchschnittlich zu bezeichnen.

Auf Grundlage seiner Methodik kommt der Autor zu Erkenntnissen, die von äußerster Relevanz für die Krankenhausführung, aber auch für die Weiterentwicklung des Gesundheitsmanagements als universitäre Disziplinen sind. Es gelingt

ihm, aus den Simulationsläufen diejenigen zu extrahieren, die für die Fragestellung am besten geeignet sind, sodass er trotz der Vielschichtigkeit der Arbeit zu klaren Aussagen gelangt. Es ist selten, dass eine Monographie sowohl für die Praxis als auch für die Wissenschaft gleichermaßen und auf hohem Niveau so relevant ist.

Auf Grundlage der hohen Innovativität und Relevanz des Themas sowie der souveränen Anwendung betriebswirtschaftlicher Konzepte in einem höchst relevanten Krankheitsbild empfehle ich die vorliegende Monographie allen Lesern, die ihre Entscheidungen im Gesundheitswesen auf Evidenz basieren möchten und die Brillanz ökonomischen Denkens in einer noch immer neuen Branche erleben möchten.

Greifswald  
im Mai 2023

Steffen Fleßa

---

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	1
1.1	Hintergrund und Zielsetzung	1
1.2	Aufbau	3
<b>2</b>	<b>Grundlagen</b>	7
2.1	Nierenersatztherapie	7
2.1.1	Hintergrund	7
2.1.2	Verfahren	10
2.1.3	Kodierung	16
2.2	Finanzierung	23
2.2.1	Überblick	23
2.2.2	Fallpauschalen	25
2.2.3	Zusatzentgelte	29
2.2.4	Kalkulationsgrundlagen	35
2.2.4.1	Überblick	35
2.2.4.2	Fallpauschalen	35
2.2.4.3	Zusatzentgelte	42
2.3	Prozess- und Kostenanalysen	44
2.3.1	Prozessdefinition und -darstellung	44
2.3.2	Datengewinnung	44
2.3.2.1	Überblick	44
2.3.2.2	Zeiterhebung	46
2.3.3	Verteilungsidentifikation	48
2.3.4	Monte-Carlo-Simulation	54
2.3.5	Gesamt-, Durchschnitts- und Grenzkosten	58
2.4	Forschungsobjekt	62

<b>3</b>	<b>Verfahren an der Universitätsmedizin Greifswald</b>	67
3.1	Zielsetzung und Kapitelaufbau	67
3.2	Methodik	68
3.2.1	Datensatzbeschreibung	68
3.2.2	Datenaufbereitung	70
3.2.3	Datenauswertung	73
3.3	Ergebnisse	75
3.3.1	Gesamtbetrachtung	75
3.3.2	Intermittierende Verfahren	78
3.3.2.1	Überblick	78
3.3.2.2	OPS 8–854.2	80
3.3.2.3	OPS 8–854.3	84
3.3.3	Kontinuierliche Verfahren	87
3.3.3.1	Überblick	87
3.3.3.2	OPS 8–854.70	89
3.3.3.3	OPS 8–853.70	90
3.3.3.4	OPS 8–854.60	92
3.4	Diskussion	92
3.4.1	Verfahrensentwicklung	92
3.4.2	Vergleich zu bundesweiten Verfahrenszahlen	95
3.4.2.1	Gesamtverfahrenszahlen	95
3.4.2.2	Relative Prozedurenanteile	97
3.5	Generierung von Modellannahmen	103
<b>4</b>	<b>Prozess- und Kostenanalyse an der Universitätsmedizin Greifswald</b>	107
4.1	Zielsetzung und Kapitelaufbau	107
4.2	Methodik	109
4.2.1	Datensatzbeschreibung	109
4.2.1.1	Intermittierende Verfahren	109
4.2.1.1.1	Prozesse und Prozesszeiten	109
4.2.1.1.2	Materialkosten	114
4.2.1.2	Kontinuierliche Verfahren	116
4.2.1.2.1	Prozesse und Prozesszeiten	116
4.2.1.2.2	Personal- und Materialkosten	123
4.2.2	Datenaufbereitung	125
4.2.2.1	Definition von Einflussfaktoren	125
4.2.2.2	Erstellung einer Definitionslogik und Datenumformung der Personaleinsatzzeiten	127

---

4.2.3	Modellierung .....	136
4.2.3.1	Vorbemerkung .....	136
4.2.3.2	Verteilungsidentifikation und Bildung von Prozessblöcken .....	136
4.2.3.3	Auswertung nach Anzahl der Einflussfaktoren .....	145
4.2.3.4	Integration von Personal und Materialkosten .....	151
4.2.3.5	Gesamtübersicht Monte-Carlo-Simulation .....	158
4.2.3.6	Definition der Basisinputs .....	159
4.3	Ergebnisse .....	164
4.3.1	Vorbemerkungen .....	164
4.3.2	Prozesszeiten .....	166
4.3.2.1	Dialysepflege .....	166
4.3.2.1.1	Intermittierende Verfahren .....	166
4.3.2.1.1.1	Differenzierung nach drei Einflussparametern .....	166
4.3.2.1.1.2	Differenzierung nach zwei Einflussparametern .....	170
4.3.2.1.1.3	Differenzierung nach einem Einflussparameter .....	172
4.3.2.1.1.4	Ohne Differenzierung nach Einflussparametern .....	175
4.3.2.1.2	Kontinuierliche Verfahren .....	176
4.3.2.2	Ärztlicher Dienst .....	177
4.3.2.2.1	Intermittierende Verfahren .....	177
4.3.2.2.2	Kontinuierliche Verfahren .....	179
4.3.2.3	Intensivpflege bei kontinuierlichen Verfahren .....	180
4.3.3	Verfahrenskosten .....	181
4.3.3.1	Vorbemerkung .....	181
4.3.3.2	Intermittierende Verfahren .....	182

	4.3.3.2.1	Differenzierung nach drei Einflussparametern .....	182
	4.3.3.2.2	Differenzierung nach zwei Einflussparametern .....	185
	4.3.3.2.3	Differenzierung nach einem Einflussparameter .....	188
	4.3.3.2.4	Ohne Differenzierung nach Einflussparametern .....	191
	4.3.3.3	Kontinuierliche Verfahren .....	192
4.4	Diskussion .....		193
	4.4.1	Verfahrenszeiten .....	193
	4.4.2	Verfahrenskosten .....	196
<b>5</b>	<b>Szenarienanalyse und vergleichende Diskussion .....</b>		<b>201</b>
5.1	Zielsetzung und Kapitelaufbau .....		201
5.2	Methodik der Szenarienanalyse .....		202
5.3	Diskussion .....		205
	5.3.1	Intermittierende Verfahren .....	205
		5.3.1.1 Gesamtkosten Dialyseverfahren .....	205
		5.3.1.2 Splitting nach Behandlungsort und Antikoagulation .....	206
		5.3.1.3 Einfluss der 1:1-Betreuung .....	210
		5.3.1.4 Erlösbetrachtung Zusatzentgelte vor Pflegepersonalkostenausgliederung .....	214
		5.3.1.5 Erlösbetrachtung Zusatzentgelte nach Pflegepersonalkostenausgliederung .....	220
		5.3.1.6 Grenz- und Durchschnittskostenbetrachtung .....	227
		5.3.1.7 Unsicherheit bei geringen Verfahrenszahlen ....	234
	5.3.2	Kontinuierliche Verfahren .....	237
	5.3.3	Handlungsempfehlungen .....	239
		5.3.3.1 Vorbemerkungen .....	239
		5.3.3.2 Nutzung vorhandener OPS-Systematik .....	240
		5.3.3.3 Schaffung ergänzender Pflegeerlösbewertungsrelationen für Zusatzentgelte .....	242
		5.3.3.4 Neudefinition der „Dialysepflege“ .....	243

---

5.3.3.5	Streichung der Kostenstellengruppe „Dialyse“ .....	246
5.4	Limitationen .....	248
<b>6</b>	<b>Fazit</b> .....	<b>253</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b> .....	<b>257</b>

---

# Abkürzungsverzeichnis

€	Euro
AD	Anderson-Darling
BfArM	Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte
C	Citrat
CAVH	kontinuierliche arteriovenöse Hämofiltration
CAVHD	kontinuierliche arteriovenöse Hämodialyse
CAVHDF	kontinuierliche arteriovenöse Hämodiafiltration
CVVH	kontinuierliche venovenöse Hämofiltration
CVVHD	kontinuierliche venovenöse Hämodialyse
CVVHDF	kontinuierliche venovenöse Hämodiafiltration
DAGKN	Deutsche Arbeitsgemeinschaft für Klinische Nephrologie
DFPP	Doppelfiltrationsplasmapherese
DGfN	Deutsche Gesellschaft für Nephrologie
DIMDI	Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information
DN	Double Needle
DRG	Diagnosis Related Groups
ECMO	Extrakorporale Membranoxygenierung
ESRD	End-stage renal disease
F	Fresenius
G	Gambro
GFR	Glomeruläre Filtrationsrate
GM	German Modification
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
GZF	Gleichzeitigkeitsfaktor
h	Stunde
H	Heparin

---

HD	Hämodialyse
HDF	Hämodiafiltration
HF	Hämofiltration
HIT	Heparininduzierte Thrombozytopenie
HK	Homogenitätskoeffizient
HLM	Herz-Lungen-Machine
ICD	International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems
InEK	Institut für das Entgeltsystem im Krankenhaus
K	Katheter
KDIGO	Kidney Disease: Improving Global Outcome
kg	Kilogramm
KH	Krankenhaus
KHEntgG	Krankenhausentgeltgesetz
KI	Konfidenzintervall
KIS	Krankenhausinformationssystem
l	Liter
LDL	Low Density Lipoprotein
LF	Leitfähigkeit
ml	Milliliter
ML	Maximum-Likelihood
mmol	Millimol
n	Anzahl
OPS	Operationen- und Prozedurenschlüssel
PD	Peritonealdialyse
Pkt	Punkte
PPR	Pflegepersonal-Regelung
s	Sekunden
S	Shunt
SN	Single Needle
StdAbw	Standardabweichung
TV-Ärzte	Tarifvertrag für Ärztinnen und Ärzte an Universitätskliniken
TV-L Kr	Tarifvertrag Pflegepersonal im Öffentlichen Dienst der Länder
UF	Ultrafiltrat
UFH	Unfraktioniertes Heparin
UMG	Universitätsmedizin Greifswald
ZE	Zusatzentgelt

---

# Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2.1	Prinzip der Hämodialyse .....	12
Abbildung 2.2	Vergleich der Verfahren .....	13
Abbildung 2.3	Brescia-Cimino-Fistel .....	15
Abbildung 2.4	Demers-Katheter .....	16
Abbildung 2.5	Abrechnung Dialyseleistung – Krankenhaus mit Dialyseabteilung .....	24
Abbildung 2.6	Abrechnung Dialyseleistung – Krankenhaus ohne Dialyseabteilung .....	25
Abbildung 2.7	Übersicht der Kalkulationsschritte zur Ermittlung der kalkulationsrelevanten Behandlungskosten .....	36
Abbildung 2.8	Übersicht über die für die Kostenträgerrechnung benötigten Kosten- und Leistungsdaten .....	38
Abbildung 2.9	Kalkulationsblatt für Dialysen und verwandte Verfahren .....	43
Abbildung 2.10	Beispiel Einzelzeitmessung .....	46
Abbildung 2.11	Beispiel Fortschrittszeitmessung .....	47
Abbildung 2.12	Theoretische Verteilungen und Verwendung (Auswahl) .....	49
Abbildung 2.13	Empirische Verteilungsfunktion des Beispielprozesses .....	50
Abbildung 2.14	Wahrscheinlichkeitsnetze des Beispielprozesses .....	52
Abbildung 2.15	Empirische und theoretische Verteilungsfunktion des Beispielprozesses .....	53
Abbildung 2.16	Vorgehensweise der Monte-Carlo-Simulation .....	55
Abbildung 2.17	Szenarienanalyse mittels Monte-Carlo-Simulation ....	57

Abbildung 2.18	Histogramm des Economic Value Added auf Basis einer Monte-Carlo-Simulation .....	58
Abbildung 2.19	Kostenverläufe bei linearer Kostenfunktion .....	61
Abbildung 2.20	Lageplan Universitätsmedizin Greifswald .....	64
Abbildung 2.21	Gesamtprozess einer intermittierenden Dialyse an der Universitätsmedizin Greifswald .....	65
Abbildung 3.1	Pareto-Diagramm durchgeführter OPS-Kodes an der UMG .....	77
Abbildung 3.2	Entwicklung der Anzahl der Gesamtverfahren an der UMG je Quartal .....	77
Abbildung 3.3	Entwicklung der Anzahl intermittierender Verfahren an der UMG je Quartal .....	78
Abbildung 3.4	Lineare Regression zur Entwicklung intermittierender Verfahren an der UMG .....	79
Abbildung 3.5	Entwicklung der Anzahl des OPS 8–854.2 an der UMG je Quartal .....	80
Abbildung 3.6	Lineare Regression zur Entwicklung des OPS 8–854.2 an der UMG .....	81
Abbildung 3.7	Entwicklung der Anzahl des OPS 8–854.2 auf der Dialyseabteilung der UMG je Quartal .....	82
Abbildung 3.8	Lineare Regression zur Entwicklung des OPS 8–854.2 auf der Dialyseabteilung der UMG .....	83
Abbildung 3.9	Entwicklung der Anzahl des OPS 8–854.2 außerhalb der Dialyseabteilung der UMG je Quartal .....	83
Abbildung 3.10	Lineare Regression zur Entwicklung des OPS 8–854.2 außerhalb der Dialyseabteilung der UMG .....	84
Abbildung 3.11	Entwicklung der Anzahl des OPS 8–854.3 an der UMG je Quartal .....	85
Abbildung 3.12	Entwicklung der Anzahl des OPS 8–854.3 auf der Dialyseabteilung der UMG je Quartal .....	86
Abbildung 3.13	Entwicklung der Anzahl des OPS 8–854.3 außerhalb der Dialyseabteilung der UMG je Quartal .....	86
Abbildung 3.14	Entwicklung der Anzahl kontinuierlicher Verfahrenstage an der UMG je Quartal .....	87
Abbildung 3.15	Lineare Regression zur Entwicklung kontinuierlicher Verfahrenstage an der UMG .....	88

Abbildung 3.16	Entwicklung der Anzahl des OPS 8–854.70 (Verfahrenstage) an der UMG je Quartal .....	89
Abbildung 3.17	Lineare Regression zur Entwicklung des OPS 8–854.70 an der UMG .....	90
Abbildung 3.18	Entwicklung der Anzahl des OPS 8–853.70 (Verfahrenstage) an der UMG je Quartal .....	91
Abbildung 3.19	Lineare Regression zur Entwicklung des OPS 8–853.70 an der UMG .....	91
Abbildung 3.20	Entwicklung der Anzahl des OPS 8–854.60 (Verfahrenstage) an der UMG je Quartal .....	92
Abbildung 3.21	Flächendiagramm der Verfahrensanteile in Deutschland im Zeitraum 2010 bis 2018 .....	100
Abbildung 3.22	Flächendiagramm der Verfahrensanteile an der UMG im Zeitraum 2010 bis 2018 .....	101
Abbildung 4.1	Display der multiFiltrate Ci-Ca® während der Behandlung, dargestellt mit den hinterlegten Startwerten .....	124
Abbildung 4.2	Identifikation der Verteilung des Prozesses DidGVX: Wahrscheinlichkeitsnetze, Test auf Güte der Anpassung und Schätzwerte der Verteilungsparameter der Lognormalverteilung .....	137
Abbildung 4.3	Modellinputs und Berechnungen – Prozessbereich „Did“ .....	138
Abbildung 4.4	Modellinputs und Berechnungen – Prozessbereich „Die“ .....	140
Abbildung 4.5	Modellinputs und Berechnungen – Prozessbereich „DixSTX“ .....	141
Abbildung 4.6	Modellinputs und Berechnungen – Prozessbereich „Dce“ .....	142
Abbildung 4.7	Modellinputs und Berechnungen – Prozessbereich „Ice_X“ .....	143
Abbildung 4.8	Modellinputs und Berechnungen – Prozessbereich „Ice_C“ .....	144
Abbildung 4.9	Modellinputs – Prozessbereich „Ai“ .....	144
Abbildung 4.10	Berechnungen – Prozessbereich „Di-Drei“ .....	145
Abbildung 4.11	Berechnungen – Prozessbereich „Di-Zwei“ .....	146
Abbildung 4.12	Berechnungen – Prozessbereich „Di-Eins“ .....	147
Abbildung 4.13	Berechnungen – Prozessbereich „Di-Null“ .....	148
Abbildung 4.14	Berechnungen – Prozessbereich „Dc-Eins“ .....	148

Abbildung 4.15	Berechnungen – Prozessbereich „Dc-Null“	149
Abbildung 4.16	Berechnungen – Prozessbereich „Ic-Eins“	150
Abbildung 4.17	Berechnungen – Prozessbereich „Ic-Null“	150
Abbildung 4.18	Berechnungen – Prozessbereich „A-Null“	150
Abbildung 4.19	Berechnung Personalkosten nach Berufsgruppe	152
Abbildung 4.20	Berechnung Personalkosten gesamt	154
Abbildung 4.21	Inputs und Berechnung der Materialkosten intermittierender Verfahren	155
Abbildung 4.22	Inputs und Berechnung der Materialkosten kontinuierlicher Verfahren	156
Abbildung 4.23	Berechnung Gesamtkosten	157
Abbildung 4.24	Basisinputs zu P-UMG 2019	163
Abbildung 4.25	Ergebnisübersicht GK_id_Katheter_Heparin	164
Abbildung 4.26	Simulation Did_Katheter_Heparin	166
Abbildung 4.27	Simulation Die_Shunt_Citrat	167
Abbildung 4.28	Simulation Did_Katheter	172
Abbildung 4.29	Simulation Die_Katheter	172
Abbildung 4.30	Simulation Dix_Shunt_Citrat	172
Abbildung 4.31	Simulation Did_V1	174
Abbildung 4.32	Simulation Die_V1	174
Abbildung 4.33	Simulation Dix_V1	175
Abbildung 4.34	Simulation Dce	177
Abbildung 4.35	Simulation AixX	179
Abbildung 4.36	Simulation AceX	179
Abbildung 4.37	Simulation Ice_Citrat	181
Abbildung 4.38	Simulation GK_id_Shunt_Heparin	185
Abbildung 4.39	Simulation GK_ie_Shunt_Citrat	185
Abbildung 4.40	Simulation GK_ie_Citrat	188
Abbildung 4.41	Simulation GK_ix_Shunt_Citrat	188
Abbildung 4.42	Simulation GK_ix_Citrat	190
Abbildung 4.43	Simulation GK_ie	190
Abbildung 4.44	Simulation GK_ix	191
Abbildung 4.45	Simulation GK_ce	193
Abbildung 4.46	Homogenitätsbetrachtung der Prozesszeiten der Dialysepflege	195
Abbildung 4.47	Splittingmöglichkeit und Kostenhomogenität intermittierender Verfahren	197
Abbildung 5.1	Input Szenario „Deutsches Krankenhaus 2019“	203

---

Abbildung 5.2	Input Szenario „Universitätsmedizin Greifswald 2016“ .....	204
Abbildung 5.3	Input Szenario „Universitätsmedizin Greifswald 2018“ .....	204
Abbildung 5.4	Leistungsstandard intermittierender Hämodialyse .....	216
Abbildung 5.5	Simulation DixSTX .....	224

---

# Tabellenverzeichnis

Tabelle 2.1	Kodierung intermittierender Verfahren .....	20
Tabelle 2.2	Kodierung kontinuierlicher Verfahren .....	21
Tabelle 2.3	Leistungen des Dreisteller 8–85 innerhalb der DRG L60A .....	28
Tabelle 2.4	Zusatzentgelte intermittierender Verfahren .....	32
Tabelle 2.5	Zusatzentgelte kontinuierlicher Verfahren .....	33
Tabelle 2.6	Leistungsspektrum der Dialyseabteilung .....	39
Tabelle 2.7	Beispiel Verteilungsidentifikation – Prozesszeiten .....	49
Tabelle 2.8	Test auf Güte der Anpassung des Beispielprozesses .....	51
Tabelle 2.9	Schätzwerte der Verteilungsidentifikation des Beispielprozesses .....	53
Tabelle 3.1	„Vier-/Fünfsteller“ bzw. „4-/5-Steller-Text“ der Hämodialyse .....	70
Tabelle 3.2	Umrechnung der OPS-Zeitdifferenzierungen in Verfahrenstage .....	73
Tabelle 3.3	Gesamtanzahl durchgeführter Verfahren nach OPS-Kode .....	76
Tabelle 3.4	Anpassungsgraden der linearen Regression der Behandlungszahlen an der UMG .....	94
Tabelle 3.5	Vergleich gesamter Verfahrenszahlen bzw. Verfahrenstage (Deutschland gesamt vs. UMG) .....	96
Tabelle 3.6	Vergleich intermittierender Verfahrenszahlen bzw. kontinuierlicher Verfahrenstage (Deutschland gesamt vs. UMG) .....	97

Tabelle 3.7	Vergleich von Verfahrensanteilen im Zeitraum 2010–2018 nach OPS-Kode – Teil 1 (Deutschland gesamt vs. UMG) .....	99
Tabelle 3.8	Vergleich von Verfahrensanteilen im Zeitraum 2010–2018 nach OPS-Kode – Teil 2 (Deutschland gesamt vs. UMG) .....	100
Tabelle 3.9	Vergleich von Anteilen nach Verfahrenstyp, Verfahrensart und Antikoagulation (Deutschland vs. UMG) .....	102
Tabelle 3.10	Prognose der Behandlungszahlen 2019 an der UMG basierend auf den Anpassungsgeraden der linearen Regression .....	105
Tabelle 4.1	Prozesszeiten intermittierender Verfahren auf der Dialyseabteilung .....	111
Tabelle 4.2	Prozesszeiten intermittierender Verfahren auf Intensivstationen .....	112
Tabelle 4.3	Prozesszeiten des Ärztlichen Dienstes bei intermittierenden Dialyseverfahren .....	114
Tabelle 4.4	Materialkosten der intermittierenden Hämodialyse .....	115
Tabelle 4.5	Gewichtete Materialkosten der intermittierenden Hämodialyse .....	115
Tabelle 4.6	Prozesszeiten der Dialysepflege bei kontinuierlicher Verfahren auf Intensivstationen .....	118
Tabelle 4.7	Prozesszeiten der dialysebezogenen Intensivpflege im nach Beobachtungszeitraum .....	120
Tabelle 4.8	Prozesszeiten des Ärztlichen Dienstes bei kontinuierlichen Dialyseverfahren .....	122
Tabelle 4.9	Überblick der Materialgesamtkosten für CVVH und CVVHD ohne Dialysat, Calciumchlorid und Natriumcitrat .....	123
Tabelle 4.10	Teilprozesse der Personaleinsatzzeiten .....	131
Tabelle 4.11	Mittelwerte und Eintrittswahrscheinlichkeiten der Prozesse im Bereich der Intensivpflege .....	135
Tabelle 4.12	Eingangsdaten Universitätsmedizin Greifswald – Prognosejahr 2019 .....	159
Tabelle 4.13	Prozesszeiten bei Differenzierung nach drei Einflussparametern .....	168
Tabelle 4.14	Prozesszeiten bei Differenzierung nach zwei Einflussparametern .....	171

Tabelle 4.15	Prozesszeiten bei Differenzierung nach einem Einflussparameter .....	173
Tabelle 4.16	Prozesszeiten ohne Differenzierung nach Einflussparameter .....	175
Tabelle 4.17	Prozesszeiten bei kontinuierlichen Verfahren .....	176
Tabelle 4.18	Prozesszeiten des Ärztlichen Dienstes bei intermittierenden Verfahren .....	178
Tabelle 4.19	Prozesszeiten des ärztlichen Dienstes bei kontinuierlichen Verfahren .....	180
Tabelle 4.20	Prozesszeiten der Intensivpflege bei kontinuierlichen Verfahren .....	180
Tabelle 4.21	Gesamtkosten bei Differenzierung nach drei Einflussparametern .....	183
Tabelle 4.22	Gesamtkosten bei Differenzierung nach zwei Einflussparametern .....	186
Tabelle 4.23	Gesamtkosten bei Differenzierung einem Einflussparameter .....	189
Tabelle 4.24	Gesamtkosten ohne Differenzierung nach Einflussparameter .....	191
Tabelle 4.25	Gesamtkosten bei kontinuierlichen Verfahren .....	192
Tabelle 5.1	Gesamtkosten intermittierender Verfahren – Szenarienanalyse .....	207
Tabelle 5.2	Gesamtkosten intermittierender Verfahren – Szenarienanalyse mit und ohne 1:1-Betreuung .....	211
Tabelle 5.3	Deckungsbeiträge je intermittierendem Verfahren .....	215
Tabelle 5.4	Vergleich modellierter Pflegepersonalkosten zum Ausgliederungsbetrag .....	221
Tabelle 5.5	Deckungsbeiträge je intermittierendem Verfahren nach Pflegepersonalkostenausgliederung .....	225
Tabelle 5.6	Kostendaten der Kostenstellengruppe „Dialyseabteilung“ der (a)DRG L71Z .....	228
Tabelle 5.7	Simulationsergebnisse bei geringen Verfahrenszahlen (Iterationen) der GK_ix_Heparin .....	235
Tabelle 5.8	Simulationsergebnisse bei geringen Verfahrenszahlen (Iterationen) der GK_ix .....	236
Tabelle 5.9	Kosten kontinuierlicher Verfahren P-UMG 2019 und Erlöse 2019 .....	237



## 1.1 Hintergrund und Zielsetzung

Obwohl es im deutschen Gesundheitssystem bei stationär erbrachten Leistungen aufgrund der Entgeltfixierung durch Diagnosis Related Groups (DRGs) und Zusatzentgelte seit Jahren zu einem erhöhten Kostendruck kommt, sind exakte, interventionsbezogene Modelle zur Kostenermittlungen im Krankenhaus nur rudimentär ausgeprägt. Dem Leistungserbringer ist folglich oftmals unbekannt, welche Ressourcen in welchem Umfang für die Leistungserstellung tatsächlich eingesetzt werden und ob eine einzelne Intervention kostendeckend erbracht wird. Diese tiefgreifende Fokussierung auf eine einzelne Intervention gewinnt besonders vor dem Hintergrund einer sich verändernden Patientenstruktur an Bedeutung. Wird davon ausgegangen, dass die den Entgelten zugrundeliegende Fallkostenkalkulation ausschließlich auf einer Mittelwertbetrachtung beruhen kann, wird deutlich, dass vielfältige, leistungserbringerindividuelle Einflussfaktoren die Kostendeckung beeinflussen.

Beispielhaft sei der Fall konstruiert, dass eine Station bzw. Abteilung mit insgesamt positiven Deckungsbetrag in ihrem Leistungsportfolio Interventionen mit positiven und negativen Fallergebnis vereint. Sind die Interventionen mit negativen Deckungsbeiträge vorrangig Patienten mit einer speziellen Merkmalsausprägung zuzuordnen (z. B. Behandlungen mit der Erfordernis einer kontinuierlichen Überwachung), resultiert bei zunehmendem Anteil dieser Patientengruppe ein abnehmender Deckungsbeitrag auf Stations- bzw. Abteilungsebene. Dieses Beispiel zeigt, dass die interventionspezifische Kostenbetrachtung eine nicht zu unterschätzende Informationsbasis für das Management darstellt. Weiterhin zeigt es, dass eine aufgrund von externen Einflüssen veränderte und vom

Leistungserbringer nicht beeinflussbare Nachfragesituation einen maßgeblichen Einfluss auf die Kostendeckung haben kann.

Um die resultierenden Herausforderungen zu bewältigen, ist eine detaillierte, interventionsbezogene Kostenanalyse unerlässlich. Die vorliegende Arbeit fokussiert hierbei den Leistungsbereich der stationären Dialyse. Hierbei handelt es sich um eine Leistungseinheit, die sich durch ein breites Leistungsspektrum definiert, wobei die Leistungen kaum die Zuordnung zu speziellen Fallpauschalen beeinflusst. Zwar existiert eine geringe Anzahl an nephrologischen DRGs die Dialyseleistungen inkludieren, es überwiegt jedoch die interkurrente bzw. akute Leistungserbringung in einer Vielzahl weiterer DRGs. So werden die Leistungen der Dialyseabteilung in großen Teilen über Zusatzentgelte (ZE) finanziert, was eine Gegenüberstellung von durchgeführter Prozedur zu resultierendem Entgelt vereinfacht.

Grundlage der Arbeit bildet die Auswertung der Behandlungsstrukturen an der Universitätsmedizin Greifswald (UMG) sowie die Gegenüberstellung mit deutschlandweiten Werten. Basierend auf umfassenden Zeit- und Kostenerhebungen zu intermittierenden sowie kontinuierlichen extrakorporalen Dialyseverfahren soll ein Simulationsmodell aufgestellt werden, welches in der Lage ist, basierend auf Behandlungsanteilen, Kostendaten sowie Verteilungen von Personalzeiten die Kosten je Leistung zu simulieren und diese basierend auf den entsprechenden Behandlungsanteilen zu aggregieren.

Die aus einer Monte-Carlo-Simulation resultierenden Ergebnisse sollen anschließend auf ihre Kostenhomogenität sowie auf mögliche Haupteinflussfaktoren geprüft werden. Nach einer Gegenüberstellung mit den resultierenden Erlösen sollen Ansätze zur Weiterentwicklung des Finanzierungssystems entwickelt werden, die zeigen, wie eine detaillierte Kenntnis über Prozesszeiten und Prozesskosten einen Beitrag zu einer leistungsgerechteren Finanzierung liefern kann. Auch wenn der Leistungsbereich der stationären Dialyse als Beispiel für eine Prozess- und Kostenanalyse speziell zu sein scheint, so ist es insbesondere dieser Bereich, der die gesamte Breite der Finanzierungsoptionen im stationären Sektor abdeckt, da diese Erlöse über DRGs (selbst Ein-Tages-DRGs), ZEs sowie seit 2019 über Pflegeerlösbewertungsrelationen enthält. Zu beachten ist, dass die hier vorgenommene Analyse losgelöst von Therapieentscheidungen des Ärztlichen Dienstes ist. Zwar werden in Teilen Erklärungsansätze für unterschiedliche Verfahrensanteile angeführt, das Ziel besteht jedoch darin, Ansätze für eine leistungsgerechtere Vergütung zu ermitteln. Das „Wieso“ hinter der Frage nach verschiedenen Verfahrensanteilen steht somit im Hintergrund.

## 1.2 Aufbau

Die vorliegende Arbeit gliedert sich in fünf Hauptkapitel, beginnend mit den Grundlagen. Dieses unterteilt sich in vier Unterkapitel. Das erste Unterkapitel 2.1 behandelt die Grundlagen zur Nierenersatztherapie, wobei auf die Notwendigkeit, die Verfahren und deren Kodierung eingegangen wird. Das anschließende Abschnitt 2.2 zeigt auf, welche Finanzierungsoptionen der Verfahren im stationären Sektor vorliegen. Hierbei wird nach der Finanzierung über Fallpauschalen oder Zusatzentgelte unterschieden, wobei das Kapitel weiterhin die zugrundeliegende Kalkulationsmethodik vorstellt. Im anschließenden Abschnitt 2.3 werden die Grundlagen zu Prozess- und Kostenanalysen vorgestellt, soweit sie für die vorliegenden Analysen relevant sind. Neben der Prozessdefinition und -darstellung sind dies weiterhin Ausführungen zur Datengewinnung, zur Verteilungsidentifikation, zur Monte-Carlo-Simulation sowie Aspekte zu Kostenfunktionen. Das letzte Unterkapitel beinhaltet die Vorstellung des Forschungsobjektes – der Universitätsmedizin Greifswald. Die Zuordnung dieses Kapitel zu den Grundlagen erfolgt aufgrund der Besonderheiten der Kapitel 3 und 4. Dies sind die Kapitel „Verfahren an der Universitätsmedizin Greifswald“ und „Prozess- und Kostenanalyse an der Universitätsmedizin Greifswald“, welche jeweils eigene Unterkapitel zu Methodik, Ergebnissen und Diskussion beinhalten. Die Kapitel können somit als zwei separate Analysebereiche betrachtet werden, wobei das Kapitel 4 in Teilen Ergebnisse des Kapitels 3 als Input nutzt. Da beide Kapitel in Bezug zur Universitätsmedizin Greifswald stehen, ist die Vorstellung des Forschungsobjektes in die Grundlagen integriert.

Die Kapitel 3 und 4 können wie beschrieben als separate Analysen betrachtet werden. Das Kapitel 3 untersucht die Verfahren an der Universitätsmedizin Greifswald. Nach der Vorstellung der Zielsetzung und des Kapitelaufbaus in 3.1 wird in Abschnitt 3.2 die Methodik der Verfahrenszahlauswertung vorgestellt. Hierbei wird der zugrundeliegende Datensatz sowie dessen Aufbereitung und Auswertung beschrieben. Abschnitt 3.3 stellt die Ergebnisse zu den Verfahren im Gesamten sowie getrennt nach intermittierenden und kontinuierlichen Verfahren dar. In Abschnitt 3.4 wird die Entwicklung der Verfahrenszahlen diskutiert sowie ein Vergleich mit den deutschlandweiten Verfahrenszahlen vorgenommen. Im anschließenden Abschnitt 3.5 werden aus den Verfahrenszahlen Modellannahmen generiert, welche die Basis für die Kapitel 4 und 5 bilden.

Das Kapitel 4 thematisiert die Prozess- und Kostenanalyse an der Universitätsmedizin Greifswald und stellt den zentralen Part dieser Arbeit dar. Nach Klärung der Zielstellung in 4.1 wird in Abschnitt 4.2 die Methodik zur Analyse vorgestellt.

Hierbei werden in einem ersten Schritt die herangezogenen Datensätze zu Prozesszeiten, Material- und Medikamentenkosten getrennt nach intermittierenden und kontinuierlichen Verfahren vorgestellt. Anschließend erfolgt die Darstellung der Datensaufbereitung, in welcher als zentrale Elemente die Einflussfaktoren auf die Prozesse ermittelt sowie die Definitionslogik für die Prozessschritte vorgestellt werden. Das Kapitel der Modellierung (4.2.3) stellt die Entwicklung des Monte-Carlo-Modells schrittweise vor, wobei das Modell definierte Basisinputs basierend auf den Verfahrenszahlen aus Abschnitt 3.5 nutzt. Die resultierenden Ergebnisse werden in Abschnitt 4.3 vorgestellt. Die Ergebnisvorstellung erfolgt hierbei getrennt nach Prozesszeiten und Prozesskosten. Während das Kapitel der Prozesszeiten nach beteiligten Berufsgruppen sowie intermittierenden bzw. kontinuierlichen Verfahren differenziert, unterscheidet das Kapitel der Verfahrenskosten ausschließlich nach intermittierenden und kontinuierlichen Verfahren. Weiterhin wird – sofern möglich – nach der Anzahl an Einflussparametern differenziert. Die resultierenden Ergebnisse werden in Abschnitt 4.4 diskutiert, wobei an dieser Stelle aufgrund noch fehlender Vergleichswerte die Anzahl der Diskussionsansätze limitiert ist.

Die auf einer Szenarienanalyse basierende vergleichende Diskussion wird in Kapitel 5 vorgenommen, wobei dieses Kapitel als Fusion der Kapitel 3 und 4 anzusehen ist. Nach Vorstellung der Zielsetzung in Abschnitt 5.1 wird in Abschnitt 5.2 die Methodik der Szenarienanalyse vorgestellt. Die Inputwerte der Szenarien basieren hierbei auf den, in Abschnitt 3.5 generierten Modellannahmen. Aus den Outputwerten der verschiedenen Szenarien sowie aus dem Vergleich der ermittelten Kosten mit den in Abschnitt 2.2 vorgestellten Erlösen resultieren vielfältige Diskussionsaspekte, welche in den Unterkapiteln des Abschnittes 5.3 diskutiert werden. Weiterhin beinhaltet das Kapitel aus den Diskussionsaspekten resultierende Handlungsempfehlung bzw. Problemlösungsansätze. Den Abschluss des Kapitels 5 bilden die Limitationen in Abschnitt 5.4. Obgleich die limitierenden Faktoren insbesondere in der Diskussion des Kapitels 5 zu beachten sind bzw. erst hier deutlich werden, liegen die Ursachen zumeist in den Kapiteln 3 und 4. Folglich müssen die Inhalte des Abschnittes 5.4 auch Aspekte der Vorgängerkapitel berücksichtigen.

Die Arbeit schließt im sechsten Kapitel mit einem Fazit. Ferner ist die Arbeit um mehrere Anhänge ergänzt, auf welche an den entsprechenden Stellen verwiesen wird.

**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.





## 2.1 Nierenersatztherapie

### 2.1.1 Hintergrund

Verfahren der Nierenersatztherapie dienen der Behandlung des Nierenversagens. Wird nach der Geschwindigkeit des Krankheitsverlaufs differenziert, ergibt sich die Unterscheidung zwischen chronischer Niereninsuffizienz und akutem Nierenversagen. Wird nach dem Schweregrad unterschieden, ergibt sich die Einteilung zwischen präterminaler sowie terminaler Insuffizienz, wobei im terminalen Stadium Verfahren der Nierenersatztherapie notwendig sind um das Überleben des Patienten zu sichern.<sup>1</sup>

Die chronische Niereninsuffizienz lässt sich hierbei als zunehmender Verlust der Nierenfunktion, bedingt durch vermehrten Ausfall funktionierender Nierenmasse definieren.<sup>2</sup> Gemäß dem letztverfügbaren Jahresbericht zur Nierenersatztherapie in Deutschland aus dem Jahr 2006/2007 waren 2006 in Deutschland 66.508 Patienten dialysepflichtig, was einer Prävalenz von 808 Dialysepatienten je Million Einwohnern entspricht.<sup>3</sup> Untersuchungen für das Jahr 2017 gehen von 100.202 Patienten in Deutschland, also 1.210 Patienten je Million Einwohnern aus.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Vgl. Baenkler 2010, S. 405.

<sup>2</sup> Vgl. Haghi 2009, S. 499.

<sup>3</sup> Vgl. Frei und Schober-Halstenberg 2008, S. 14.

<sup>4</sup> Vgl. Häckl et al. 2021, S. 818.

Die Kodierung der Niereninsuffizienz erfolgt im ICD-10-GM-2022 System (International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems – Version 10 – German Modification) über die Dreisteller N17, N18 sowie N19.<sup>5</sup> N17 beinhaltet die Kodierung des akuten Nierenversagens.<sup>6</sup> Akutes Nierenversagen lässt sich definieren als plötzlicher Rückgang der Nierenfunktionsleistung, welcher jedoch als potentiell reversibel anzusehen ist. Da das akute Nierenversagen eine Erkrankung mit hoher Letalität darstellt, ist von einer Intensivpflichtigkeit des Patienten auszugehen.<sup>7</sup> Die Einteilung in Stadien erfolgt gemäß den Leitlinien der KDIGO (Kidney Disease: Improving Global Outcome), wobei die Stadien 1 bis 3 über den Anstieg des Serum-Kreatinins und/oder über die Menge der Urinausscheidung in ml/kg/h über einen bestimmten Zeitraum definiert werden. Dies entspricht, den 2004 eingeführten RIFLE-Kriterien folgend, den Stufen Risk (Risiko – Stadium 1), Injury (Schädigung – Stadium 2) bzw. Failure (Nierenversagen – Stadium 3).<sup>8</sup>

Die Kodierung des Stadiums erfolgt an der fünften Stelle des ICD-Kodes, während die vierte Stelle weitere Spezifikationen (z. B. „mit Tubulusnekrose“ oder „mit akuter Rindennekrose“, ...) definiert. Die folgende Auflistung zeigt beispielhaft die Kodierung des nicht näher bezeichneten akuten Nierenversagens.<sup>9</sup>

*N17.9 – Akutes Nierenversagen, nicht näher bezeichnet*

*N17.91 – Stadium 1*

*N17.92 – Stadium 2*

*N17.93 – Stadium 3*

*N17.99 – Stadium nicht näher bezeichnet*

Die weiterhin nach RIFLE definierten Stadien „Loss“ (Verlust der Nierenfunktion >4 Wochen) bzw. „ESRD (End-stage renal disease – terminales Nierenversagen)“ (Verlust der Nierenfunktion >3 Monate) beschreiben den möglichen Übergang eines akuten hin zu einem chronischen Nierenversagen.<sup>10</sup>

Die Kodierung der chronischen Nierenkrankheit erfolgt mittels des Dreistellers N18.<sup>11</sup> Die Stadien der chronischen Nierenkrankheit werden nach der glomerulären Filtrationsrate (GFR) eingeteilt. Die GFR beschreibt hierbei das filtrierte

<sup>5</sup> Vgl. Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte [BfArM] 2022, S. 432.

<sup>6</sup> Vgl. ebd., S. 438.

<sup>7</sup> Vgl. Geberth und Nowack 2014, S. 2.

<sup>8</sup> Vgl. ebd., S. 5.

<sup>9</sup> Vgl. BfArM 2022, S. 438 f.

<sup>10</sup> Vgl. Geberth und Nowack 2014, S. 5.

<sup>11</sup> Vgl. BfArM 2022, S. 439.

Volumen je Zeiteinheit. Die Einheit lautet folglich ml/min. Die Einteilung erfolgt in die Stadien 1 bis 5, wobei die Stadien wie folgt definiert sind.<sup>12</sup>

- Stadium 1 – GFR >90 ml/min – Nierenschädigung mit normaler oder erhöhter GFR
- Stadium 2 – GFR 60–89 ml/min – Nierenschädigung mit geringgradig verminderter GFR
- Stadium 3 – GFR 30–59 ml/min – Moderat verminderte GFR
- Stadium 4 – GFR 15–29 ml/min – Schwer eingeschränkte GFR
- Stadium 5 – GFR <15 ml/min oder Nierenersatztherapie – Terminales Nierenversagen

Der im letzten Stadium beschriebene Zustand umfasst die terminale Niereninsuffizienz. Die Kodierung der chronischen Nierenkrankheit folgt genau diesen Kriterien und definiert das Stadium an der vierten Stelle des ICD-Kodes.<sup>13</sup>

#### *N18 – Chronische Niereninsuffizienz*

*N18.1 – Stadium 1*

*N18.2 – Stadium 2*

*N18.3 – Stadium 3*

*N18.4 – Stadium 4*

*N18.5 – Stadium 5*

*N18.8 – Sonstige*

*N18.9 – nicht näher bezeichnet*

Weiterhin ist die Kodierung des ausschließlich als Dreisteller vorliegenden Codes N19 möglich, welcher als „nicht näher bezeichnete Niereninsuffizienz“ definiert ist, sofern keine weiteren Angaben möglich sind.<sup>14</sup>

Ist eine Behandlung der eingeschränkten Nierenfunktion durch eine medikamentös-konservative Therapie nicht mehr möglich, wird ein Ersatz der Nierenfunktion notwendig. Dieser kann bei chronisch terminaler Insuffizienz durch eine Nierentransplantation bzw. durch physikalische Verfahren bei chronisch terminaler Insuffizienz aber auch akutem Nierenversagen erfolgen.<sup>15</sup> Die

---

<sup>12</sup> Vgl. Geberth und Nowack 2014, S. 10.

<sup>13</sup> Vgl. BfArM 2022, S. 439.

<sup>14</sup> Vgl. ebd., S. 440.

<sup>15</sup> Vgl. Renz-Polster 2011, S. 860.

physikalischen Verfahren der Nierenersatztherapie werden als Dialyse bezeichnet.<sup>16</sup>

Innerhalb der physikalischen Verfahren kann zwischen intrakorporalen und extrakorporalen Verfahren unterschieden werden. Während intrakorporale Verfahren das Bauchfell (Peritoneum) als natürliche Membran nutzen (Peritonealdialyse (PD)), nutzen extrakorporale Verfahren künstliche Blutfilter in einem extrakorporalen Blutkreislauf.<sup>17</sup> Weiterhin lassen sich die Verfahren nach ihrer Verfahrenslaufzeit differenzieren. Hieraus entsteht die Unterscheidung nach intermittierenden, also zeitweise aussetzenden, und kontinuierlichen Verfahren. Bei intermittierenden extrakorporalen Verfahren in Dialysezentren sind hierbei zumeist drei Behandlungen zu je vier Stunden je Woche üblich, während kontinuierliche Verfahren im Intensivbereich hingegen durchgehende Laufzeiten über Wochen erreichen können.<sup>18</sup>

### 2.1.2 Verfahren

Innerhalb der extrakorporalen intermittierenden Verfahren ist die Unterscheidung zwischen den technischen Varianten der Hämodialyse (HD), der Hämofiltration (HF) und der Hämodiafiltration (HDF) möglich. Innerhalb kontinuierlicher Verfahren existieren die identischen Verfahrensvarianten, wobei eine weitere Unterscheidung zwischen arteriovenösen und venovenösen Verfahren vorgenommen wird. Venovenösen Verfahren nutzen Blutpumpen, während arteriovenöse Verfahren das Druckgefälle zwischen Arterie und Vene nutzen, um den extrakorporalen Blutkreislauf anzutreiben. Bedingt durch die starke Abhängigkeit des Blutflusses vom Blutdruck des Patienten und einer gesteigerten Komplikationsrate, sind arteriovenöse Verfahren heute nur noch von geringer Relevanz. Die venovenösen Verfahren definieren sich als kontinuierliche venovenöse Hämofiltration (CVVH), kontinuierliche venovenöse Hämodialyse (CVVHD) sowie kontinuierliche venovenöse Hämodiafiltration (CVVHDF). Die arteriovenösen Verfahren definieren sich als CAVH, CAVHD, CAVHDF.<sup>19</sup>

Im Folgenden soll das vorherrschende Verfahren der HD genauer beschrieben werden. Innerhalb der technischen Funktionsweise wird zwischen einem extrakorporalen Blutkreislauf und einem Dialysatkreislauf unterschieden. Beide

---

<sup>16</sup> Vgl. Mann 2002, S. 54.

<sup>17</sup> Vgl. ebd., S. 54.

<sup>18</sup> Vgl. Kramme und Scheddin 2002, S. 446 ff.

<sup>19</sup> Vgl. Hörl 2004, S. 549 f.

Kreisläufe verbindet der Dialysator, in welchem das Patientenblut mit der Dialysierflüssigkeit (Elektrolytlösung) über eine semipermeable Membran in Verbindung kommt. Hierbei können unterschiedliche Membranen (Highflux bzw. Lowflux) zur Anwendung kommen, welche sich hinsichtlich der Größe ihrer Poren und ihrer Wasserdurchlässigkeit (Ultrafiltrationsrate) unterscheiden.<sup>20</sup> Bedingt durch den Gegenstrom zwischen Blut- und Dialysatkreislauf sowie durch das Konzentrationsgefälle diffundieren im Dialysator harnpflichtige Substanzen wie Harnstoff, Kreatinin und Phosphat aus dem Patientenblut in das Dialysat. Gleichzeitig gleichen sich die Konzentrationen von Natrium, Kalzium und Kalium zwischen den Kreisläufen an, während Proteine und Blutzellen aufgrund ihrer Größe die Membran nicht passieren können.<sup>21</sup> Die Herstellung der Dialysierflüssigkeit erfolgt mit Hilfe einer Proportionierungspumpe aus, in einer Umkehrosmoseanlage hergestelltem, Reinwasser und Salzkonzentraten.<sup>22</sup> Druck und Dialysatfluss werden durch zwei Pumpen im Dialysatkreislauf gesteuert. Dies ermöglicht eine Regulation des Transmembrandrucks im Dialysator, wodurch ein Flüssigkeitsentzug aus dem Patientenblut resultiert. Dieses Verfahren wird als Ultrafiltration bezeichnet. Das somit gereinigte Blut gelangt nach dem Durchlaufen des Dialysators zurück zum Patienten.<sup>23</sup> Abbildung 2.1 zeigt die Funktionsweise der HD auf.

Das Verfahren der Hämofiltration unterscheidet sich von der HD ausschließlich im Dialysatkreislauf. So basiert die Hämofiltration auf den Mechanismen der Konvektion und Ultrafiltration. Durch einen erhöhten Druck auf der Blutseite wird dem Patientenblut Plasmawasser entzogen (Ultrafiltration). Die als Folge der Ultrafiltration resultierende Mitnahme von gelösten Teilchen im Plasmawasser wird als Konvektion bezeichnet. Als Ausgleich zum entzogenen Plasmawasser wird dem Patienten eine Substitutionslösung infundiert, welche in Beuteln vorliegen oder vom Dialysegerät selbst hergestellt werden kann („Online-HF“). Aus der Differenz zwischen der Substitutionslösung und dem Ultrafiltrat (UF) ergibt sich die effektiv entzogene Flüssigkeitsmenge. Verglichen mit der HD ermöglicht eine HF somit eine verbesserte Elimination höhermolekularer Substanzen (durch Konvektion), während niedermolekulare Substanzen jedoch schlechter eliminiert werden.<sup>24</sup>

---

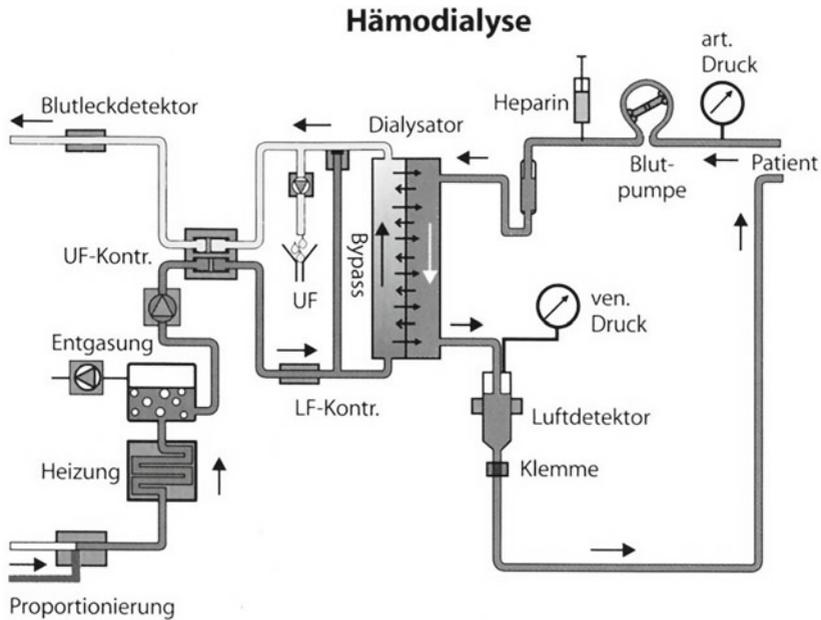
<sup>20</sup> Vgl. Nowack et al. 2009, S. 200.

<sup>21</sup> Vgl. Wintermantel und Ha 2009, S. 1545.

<sup>22</sup> Vgl. Mann 2002, S. 54.

<sup>23</sup> Vgl. Koch 2000, S. 733 f.

<sup>24</sup> Vgl. Kramme und Scheddin 2002, S. 447.

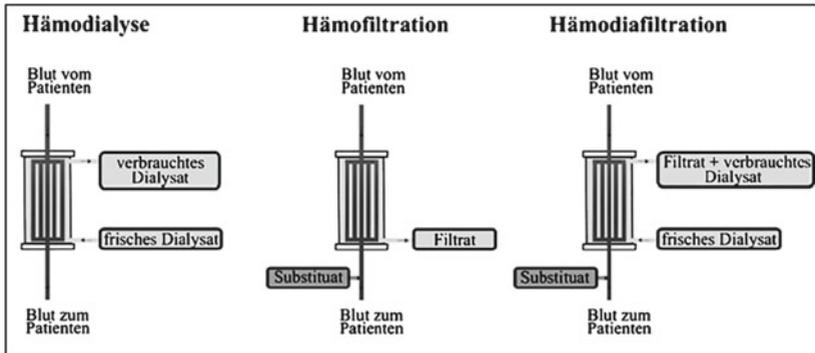


**Abbildung 2.1** Prinzip der Hämodialyse. (Quelle: Mann 2002)

Die Hämodiafiltration kann als Kombination der HD und HF angesehen werden, welche die Vorteile der HD (effektive Diffusion niedermolekularer Substanzen) mit den Vorteilen der HF (effektive Konvektion mittelmolekularer Substanzen) verbindet. Unter Einsatz eines High-Flux Dialysators mit hoher Permeabilität wird mit einer höheren Druckdifferenz als bei der HD dialysiert. Sofern das Volumen des Ultrafiltrats über dem erforderlichen Flüssigkeitsentzug liegt, wird wie bei der HF eine Substitutionslösung verabreicht. Diese kann wiederum in Beuteln vorliegen oder vom Dialysegerät hergestellt werden („Online-HDF“).<sup>25</sup>

Abbildung 2.2 zeigt die grundlegenden Unterschiede der der Verfahren HD, HF und HDF in vereinfachter Form auf.

<sup>25</sup> Vgl. Franz 1990, S. 20.



**Abbildung 2.2** Vergleich der Verfahren. (Quelle: Wintermantel und Ha 2009)

Da bei allen extrakorporalen Dialyseverfahren das Patientenblut in Kontakt mit unphysiologischen Fremdoberflächen wie dem Blutschlauchsystem kommt, resultiert eine erhöhte Gerinnbarkeit des Blutes. Diese Gerinnungsneigung muss folglich unterdrückt werden, was als Antikoagulation bezeichnet wird.<sup>26</sup>

Die Standardmethode ist hierbei die Gabe von unfraktioniertem Heparin (UFH), welches die Gerinnungsneigung des Blutes durch Protein-Komplexbildung herabsetzt. Möglich ist die Verabreichung über eine bzw. mehrere Einzeldosen (Bolusinjektionen) oder kontinuierlich während der Dialyselauzeit.<sup>27</sup> Das Heparin ist hierbei nicht dialysierbar und erhöht somit die Blutungsneigung des Patienten. Weiterhin besteht das Risiko des Absinkens der Anzahl der Thrombozyten, was im Extremfall eine heparininduzierte Thrombozytopenie (HIT) verursachen kann.<sup>28</sup>

Als Alternative kann weiterhin fraktioniertes Heparin (auch niedermolekulares Heparin), welches bedingt durch eine längere Halbwertszeit das Risiko einer HIT reduziert, zum Einsatz kommen. Ist die Verwendung dieser Option z. B. bedingt durch eine HIT nicht möglich, kann auf Antikoagulanzen wie Hirudin, Argatroban oder Danaparoid zurückgegriffen werden.<sup>29</sup>

Liegt beim Patienten eine Blutungsgefährdung vor, erfolgt die Behandlung entweder ohne Antikoagulation (heparinfreie Dialyse) oder mittels regionaler

<sup>26</sup> Vgl. Nowack et al. 2009, S. 82.

<sup>27</sup> Vgl. Wintermantel und Ha 2009, S. 1539.

<sup>28</sup> Vgl. Nowack et al. 2009, S. 82.

<sup>29</sup> Vgl. ebd., S. 84 ff.

Antikoagulation mit Heparin oder Citrat, welche ihre Wirkungen nur im extrakorporalen Blutkreislauf zeigen.<sup>30</sup> Die regionale Antikoagulation mit Citrat ist hierbei als bedeutendste Option anzusehen. Hierbei wird zu Beginn des arteriellen Schlauchsystems Citrat injiziert, welches das für die Gerinnung notwendige Calcium bindet und dadurch die Gerinnung des Blutes herabsetzt.<sup>31</sup> Der resultierende Komplex wird in Teilen im Dialysator entfernt und die Gerinnbarkeit am Ende des Blutkreislaufes durch Gabe von Calcium wiederhergestellt. Durch die fehlende Überwachungsmöglichkeit des Citrat-Calcium-Verhältnisses seitens des Dialysegerätes, ist die Gefahr eines zu geringen bzw. zu hohen Calciumspiegels (Hypo-/Hyperkalzämie) erhöht, was in der Folge zu einem erhöhten Bedarf an Blutkontrollen führt. Weiterhin kann eine Veränderung des Blut-pH-Wertes resultieren, welcher aus den Abbauprodukten des Citrats resultiert und durch Anpassungen der Bikarbonatkonzentration im Dialysat angepasst werden kann.<sup>32</sup>

Zur Durchführung einer extrakorporalen Dialyse ist ein Gefäßzugang notwendig, welche die Verbindung zwischen intrakorporalem und extrakorporalem Blutkreislauf darstellt. Diese Gefäßzugänge müssen einen entsprechenden Blutfluss ermöglichen und je nach Zweck eine gewisse Dauerhaftigkeit aufweisen. Prinzipiell resultiert somit die Einteilung nach akuten und permanenten Zugängen.<sup>33</sup>

Liegt eine akute, meist nur vorübergehende Dialysenotwendigkeit vor, wird zumeist auf einen temporären Katheter (Shaldon-Katheter) zurückgegriffen. Bedingt durch eine erhöhte Infektionsgefahr sollten diese, bevorzugt in die Vena jugularis interna oder Vena femoralis implantierten Katheter, maximal 2–4 Wochen genutzt werden.<sup>34</sup> Der Katheter kann ein- oder zweilumig sein, wobei die Anzahl der Lumen die Anzahl der blutführenden Kanäle beschreibt. Einlumige Katheter werden auch als Single-Needle-Systeme bzw. Unipunktur-Systeme bezeichnet. Diese sind bedingt durch wechselnde Flussrichtungen des Blutes weniger effektiv als doppellumige Katheter (Double-Needle-Systeme).<sup>35</sup>

Zur Behandlung von Patienten mit chronisch terminaler Niereninsuffizienz sind permanente Gefäßzugänge nötig. Hier können die arteriovenöse Fistel

---

<sup>30</sup> Vgl. Hörl 2004, S. 274.

<sup>31</sup> Vgl. Stracke et al. 2013, S. 1.

<sup>32</sup> Vgl. Hörl 2004, S. 279.

<sup>33</sup> Vgl. Nowack et al. 2009, S. 58.

<sup>34</sup> Vgl. Girndt 2007, S. 38 ff.

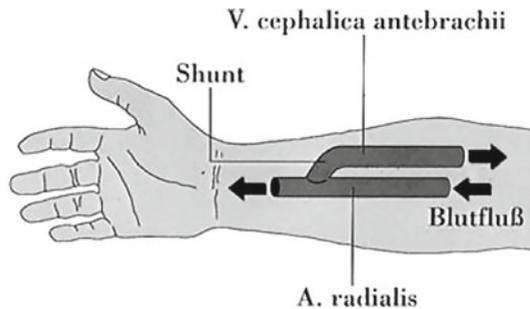
<sup>35</sup> Vgl. Hörl 2004, S. 561.

(Shunt), synthetische Shunts oder permanente Venenkatheter unterschieden werden.<sup>36</sup>

Zur Schaffung eines arteriovenösen Shunts (in der Variante der Brescia-Cimino-Fistel) werden die Arteria radialis und die Vena cephalica operativ verbunden, wodurch es durch die veränderten Druck- und Flussverhältnisse zur Ausbildung eines aufgeweiteten und wandstärkeren Venenabschnittes kommt.<sup>37</sup> Ein solcher Shunt kann nach Anlage eines Stauschlauchs aufgrund seiner Größe und der oberflächigen Lage leicht punktiert werden.<sup>38</sup> Abbildung 2.3 zeigt eine schematische Darstellung eines solchen Shunts.

### Abbildung 2.3

Brescia-Cimino-Fistel.  
(Quelle: Nowack, et al.  
2009)



Synthetische Shunts beschreiben die Verbindung einer Arterie und einer Vene mittels Kunststoffprothese. Sie finden Anwendung, wenn eine native Fistel aufgrund der Gefäßverhältnisse nicht konstruierbar ist. Weiterhin ist anzuführen, dass beide Shuntarten die Möglichkeit der Durchführung im Single- oder Double-Needle-Verfahren eröffnen.<sup>39</sup>

Ist die Verwendung keiner der beiden Shuntalternativen möglich, kommen permanent verlegte Katheter zum Einsatz. Solche Vorhofkatheter wird zumeist unterhalb des rechten Schlüsselbeins in die Vena jugularis implantiert, wobei die Spitze des Katheters in den rechten Vorhof des Herzens mündet.<sup>40</sup> Als wichtiger Vertreter ist hierbei der einlumige Demers-Katheter zu nennen.<sup>41</sup> Folglich erfordert der Demers-Katheter ein Unipunkturverfahren.

<sup>36</sup> Vgl. Nowack et al. 2009, S. 63 ff.

<sup>37</sup> Vgl. ebd., S. 63.

<sup>38</sup> Vgl. Sperschneider 2000, S. 45.

<sup>39</sup> Vgl. Nowack et al. 2009, S. 63.

<sup>40</sup> Vgl. Sperschneider 2000, S. 46.

<sup>41</sup> Vgl. Nowack et al. 2009, S. 74.

Abbildung 2.4 zeigt zur Veranschaulichung einen Gefäßzugang per Demers-katheter mit angeschlossenem Y-Verbindungsstück.<sup>42</sup>



**Abbildung 2.4** Demers-Katheter. (Quelle: Gefäßzentrum Bremen am Rotes Kreuz Krankenhaus 2022)

### 2.1.3 Kodierung

Die Kodierung der drei vorgestellten Verfahren nach Operationen- und Prozedurenschlüssel (OPS) folgt der Einteilungsmethodik nach dem technischen Verfahren. So fallen alle drei Verfahrensarten – neben weiteren Verfahren – unter den Dreisteller „8–85“, beschrieben als „Extrakorporale Zirkulation und Behandlung von Blut“ in der Gruppe „Maßnahmen für den Blutkreislauf 8–80...8–85“

---

<sup>42</sup> Vgl. Gefäßzentrum Bremen am Rotes Kreuz Krankenhaus 2022, o. S.

im Kapitel 8 „Nicht operative therapeutische Maßnahmen“.<sup>43</sup> Die Viersteller der drei Verfahren definieren sich wie folgt:

- 8-853 Hämofiltration
- 8-854 Hämodialyse
- 8-855 Hämodiafiltration

An der fünften Stelle des OPS-Kodes erfolgt zumeist die Unterscheidung zwischen intermittierenden und kontinuierlichen Verfahren sowie nach Antikoagulation. Die sechste Stelle differenziert bei kontinuierlichen Verfahren nach der Verfahrenslaufzeit.<sup>44</sup>

Da die Systematik jeweils nicht identisch ist, wird die Kodierung für die drei relevanten Viersteller getrennt vorgestellt. Auf die Angabe eventueller Kodierhinweise wird verzichtet.

#### 8-853 *Hämofiltration*<sup>45</sup>

Die fünfte Stelle des OPS differenziert wie folgt:

- .1 Kontinuierlich, arteriovenös (CAVH)
- .3 Intermittierend, Antikoagulation mit Heparin oder ohne Antikoagulation
- .4 Intermittierend, Antikoagulation mit sonstigen Substanzen (Inkl.: Antikoagulation mit Citrat)
- .5 Verlängert intermittierend, Antikoagulation mit Heparin oder ohne Antikoagulation
- .6 Verlängert intermittierend, Antikoagulation mit sonstigen Substanzen (Inkl.: Antikoagulation mit Citrat)
- .7 Kontinuierlich, venovenös, pumpengetrieben (CVVH), Antikoagulation mit Heparin oder ohne Antikoagulation
- .8 Kontinuierlich, venovenös, pumpengetrieben (CVVH), Antikoagulation mit sonstigen Substanzen (Inkl.: Antikoagulation mit Citrat)
- .x Sonstige
- .y Nicht näher bezeichnet

---

<sup>43</sup> Vgl. BfArM 2021, o. S.

<sup>44</sup> Vgl. ebd., o. S.

<sup>45</sup> Vgl. ebd., o. S.

Für die Fünfsteller 8–853.1, 8–853.7, 8–853.8 – also für die kontinuierlichen Verfahren – wird weiterhin eine Differenzierung nach Verfahrenslänge vorgenommen, wobei sich für die 8–853.7 und 8–853.8 folgende Zusätze an der sechsten Stelle des OPS-Kodes ergeben:<sup>46</sup>

- 0 Bis 24 Stunden
- 1 Mehr als 24 bis 72 Stunden
- 2 Mehr als 72 bis 144 Stunden
- 3 Mehr als 144 bis 264 Stunden
- 4 Mehr als 264 bis 432 Stunden
- 6 Mehr als 432 bis 600 Stunden
- 7 Mehr als 600 bis 960 Stunden
- 8 Mehr als 960 bis 1.320 Stunden
- 9 Mehr als 1.320 bis 1.680 Stunden
- a Mehr als 1.680 bis 2.040 Stunden
- b Mehr als 2.040 bis 2.400 Stunden
- c Mehr als 2.400 Stunden

Auffällig ist hierbei das Fehlen der Nummer „5“ an der sechsten Stelle des OPS-Kodes. Ursächlich hierfür dies die Kodierungssystematik bis zum Jahr 2009. Die „5“ definierte bis zum entsprechenden Jahr die Ausprägung „mehr als 432 Stunden“.<sup>47</sup> Nach Einführung der weiteren zeitlichen Differenzierung wird die „5“ bei den entsprechenden Verfahren nicht mehr verwendet. Die Unterteilung der 8–853.1 erfolgt nach identischen Zeitintervallen, jedoch beginnend mit der Ziffer „3“, welche das zeitliche Intervall „bis 24 Stunden“ definiert. Folglich ergeben sich für die 8–853.1 die zwölf Ausprägungen „3, 4, 5, 6, 7, 9, a, b, c, d, e und f“. Das Fehlen der Ziffer „8“ ist wiederum durch die Neudefinition der Verfahrenslaufzeiten zu begründen.

#### *8-854 Hämodialyse*<sup>48</sup>

Die Kodierung für Verfahren der HD folgt in vielen Aspekten der Kodierung der HF, wobei es insbesondere an der fünften Stelle zu Verschiebungen kommt, d. h. wird der Wert aus der Kodierung der Hämofiltration um „1“ reduziert, erscheint die Kodierung vergleichbar. An der fünften Stelle ergibt sich folgende Systematik.

---

<sup>46</sup> Vgl. BfArM 2021, o. S.

<sup>47</sup> Vgl. Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information [DIMDI] 2008, o. S.

<sup>48</sup> Vgl. BfArM 2021, o. S.

Die fünfte Stelle des OPS-Kodes differenziert wie folgt:

- .2 Intermittierend, Antikoagulation mit Heparin oder ohne Antikoagulation
- .3 Intermittierend, Antikoagulation mit sonstigen Substanzen (Inkl.: Antikoagulation mit Citrat)
- .4 Verlängert intermittierend, Antikoagulation mit Heparin oder ohne Antikoagulation
- .5 Verlängert intermittierend, Antikoagulation mit sonstigen Substanzen (Inkl.: Antikoagulation mit Citrat)
- .6 Kontinuierlich, venovenös, pumpengetrieben (CVVHD), Antikoagulation mit Heparin oder ohne Antikoagulation
- .7 Kontinuierlich, venovenös, pumpengetrieben (CVVHD), Antikoagulation mit sonstigen Substanzen (Inkl.: Antikoagulation mit Citrat)
- .8 Verlängert intermittierend, zur Elimination von Proteinen mit einer Molekularmasse bis 60.000 (Inkl.: Elimination von Leichtketten)
- .x Sonstige
- .y Nicht näher bezeichnet

Die Einteilung nach Laufzeit für die 8–854.6 sowie 8–854.7 erfolgt wie im Bereich der HF von „0“ bis „4“, „6“ bis „9“ sowie „a“ bis „c“.

#### 8–855 Hämodiafiltration<sup>49</sup>

Die Kodierung der HDF folgt dem identischen Muster wie die Kodierung der HF (8–853). Auf eine erneute Beschreibung kann daher verzichtet werden. Einzig die Bezeichnungen „CAVH“ (8–853.1) bzw. „CVVH“ (8–853.7 und 8–853.8) sind in „CAVHDF“ (8–855.1) bzw. „CVVHDF“ (8–855.7 und 8–855.8) zu ändern.

Tabelle 2.1 zeigt eine Übersicht der Codes der intermittierenden Verfahren, Tabelle 2.2 zeigt eine Übersicht der kontinuierlichen Verfahren.

---

<sup>49</sup> Vgl. BfArM 2021, o. S.

**Tabelle 2.1** Kodierung intermittierender Verfahren

Bezeichnung	Intermittierend, Antikoagulation mit Heparin oder ohne Antikoagulation	Intermittierend, Antikoagulation mit sonstigen Substanzen	Verlängert intermittierend, Antikoagulation mit Heparin oder ohne Antikoagulation	Verlängert intermittierend, Antikoagulation mit sonstigen Substanzen	Verlängert intermittierend, zur Elimination von Proteinen mit einer Molekularmasse bis 60.000
Hämofiltration 8-853	.3	.4	.5	.6	
Hämodialyse 8-854	.2	.3	.4	.5	.8
Hämodiafiltration 8-855	.3	.4	.5	.6	

Quelle: Eigene Darstellung basierend auf BfArM 2021

**Tabelle 2.2** Kodierung kontinuierlicher Verfahren

Viersteller Bezeichnung/ Zeitintervall	8-853			8-854			8-855		
	CAVH	CVVH, mit Heparin oder Antikoagulation	CVVH, mit sonstigen Substanzen	CVVHD, mit Heparin oder Antikoagulation	CVVHD, mit sonstigen Substanzen	CAVHDF	CVVHDF, mit Heparin oder Antikoagulation	CVVHDF, mit sonstigen Substanzen	
Bis 24 h	.13	.70	.80	.60	.70	.13	.70	.80	
Mehr als 24 bis 72 h	.14	.71	.81	.61	.71	.14	.71	.81	
Mehr als 72 bis 144 h	.15	.72	.82	.62	.72	.15	.72	.82	
Mehr als 144 bis 264 h	.16	.73	.83	.63	.73	.16	.73	.83	
Mehr als 264 bis 432 h	.17	.74	.84	.64	.74	.17	.74	.84	
Mehr als 432 bis 600 h	.19	.76	.86	.66	.76	.19	.76	.86	
Mehr als 600 bis 960 h	.1a	.77	.87	.67	.77	.1a	.77	.87	
Mehr als 960 bis 1.320 h	.1b	.78	.88	.68	.78	.1b	.78	.88	
Mehr als 1.320 bis 1.680 h	.1c	.79	.89	.69	.79	.1c	.79	.89	

(Fortsetzung)

**Tabelle 2.2** (Fortsetzung)

Viersteller Bezeichnung/ Zeitintervall	8–853			8–854			8–855		
	CAVH	CVVH, mit Heparin oder Antikoagulation	CVVH, mit sonstigen Substanzen	CVVHD, mit Heparin oder Antikoagulation	CVVHD, mit sonstigen Substanzen	CAVHDF	CVVHDF, mit Heparin oder Antikoagulation	CVVHDF, mit sonstigen Substanzen	
Mehr als 1.680 bis 2.040 h	.1d	.7a	.8a	.6a	.7a	.1d	.7a	.8a	
Mehr als 2.040 bis 2.400 h	.1e	.7b	.8b	.6b	.7b	.1e	.7b	.8b	
Mehr als 2.400 h	.1f	.7c	.8c	.6c	.7c	.1f	.7c	.8c	

Quelle: Eigene Darstellung basierend auf BfArM 2021

## 2.2 Finanzierung

### 2.2.1 Überblick

Dialyseleistungen können stationär, teilstationär, ambulant oder als Heimdialyse erbracht werden. Die vorliegende Arbeit fokussiert das Leistungsgeschehen im stationären Sektor. Hierbei ist zu klären, welche alternativen Finanzierungsformen bzw. Erlösquellen für Dialyseleistungen möglich sind. Grundlage der Einordnung der Dialyseleistungen bilden die Regelungen des Krankenhausentgeltgesetzes (KHEntgG). Gemäß § 2 Abs. 2 Satz 3 KHEntgG ist eine Dialyseleistung nicht den allgemeinen Krankenhausleistungen zuzuordnen, sofern „hierdurch eine entsprechende Behandlung fortgeführt wird, das Krankenhaus keine eigene Dialyseeinrichtung hat und ein Zusammenhang mit dem Grund der Krankenhausbehandlung nicht besteht“.<sup>50</sup> Bedingt durch die „und“-Verknüpfung reicht die Nichterfüllung einer der drei Bedingungen aus, damit die Dialyse als allgemeine Krankenhausleistung zu betrachten ist.

Zählt die Leistung nicht als allgemeine Krankenhausleistung sind gesonderte Vergütungen zu vereinbaren.<sup>51</sup> Handelt es sich um eine allgemeine Krankenhausleistung, gelten die Regularien des § 8 Abs. 2 KHEntgG. Hierin heißt es: „Zusätzlich zu einer Fallpauschale dürfen berechnet werden: [...] Zusatzentgelte [...], insbesondere [...] für eine Dialyse, wenn die Behandlung des Nierenversagens nicht die Hauptleistung ist.“<sup>52</sup> Folglich ist im Bereich der stationären Verfahren zu unterscheiden, ob es sich bei der Behandlung des Nierenversagens um die Hauptleistung handelt. Hierfür resultieren Regelungen aus den jeweiligen Fallpauschalenkatalogen, die definieren, neben welchen DRGs die Abrechnung der Zusatzentgelte nicht zulässig ist.<sup>53</sup> Abbildung 2.5 zeigt die Optionen für ein Krankenhaus (KH) mit Dialyseabteilung auf. Da es sich somit stets um eine allgemeine Krankenhausleistung handelt, ergeben sich die Möglichkeiten

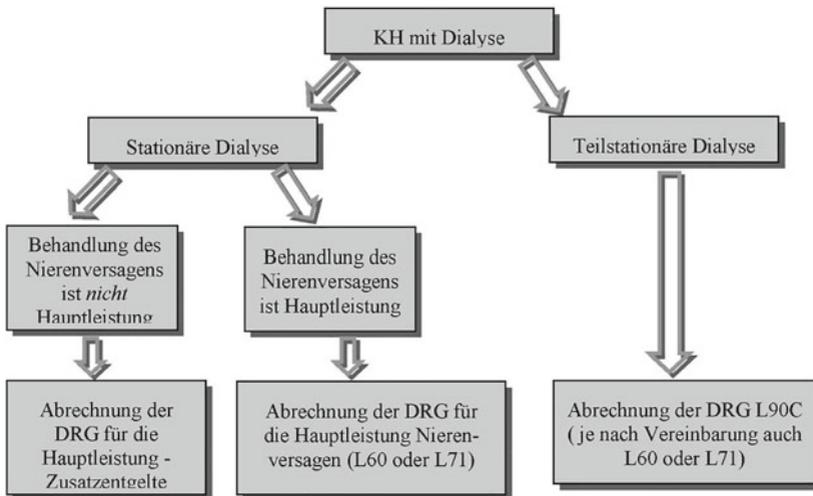
---

<sup>50</sup> Krankenhausentgeltgesetz.

<sup>51</sup> Vgl. Deutsche Gesellschaft für Nephrologie [DGfN] o. J., o. S.

<sup>52</sup> Krankenhausentgeltgesetz.

<sup>53</sup> Vgl. DGfN 2021, S. 15.

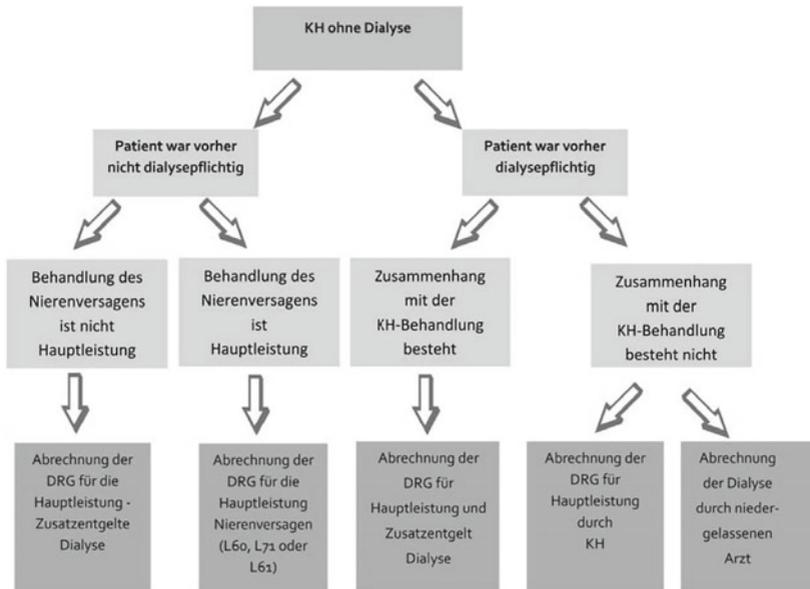


**Abbildung 2.5** Abrechnung Dialyseleistung – Krankenhaus mit Dialyseabteilung. (Quelle: DGfN 2021)

der Erlösgenerierung über DRGs (stationär wie teilstationär) sowie über Zusatzentgelte. Abbildung 2.6 zeigt die Optionen für ein Krankenhaus ohne Dialyse. Hierbei resultiert der Fall, dass die Dialyse über den niedergelassenen Leistungserbringer abzurechnen ist, sofern die Dialyse (neben der DRG des Falles) nicht als allgemeine Krankenhausleistung verstanden werden kann.<sup>54</sup>

Die folgenden Unterkapitel beschreiben die Finanzierung der stationären Dialyseleistungen über DRG und über Zusatzentgelte detaillierter.

<sup>54</sup> Hinweis: Die in der Abbildung der DGfN angeführte DRG L61 ist seit dem Jahr 2016 nicht mehr im DRG-System vorhanden.



**Abbildung 2.6** Abrechnung Dialyseleistung – Krankenhaus ohne Dialyseabteilung. (Quelle: DGfN 2021)

## 2.2.2 Fallpauschalen

Im Rahmen der vollstationären Leistungserbringung sind die Basis-DRGs L60 und L71 diejenigen DRGs, deren Relativgewichte Leistungen der Dialyseabteilung inkludieren.<sup>55</sup> Weiterhin existiert die in Teilen unbewertete teilstationäre Basis-DRG L90, auf die im weiteren Verlauf bedingt durch mangelnde Datenverfügbarkeit nicht eingegangen werden soll. Im Folgenden wird die Definition der Fallpauschalen der Jahre 2010 bis 2022 vorgestellt, wobei auf eine detaillierte Analyse struktureller Änderungen in der Grouperlogik verzichtet wird. Die Basis DRG L60 gliedert sich in die DRGs L60A, L60B, L60C und L60D, die Basis-DRG L70 enthält keine weitere Einteilung nach ökonomischer Fallschwere, folglich resultiert ausschließlich die L71Z. Die folgende Auflistung zeigt die Definition der DRGs und zeigt Veränderungen in der Nennung auf. Weiterhin wird für

<sup>55</sup> Hinweis: Auf die Darstellung der bis 2015 existenten und unbewerteten DRG L61 „Stationäre Aufnahme zur Dialyse“ wird verzichtet.

jede DRG die mittlere Verweildauer sowie das Relativgewicht des Jahres 2019 angegeben, um einen Eindruck über die Verweildauer (VWD) sowie über die ökonomischen Fallschwere im Vergleich zum Basisfall gewährleisten zu können. Die angeführten Bezeichnungen bzw. Relativgewichte entstammen den jeweiligen Fallpauschalenkatalogen.<sup>56,57,58,59,60,61,62,63,64,65,66,67,68</sup>

*L60A – Relativgewicht 2019: 3,720 – VWD: 19,5 Tage*

- 2016 bis 2022: Niereninsuffizienz, mehr als ein Belegungstag, mit intensivmedizinischer Komplexbehandlung > 392 / 368 / – Aufwandspunkte oder mit Dialyse und akutem Nierenversagen und äußerst schweren CC oder mit Dialyse und komplizierenden Faktoren, Alter < 16 Jahre
- 2010 bis 2015: Niereninsuffizienz, mehr als ein Belegungstag, mit Dialyse, akutem Nierenversagen und äußerst schweren CC oder mit Dialyse, mit akutem Nierenversagen oder äußerst schweren CC oder mit Kalziphylaxie, mit Dialyse oder äußerst schweren CC, Alter < 16 Jahre

*L60B – Relativgewicht 2019: 2,255 – VWD: 12,9 Tage*

- 2017 bis 2022: Niereninsuffizienz, mehr als ein Belegungstag, mit Dialyse und komplizierenden Faktoren oder äußerst schweren CC, Alter > 15 Jahre
- 2016: Niereninsuffizienz, mehr als ein Belegungstag, mit Dialyse und komplizierenden Faktoren, Alter > 15 Jahre

---

<sup>56</sup> Vgl. InEK GmbH 2009, S. 52 f.

<sup>57</sup> Vgl. InEK GmbH 2010, S. 52 f.

<sup>58</sup> Vgl. InEK GmbH 2011, S. 53 f.

<sup>59</sup> Vgl. InEK GmbH 2012, S. 53 f.

<sup>60</sup> Vgl. InEK GmbH 2013, S. 51 f.

<sup>61</sup> Vgl. InEK GmbH 2014, S. 51 f.

<sup>62</sup> Vgl. InEK GmbH 2015, S. 52 f.

<sup>63</sup> Vgl. InEK GmbH 2016a, S. 55 f.

<sup>64</sup> Vgl. InEK GmbH 2017, S. 57 f.

<sup>65</sup> Vgl. InEK GmbH 2018, S. 60 ff.

<sup>66</sup> Vgl. InEK GmbH 2019a, S. 54 f.

<sup>67</sup> Vgl. InEK GmbH 2020b, S. 52 f.

<sup>68</sup> Vgl. InEK GmbH 2021a, S. 44 f.

- 2010 bis 2015: Niereninsuffizienz, mehr als ein Belegungstag, mit Dialyse, mit akutem Nierenversagen oder äußerst schweren CC oder mit Kalziphylaxie, mit Dialyse oder äußerst schweren CC, Alter > 15 Jahre

*L60C – Relativgewicht 2019: 1,493 – VWD: 10,0 Tage*

- 2019 bis 2022: Niereninsuffizienz, mehr als ein Belegungstag, mit Dialyse oder äußerst schweren CC oder Alter < 18 Jahre mit schweren CC oder mit intensivmedizinischer Komplexbehandlung > 196 / 184 / – Aufwandspunkte
- 2017 bis 2018: Niereninsuffizienz, mehr als ein Belegungstag, mit Dialyse oder äußerst schweren CC oder intensivmedizinischer Komplexbehandlung > 196 / 184 / – Aufwandspunkte
- 2016: Niereninsuffizienz, mehr als ein Belegungstag, mit Dialyse oder äußerst schweren CC
- 2010 bis 2015: Niereninsuffizienz, mehr als ein Belegungstag, mit Dialyse oder äußerst schweren CC, ohne Kalziphylaxie

*L60D – Relativgewicht 2019: 0,827 – VWD: 6,8 Tage*

- 2019 bis 2022: Niereninsuffizienz, mehr als ein Belegungstag, ohne Dialyse, ohne äußerst schwere CC, Alter > 17 Jahre oder ohne schwere CC, ohne intensivmedizinische Komplexbehandlung > 196 / 184 / – Aufwandspunkte
- 2017 bis 2018: Niereninsuffizienz, mehr als ein Belegungstag, ohne Dialyse, ohne äußerst schwere CC, ohne intensivmedizinische Komplexbehandlung > 196 / 184 / – Aufwandspunkte
- 2010 bis 2016: Niereninsuffizienz, mehr als ein Belegungstag, ohne Dialyse, ohne äußerst schwere CC

*L71Z – Relativgewicht 2019: 0,406 – VWD: 1,0 Tage*

- 2010 bis 2022: Niereninsuffizienz, ein Belegungstag mit Dialyse

Es wird ersichtlich, dass die DRGs L60A, L60B sowie L60C ein Set an Dialyseleistungen enthalten, während die DRG L60D durch die Definition „ohne Dialyse“ keine entsprechenden Leistungen beinhalten kann. Die DRG L71Z mit der festen Definition „mit Dialyse“ und „ein Belegungstag“ beinhaltet im Mittel ca. 1,0 relevante Dialyseverfahren je Fall.<sup>69</sup> Abweichungen in den

---

<sup>69</sup> Vgl. InEK GmbH 2019b – Kennzahlen L71Z.

Kalkulationsdaten lassen sich beispielsweise durch Verfahrensabbrüche bzw. Verfahrenswechsel erklären. Die L71Z erscheint folglich als guter Indikator für die Kosten bzw. Erlöse eines Verfahrens inklusive aller Gemeinkosten. Entsprechende Werte werden aus Übersichtsgründen an den entsprechenden Stellen dieser Arbeit herangezogen. Im Folgenden sollen zur beispielhaften Verdeutlichung eines Leistungssets die OPS-Kodes des Dreisteller 8–85 innerhalb der L60A des G-DRG-Report-Browser 2019 (Hauptabteilungen, Datenjahr 2017) aufgezeigt werden.<sup>70</sup> Angegeben wird die mittlere Anzahl der Verfahren je Fall, errechnet aus Anzahl der Nennungen sowie der Fallzahl der Normalliegender in den Kalkulationskrankenhäusern. Die Tabelle 2.3 zeigt das entsprechende Leistungsset auf.

**Tabelle 2.3** Leistungen des Dreisteller 8–85 innerhalb der DRG L60A

OPS-Kode	Nennungen je Fall
8–854.2	3,97
8–854.3	0,31
8–855.3	0,26
8–853.3	0,16
8–854.4	0,13
8–854.71	0,04
8–854.61	0,03
8–854.72	0,03
8–854.5	0,02
8–855.71	0,02
8–855.81	0,02
8–855.80	0,02
8–855.82	0,01
8–854.60	0,01
8–854.70	0,01
8–853.70	0,01
8–855.4	0,01
8–853.71	0,01

(Fortsetzung)

<sup>70</sup> Vgl. InEK GmbH 2019b – Kennzahlen L71Z.

**Tabelle 2.3** (Fortsetzung)

OPS-Kode	Nennungen je Fall
8–853.81	0,01
8–854.62	0,01

Quelle: Eigene Darstellung basierend auf InEK GmbH 2019b

Das Leistungsset zeigt, dass innerhalb der DRG L60A die intermittierenden Verfahren je Fall deutlich überwiegen. Ferner wird die Dominanz des Verfahrens der Hämodialyse deutlich. Das gesamte Set an Leistungen beinhaltet 5,07 Verfahren je Fall mit einem durchschnittlichen Kostenanteil der Dialyseabteilung von 11,94 % gemäß Verteilung der Kosten über die Kostenstellengruppen. Ausgedrückt in Relativgewichten des Jahres 2019 entspräche dies einem Mittel von 0,444 für das gesamte Leistungsset, also rund 0,088 Relativgewichten je durchgeführtem Dialyseverfahren.

Weiterhin ist anzumerken, dass durch die Ausgliederung der Pflegepersonal-kosten auch die Kosten der „Dialysepflege“ ausgegliedert wurden und seit 2020 somit Erlöse für Dialyseleistungen ebenfalls aus Pflegeerlösbewertungsrelationen resultieren, wobei dem Set je DRG somit verweildauerabhängige Erlöse entgegenstehen.<sup>71</sup>

### 2.2.3 Zusatzentgelte

Die Abrechnung von Zusatzentgelten ist neben allen DRGs mit Ausnahme der Basis-DRGs L60, L71 sowie der teilstationären Basis-DRG L90 möglich.<sup>72</sup> Hierbei sind den entsprechenden Dialyseverfahren je nach OPS-Kode zumeist bundeseinheitliche Zusatzentgelte zugewiesen.

<sup>71</sup> Vgl. Pflegepersonalkostenabgrenzungsvereinbarung 2020, S. 6.

<sup>72</sup> Vgl. DGfN 2021, S. 15.

Im Bereich intermittierender Verfahren resultiert für alle Verfahren der Hämo­filtration das ZE62 „Hämo­filtration, intermittierend“.<sup>73</sup> Es erfolgt keine Diffe­renzierung nach der Laufzeit (also z. B. verlängert intermittierend) oder der Antikoagulation. Gleiches gilt für die intermittierenden Verfahren der Hämo­diafiltration. Sämtliche OPS-Kodes intermittierender Verfahren resultieren im ZE02 „Hämo­diafiltration, intermittierend“.<sup>74</sup> Auch bei den Zusatzentgelten der intermittierenden Hämo­dialyse führen Unterschiede in der Antikoagulation oder der Laufzeit (also z. B. verlängert intermittierend) nicht zu unterschiedlichen Zusatzentgelten. Jedoch wird ein Split nach Patientenalter vorgenommen. Für Patienten mit einem Alter über 14 Jahren resultiert als ZE01.01 „Hämo­dialyse, intermittierend, Alter > 14 Jahre“, für jüngere Patienten das deutlich höhere ZE01.02 „Hämo­dialyse, intermittierend, Alter < 15 Jahre“.<sup>75</sup> Weiterhin sind die Verfahren des OPS 8–854.8 „Hämo­dialyse: Verlängert intermittierend, zur Elimination von Proteinen mit einer Molekularmasse bis 60.000“ zu berück­ichtigen. Während diese bis 2014 in die Zusatzentgelte ZE01.01 und ZE01.02 integriert waren,<sup>76</sup> führt dieser OPS-Kode seit dem Jahr 2015 zum krankenhausin­dividuellen Zusatzentgelt „ZE-Jahreszahl-109“ mit der Bezeichnung „Dialyse mit High-Cut-off-Dialysemembran“.<sup>77</sup> Im Folgenden werden die drei relevanten Zusatzentgelte beispielhaft mit den Erlöswerten des Jahres 2019 (vor der Pflege­personalkostenausgliederung) angeführt.<sup>78</sup> Auf eine Auflistung aller Erlöswerte im Betrachtungszeitraum wird verzichtet, relevante Erlöswerte werden an den entsprechenden Stellen der Arbeit vorgestellt.

– ZE62 „Hämo­filtration, intermittierend“	274,56 €
– ZE02 „Hämo­diafiltration, intermittierend“	241,16 €
– ZE01.01 „Hämo­dialyse, intermittierend, Alter > 14 Jahre“	236,29 €
– ZE01.02 „Hämo­dialyse, intermittierend, Alter < 15 Jahre“	425,51 €

Im Bereich kontinuierlicher Verfahren resultiert für Verfahren der Hämo­filtration das ZE119 „Hämo­filtration, kontinuierlich“, für Verfahren der Hämo­dialyse das ZE120 „Hämo­dialyse, kontinuierlich, venovenös, pumpengetrieben (CVVHD)“

<sup>73</sup> Vgl. InEK GmbH 2021a, S. 103 ff.

<sup>74</sup> Vgl. ebd., S. 103 ff.

<sup>75</sup> Vgl. ebd., S. 103 ff.

<sup>76</sup> Vgl. InEK GmbH 2013, S. 133.

<sup>77</sup> Vgl. InEK GmbH 2014, S. 172.

<sup>78</sup> Vgl. InEK GmbH 2018, S. 142 ff.

und für Verfahren der Hämodiafiltration das ZE121 „Hämodiafiltration, kontinuierlich“, wobei diese je nach Verfahrenslaufzeit differenziert sind. Die Differenzierung in je zwölf Teilgruppen wird durch die Erweiterung der ZE-Bezeichnung um „.01“ bis „.12“ dargestellt. Die Einteilung richtet sich nach der Laufzeiteinteilung der OPS-Systematik. Folglich ergibt sich – hier beispielsweise dargestellt für eine kontinuierliche Hämodialyse (CVVHD) inklusive der Erlösdaten aus 2019 – folgende Einteilung.<sup>79</sup>

ZE120 „Hämodialyse, kontinuierlich, venovenös, pumpengetrieben (CVVHD)“

.01	Bis 24 Stunden	355,46 €
.02	Mehr als 24 bis 72 Stunden	853,10 €
.03	Mehr als 72 bis 144 Stunden	1.741,75 €
.04	Mehr als 144 bis 264 Stunden	3.163,59 €
.05	Mehr als 264 bis 432 Stunden	5.118,62 €
.06	Mehr als 432 bis 600 Stunden	7.820,12 €
.07	Mehr als 600 bis 960 Stunden	11.730,18 €
.08	Mehr als 960 bis 1.320 Stunden	17.062,08 €
.09	Mehr als 1.320 bis 1.680 Stunden	22.393,98 €
.10	Mehr als 1.680 bis 2.040 Stunden	27.725,88 €
.11	Mehr als 2.040 bis 2.400 Stunden	33.057,78 €
.12	Mehr als 2.400 Stunden	38.389,68 €

Der Darstellungsmethodik aus dem Abschnitt 2.1.3 der Verfahrenskodierung folgend, stellt Tabelle 2.4 als Überblick die Zusatzentgelte der intermittierenden Verfahren und Tabelle 2.5 die Zusatzentgelte der kontinuierlichen Verfahren dar.

---

<sup>79</sup> Vgl. InEK GmbH 2018, S. 103 ff.

**Tabelle 2.4** Zusatzentgelte intermittierender Verfahren

Bezeichnung	Intermittierend, Antikoagulation mit Heparin oder ohne Antikoagulation	Intermittierend, Antikoagulation mit sonstigen Substanzen	Verlängert intermittierend, Antikoagulation mit Heparin oder ohne Antikoagulation	Verlängert intermittierend, Antikoagulation mit sonstigen Substanzen	Verlängert intermittierend, zur Elimination von Proteinen mit einer Molekularmasse bis 60.000
Hämofiltration 8-853	ZE62				
Hämodialyse 8-854	ZE01.01 (>14 Jahre) ZE01.02 (<15 Jahre)				ZE"Jahreszahl"-109
Hämofiltration 8-855	ZE02				

Quelle Eigene Darstellung basierend auf InEK GmbH 2021a

**Tabelle 2.5** Zusatzentgelte kontinuierlicher Verfahren

Viersteller	8-853		8-854		8-855			
	CAVH	CVVH, mit Heparin oder Antikoagulation	CVVH, mit sonstigen Substanzen	CVVHD, mit Heparin oder Antikoagulation	CVVHD, mit sonstigen Substanzen	CAVHDF	CVVHDF, mit Heparin oder Antikoagulation	CVVHDF, mit sonstigen Substanzen
Bis 24 h	ZE119.01			ZE120.01		ZE121.01		
Mehr als 24 bis 72 h	ZE119.02			ZE120.02		ZE121.02		
Mehr als 72 bis 144 h	ZE119.03			ZE120.03		ZE121.03		
Mehr als 144 bis 264 h	ZE119.04			ZE120.04		ZE121.04		
Mehr als 264 bis 432 h	ZE119.05			ZE120.05		ZE121.05		
Mehr als 432 bis 600 h	ZE119.06			ZE120.06		ZE121.06		
Mehr als 600 bis 960 h	ZE119.07			ZE120.07		ZE121.07		
Mehr als 960 bis 1.320 h	ZE119.08			ZE120.08		ZE121.08		
Mehr als 1.320 bis 1.680 h	ZE119.09			ZE120.09		ZE121.09		

(Fortsetzung)

**Tabelle 2.5** (Fortsetzung)

Viersteller Bezeichnung/ Zeitintervall	8-853		8-854		8-855			
	CAVH	CVVH, mit Heparin oder ohne Antikoagulation	CVVH, mit sonstigen Substanzen	CVVHD, mit Heparin oder ohne Antikoagulation	CVVHD, mit sonstigen Substanzen	CAVHDF	CVVHDF, mit Heparin oder ohne Antikoagulation	CVVHDF, mit sonstigen Substanzen
Mehr als 1.680 bis 2.040 h	ZE119.10			ZE120.10		ZE121.10		
Mehr als 2.040 bis 2.400 h	ZE119.11			ZE120.11		ZE121.11		
Mehr als 2.400 h	ZE119.12			ZE120.12		ZE121.12		

Quelle: Eigene Darstellung basierend auf InEK GmbH 2021a

## 2.2.4 Kalkulationsgrundlagen

### 2.2.4.1 Überblick

Die vorgestellten Erlöse über Fallpauschalen bzw. über Zusatzentgelte beruhen auf den Ergebnissen der Fallkostenkalkulation des InEK. Methodische Grundlage hierzu bildet das Werk „Kalkulation von Behandlungskosten – Handbuch zur Anwendung in Krankenhäusern“ des InEK mit Stand 2022 vorliegend in der Version 4.0 vom 10. Oktober 2016. Die vorgegebene Methodik ist für die Kalkulationskrankenhäuser, also die „an der Erhebung von Kostendaten zur Weiterentwicklung des G-DRG-Systems teilnehmenden Krankenhäuser“<sup>80</sup>, verpflichtend. Dem als „Behandlungsfall“ definierten Kostenträger werden alle Kosten auf Basis eines Vollkostenansatzes auf Istkostenbasis zugeordnet. Folglich sind alle im DRG-System nicht relevanten Kosten auszugliedern. Die jeweiligen Daten ergeben sich aus den testierten Jahresabschlüssen der Krankenhäuser. Den Ausgangspunkt für die Einteilung der Aufwandsarten sowie der Kostenstellen bilden die Regularien der Krankenhausbuchführungsverordnung. Im Rahmen der Kostenzuordnung wird zwischen Gemein- und Einzelkosten unterschieden, wobei die Einzelkostenordnung für teure Sachgüter erfolgt.<sup>81</sup>

Bezugnehmend auf die vorangehenden Ausführungen zur Erlössituation, unterliegt die Kalkulation der nephrologischen DRGs (z. B. L60, L71) folglich einer anderen Methodik als die Kalkulation der Zusatzentgelte. Im Folgenden wird die Kalkulationsmethodik für Fallpauschalen sowie für Zusatzentgelte beschrieben, wobei der Fokus auf der Kalkulation der für den Bereich der Dialyse relevanten Leistungen liegt.

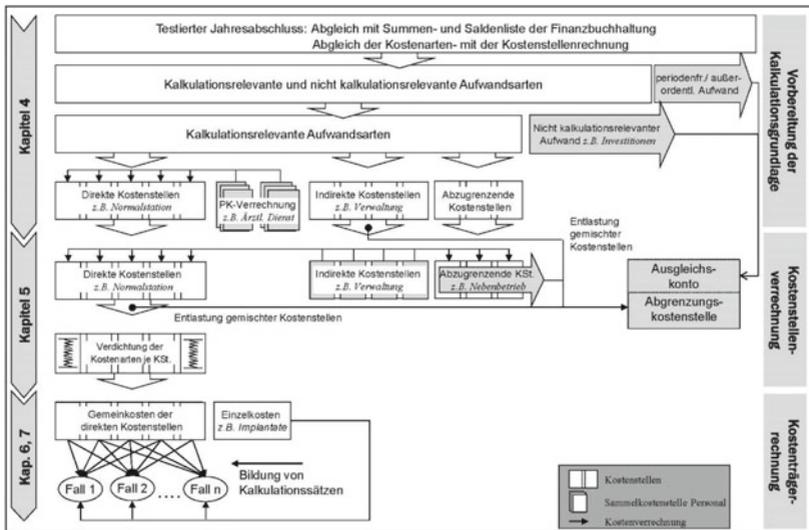
### 2.2.4.2 Fallpauschalen

Die DRG-Kalkulation folgt dem klassischen Vorgehen der Kostenarten-, Kostenstellen- und Kostenträgerrechnung. Die nachfolgenden Erklärungen abstrahieren die Kalkulationsmethodik soweit, wie es für die Dialyseleistungen relevant ist. Hierbei ist insbesondere auf die Kostenträgerrechnung einzugehen. Gleichwohl ist eine Kenntnis über die definierten Kostenarten und Kostenstellen für den weiteren Verlauf der Arbeit von zentraler Relevanz. Als Übersicht zeigt die Abbildung 2.7 die Kalkulationsschritte schematisch auf.

---

<sup>80</sup> InEK GmbH 2016b, S. 2.

<sup>81</sup> Vgl. InEK GmbH 2016b, S. 2 ff.



**Abbildung 2.7** Übersicht der Kalkulationsschritte zur Ermittlung der kalkulationsrelevanten Behandlungskosten. (Quelle: InEK GmbH 2016b)

Im Rahmen der Kalkulation ergeben sich nach innerbetrieblicher Leistungsverrechnung acht Kostenartengruppen sowie dreizehn Kostenstellengruppen. Die Kostenartengruppen definieren sich wie folgt.<sup>82</sup>

- Kostenartengruppe 1: Personalkosten Ärztlicher Dienst
- Kostenartengruppe 2: Personalkosten Pflegedienst
- Kostenartengruppe 3: Personalkosten des Funktionsdienstes und des medizinisch-technischen Dienstes
- Kostenartengruppe 4a: Sachkosten für Arzneimittel
- Kostenartengruppe 4b: Sachkosten für Arzneimittel (Einzelkosten/Ist-Verbrauch)
- Kostenartengruppe 5: Sachkosten für Implantate und Transplantate
- Kostenartengruppe 6a: Sachkosten des medizinischen Bedarfs (ohne Arzneimittel, Implantate und Transplantate)
- Kostenartengruppe 6b: Sachkosten des medizinischen Bedarfs (Einzelkosten/Ist-Verbrauch; ohne Arzneimittel, Implantate und Transplantate)

<sup>82</sup> Vgl. InEK GmbH 2016b, S. 87 f.

- Kostenartengruppe 6c: Sachkosten für von Dritten bezogene medizinische Behandlungsleistungen
- Kostenartengruppe 7: Personal- und Sachkosten der medizinischen Infrastruktur
- Kostenartengruppe 8: Personal- und Sachkosten der nicht medizinischen Infrastruktur

Es wird deutlich, dass innerhalb der Kostenartengruppen maßgeblich zwischen Personal- und Sachkosten differenziert wird. Während die ersten drei Gruppen die Personalkosten und die vierte bis sechste Gruppe die Sachkosten separieren, werden in der siebten und achten Gruppe die Personal- und Sachkosten der Infrastrukturkosten jeweils gemeinsam betrachtet.

Für die Kostenstellen ergeben sich folgende definierte Bereiche:<sup>83</sup>

- Kostenstellengruppe 1: Normalstation
- Kostenstellengruppe 2: Intensivstation
- Kostenstellengruppe 3: Dialyseabteilung
- Kostenstellengruppe 4: OP-Bereich
- Kostenstellengruppe 5: Anästhesie
- Kostenstellengruppe 6: Kreißsaal
- Kostenstellengruppe 7: Kardiologische Diagnostik/Therapie
- Kostenstellengruppe 8: Endoskopische Diagnostik/Therapie
- Kostenstellengruppe 9: Radiologie
- Kostenstellengruppe 10: Laboratorien
- Kostenstellengruppe 11: Diagnostische Bereiche
- Kostenstellengruppe 12: Therapeutische Verfahren
- Kostenstellengruppe 13: Patientenaufnahme

Innerhalb der Einteilung werden die ersten drei Gruppen als bettenführende Stationen definiert, während die verbleibenden zehn Gruppen die Untersuchungs- und Behandlungsbereiche darstellen.<sup>84</sup> Im DRG-System ist die Dialyseabteilung somit neben Normal- und Intensivstationen als dritte Art der bettenführenden Abteilungen definiert ist.

Abschließend sind in der Kostenträgerrechnung die Kosten jeder Kostenstellengruppe in jeder Kostenartengruppe auf den einzelnen Behandlungsfall zuzuschlüsseln. Die Schlüsselung erfolgt hierbei nach definierten Kosten- und

---

<sup>83</sup> Vgl. InEK GmbH 2016b, S. 106 f.

<sup>84</sup> Vgl. ebd., S. 106.

Leistungsdaten. Abbildung 2.8 zeigt die Matrix mit 143 Feldern und den jeweils definierten Bezugsgrößen zur Bildung der Kalkulationssätze.<sup>85</sup>

Anlage 5	Personal-kosten ärztlicher Dienst	Personal-kosten Pflegepersonal	Personal-kosten med. techn. Dienst Funktionsdienst	Sachkosten Arzneimittel		Sachkosten Implantate/Transplantate	Sachkosten übriger medizinischer Bedarf			Personal- und Sachkosten med. Infrastruktur	Personal- und Sachkosten nicht med. Infrastruktur	
				4a	4b <sup>1</sup>		5 <sup>1</sup>	6a	6b <sup>1</sup>			6c <sup>1</sup>
Normalstation	1	Pflegezeit PPR/Minuten <sup>2</sup>	Pflegezeit PPR/Minuten <sup>2</sup>	Pflegezeit PPR/Minuten <sup>2</sup>	4a	4b <sup>1</sup>	5 <sup>1</sup>	6a	6b <sup>1</sup>	6c <sup>1</sup>	7	8
Intensivstation	2	Gewichtete Intensivstunden	Gewichtete Intensivstunden	Gewichtete Intensivstunden	4a	4b <sup>1</sup>	5 <sup>1</sup>	6a	6b <sup>1</sup>	6c <sup>1</sup>	7	8
Dialyse- abteilung	3	Gewichtete Dialysen <sup>2</sup>	Gewichtete Dialysen <sup>2</sup>	Gewichtete Dialysen <sup>2</sup>	4a	4b <sup>1</sup>	5 <sup>1</sup>	6a	6b <sup>1</sup>	6c <sup>1</sup>	7	8
OP-Bereich	4	Schnitt-Nah-Zeit mit GZF und Rüstzeit <sup>4</sup>	nicht relevant	Schnitt-Nah-Zeit mit GZF und Rüstzeit <sup>4</sup>	Schnitt-Nah-Zeit mit Rüstzeit <sup>4</sup>	4b <sup>1</sup>	5 <sup>1</sup>	Schnitt-Nah-Zeit mit Rüstzeit <sup>4</sup>	6b <sup>1</sup>	6c <sup>1</sup>	Schnitt-Nah-Zeit mit Rüstzeit <sup>4</sup>	Schnitt-Nah-Zeit mit Rüstzeit <sup>4</sup>
Anästhesie	5	Anästhesiologzeit und GZF <sup>5</sup>	nicht relevant	Anästhesiologzeit	Anästhesiologzeit	4b <sup>1</sup>	5 <sup>1</sup>	Anästhesiologzeit	6b <sup>1</sup>	6c <sup>1</sup>	Anästhesiologzeit	Anästhesiologzeit
Kreislaßsaal	6	Aufenthaltszeit Patientin im Kreislaßsaal	nicht relevant	Aufenthaltszeit Patientin im Kreislaßsaal	Aufenthaltszeit Patientin im Kreislaßsaal	4b <sup>1</sup>	5 <sup>1</sup>	Aufenthaltszeit Patientin im Kreislaßsaal	6b <sup>1</sup>	6c <sup>1</sup>	Aufenthaltszeit Patientin im Kreislaßsaal	Aufenthaltszeit Patientin im Kreislaßsaal
Kardiologische Diagnostik/ Therapie	7	1. Eingriffzeit 2. Punkte II. Leistungskatalog	nicht relevant	1. Eingriffzeit 2. Punkte II. Leistungskatalog	1. Eingriffzeit 2. Punkte II. Leistungskatalog	4b <sup>1</sup>	5 <sup>1</sup>	1. Eingriffzeit 2. Punkte II. Leistungskatalog	6b <sup>1</sup>	6c <sup>1</sup>	1. Eingriffzeit 2. Punkte II. Leistungskatalog	1. Eingriffzeit 2. Punkte II. Leistungskatalog
Endoskopische Diagnostik/ Therapie	8	Eingriffzeit <sup>2</sup>	nicht relevant	Eingriffzeit <sup>2</sup>	Eingriffzeit <sup>2</sup>	4b <sup>1</sup>	5 <sup>1</sup>	Eingriffzeit <sup>2</sup>	6b <sup>1</sup>	6c <sup>1</sup>	Eingriffzeit <sup>2</sup>	Eingriffzeit <sup>2</sup>
Radiologie	9	Punkte II. Leistungskatalog	nicht relevant	Punkte II. Leistungskatalog	Punkte II. Leistungskatalog	4b <sup>1</sup>	5 <sup>1</sup>	Punkte II. Leistungskatalog	6b <sup>1</sup>	6c <sup>1</sup>	Punkte II. Leistungskatalog	Punkte II. Leistungskatalog
Laboratorien	10	Punkte II. Leistungskatalog	nicht relevant	Punkte II. Leistungskatalog	Punkte II. Leistungskatalog	4b <sup>1</sup>	5 <sup>1</sup>	Punkte II. Leistungskatalog	6b <sup>1</sup>	6c <sup>1</sup>	Punkte II. Leistungskatalog	Punkte II. Leistungskatalog
Diagnostische Bereiche	11	1. Behandlungszeit 2. Pkt. II. Leistungskatalog	4b <sup>1</sup>	5 <sup>1</sup>	1. Behandlungszeit 2. Pkt. II. Leistungskatalog	6b <sup>1</sup>	6c <sup>1</sup>	1. Behandlungszeit 2. Pkt. II. Leistungskatalog	1. Behandlungszeit 2. Pkt. II. Leistungskatalog			
Therapeutische Verfahren	12	1. Behandlungszeit 2. Pkt. II. Leistungskatalog	4b <sup>1</sup>	5 <sup>1</sup>	1. Behandlungszeit 2. Pkt. II. Leistungskatalog	6b <sup>1</sup>	6c <sup>1</sup>	1. Behandlungszeit 2. Pkt. II. Leistungskatalog	1. Behandlungszeit 2. Pkt. II. Leistungskatalog			
Patienten- aufnahme	13	1. Behandlungszeit 2. Pkt. II. Leistungskatalog	4b <sup>1</sup>	5 <sup>1</sup>	1. Behandlungszeit 2. Pkt. II. Leistungskatalog	6b <sup>1</sup>	6c <sup>1</sup>	1. Behandlungszeit 2. Pkt. II. Leistungskatalog	1. Behandlungszeit 2. Pkt. II. Leistungskatalog			

- 1) Bewertung der Einzelkosten über Anschaffungspreise bzw. Durchschnittspreise
- 2) Neben der Pflegepersonalregelung (PPR) sind ähnliche sachgerechte Systeme zugelassen
- 3) Gewichtete Dialysen nach Dialysearten
- 4) Hausindividuelle Standards der Rüstzeiten können gebildet werden
- 5) In der Regel für Funktionsdienst Gleichzeitigkeitsfaktor (GZF) 2 (bei Herz-Lungen-Maschine (HLM) für Kardiotechniker GZF 1)
- 6) GZF ist standardisiert 1,0; in medizinisch begründeten Ausnahmefällen auch höher
- 7) Kostenstellen, die keine gastroenterologisch-endoskopischen Leistungen erbringen, können in Abprache mit dem InEK übergangsweise weiterhin „Punkte (Pkt.) lt. Leistungskatalog“ verwenden
- 8) Nur für Transplantatkosten bei Knochenmarktransplantation/Stammzelltransfusion

**Abbildung 2.8** Übersicht über die für die Kostenträgerrechnung benötigten Kosten- und Leistungsdaten. (Quelle: InEK GmbH 2016b)

Es wird deutlich, dass die Zuordnung der Kosten auf den Kostenträger „Behandlungsfall“ über den Schlüssel „gewichtete Dialysen“ erfolgt, sofern es sich

<sup>85</sup> Vgl. InEK GmbH 2016b, S. 128.

nicht um eine Einzelkostenzuordnung handelt. Zusätzlich wird die Bezugsgröße „gewichtete Dialyse“ durch den Hinweis „nach Dialyseart“ näher beschrieben.<sup>86</sup>

Die Methodik der Kostenzuordnung für die Kostenstellengruppe „Dialyseabteilung“ soll im Detail vorgestellt werden. Dem Leistungsbereich „Dialyseabteilung“ wird eine eventuell vorhandene Dialyseabteilung oder vergleichbare Funktionseinheiten zugeordnet. Weiterhin sind dem Bereich auch alle Kosten von anderen Stellen im Krankenhaus (z. B. Intensivstationen) zuzuordnen, sofern dort Dialyseleistungen bzw. verwandte Verfahren erbracht werden. Werden Dialyseleistungen durch Dritte erbracht, sind diese ebenfalls der Kostenstellengruppe der Dialyse zuzuordnen.<sup>87</sup>

Das dem Dialysebereich zugeordnete Leistungsspektrum wird in Tabelle 2.6 aufgezeigt. Hierbei werden die relevanten Viersteller aufgezeigt.

**Tabelle 2.6**

Leistungsspektrum der Dialyseabteilung

OPS	Bezeichnung
8–820	Therapeutische Plasmapherese
8–821	Immunadsorption
8–822	LDL-Apherese
8–823	Zellapherese
8–824	Photopherese
8–825	Spezielle Zellaphereseverfahren
8–826	Doppelfiltrationsplasmapherese (DFPP)
8–853	Hämofiltration
8–854	Hämodialyse
8–855	Hämodiafiltration
8–856	Hämo-perfusion
8–857	Peritonealdialyse
8–858	Extrakorporale Leberersatztherapie (Leberdialyse)

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an InEK GmbH 2016b

Die Zuordnung der Kosten auf den Behandlungsfall erfolgt bei den Einzelkosten über den Anschaffungspreis bzw. über den Durchschnittspreis je Artikel. Die Verteilung der Gemeinkosten über „gewichtete Dialysen“ beschreibt eine hausinterne Gewichtung nach Dialyseart unter Bildung von Standardkosten. Die

<sup>86</sup> Vgl. InEK GmbH 2016b, S. 128.

<sup>87</sup> Vgl. ebd., S. 152.

Berechnung der Standardkosten unterscheidet sich zwischen intermittierenden und kontinuierlichen Verfahren. Die Bezugsgröße bei intermittierenden Verfahren ist jeweils „ein Verfahren“, Bezugsgröße bei kontinuierlichen Verfahren ist ein fixiertes „Zeitintervall von 24 Stunden“. Bei der Erstellung dieser Standardkosten ist bei deutlichen Kostenunterschieden zwischen Antikoagulanzen separat nach OPS-Definition zu unterscheiden. Weiterhin sind über die Mindestanforderungen hinausgehende weitere Leistungsdifferenzierungen zulässig.<sup>88</sup>

Die Berechnung der Standardkosten soll den mittleren Personal- und Sachmitteleinsatz abbilden. Die Kalkulation kann auf Daten einer Stichprobe oder auf Expertenschätzungen basieren. Hierbei sind die Kosten der Kostenartengruppe 1, 2, 3, 4a, 6a und 7 einzubeziehen. Die Bewertung der Personalkosten erfolgt über dienststartspezifische Kostensätze je Leistungsminute. Die Sachkosten ergeben sich aus den Bruttoartikelkosten. Kosten der nicht-medizinischen Infrastruktur sind mangels Bezugs zur Leistung bei der Definition der Standardkosten nicht einzubeziehen.<sup>89</sup>

In einem letzten Schritt dienen die ermittelten Standardkosten als Verteilschlüssel für die Zuordnung auf die Kostenstellenkosten.<sup>90</sup> Das folgende Beispiel soll die Methodik auf Basis eines stark vereinfachten Leistungsportfolios darstellen.

*Beispiel:*

Es sei angenommen, dass in einer Dialyseabteilung ausschließlich intermittierende Hämodialysen und intermittierende Hämodiafiltrationen durchgeführt wurden. Insgesamt wurden 2.000 Hämodialysen und 1.000 Hämodiafiltrationen durchgeführt. Die Standardkosten einer Hämodialyse liegen bei 200 €, die einer Hämodiafiltration bei 220 €. Hierin enthalten sind die Kosten der Kostenartengruppen 1, 2, 3, 4a, 6a und 7. Die Summe der Standardkosten beläuft sich somit auf 620.000 €.

Die Kostenstellenauswertung des gesamten Datenjahres für die Dialyseabteilung ergab in Summe 800.000 €, verteilt auf:

– Ärztlicher Dienst (Kostenartengruppe 1):	100.000 €
– Pflegedienst (Kostenartengruppe 2)	210.000 €
– Medikamente (Kostenartengruppe 4a)	180.000 €
– Übriger medizinischer Bedarf (Kostenartengruppe 6a)	150.000 €

<sup>88</sup> Vgl. InEK GmbH 2016b, S. 154 ff.

<sup>89</sup> Vgl. ebd., S. 156 f.

<sup>90</sup> Vgl. ebd., S. 162.

- Medizinische Infrastruktur (Kostenartengruppe 7) 50.000 €
- Nicht-medizinische Infrastruktur (Kostenartengruppe 8) 110.000 €

Wird der Kostenwert der Kostenartengruppen, z. B. Ärztlicher Dienst 100.000 € dividiert durch die gewichtete Gesamtleistung von 620.000 € resultiert der Kalkulationssatz des Ärztlichen Dienstes. Dieser beträgt hier 0,16129. Im Folgenden sind die jeweiligen aus diesem Beispiel resultierenden Kalkulationssätze dargestellt:

- Ärztlicher Dienst (Kostenartengruppe 1): 0,161290
- Pflegedienst (Kostenartengruppe 2) 0,338710
- Medikamente (Kostenartengruppe 4a) 0,290323
- Übriger medizinischer Bedarf (Kostenartengruppe 6a) 0,241935
- Medizinische Infrastruktur (Kostenartengruppe 7) 0,080645
- Nicht-medizinische Infrastruktur (Kostenartengruppe 8) 0,177419

Es sei nun angenommen, dass einer Fallpauschale eine einzelne Hämodialyse zuzuordnen ist. Folglich sind die Kalkulationssätze jeder Kostenartengruppe mit dem Standardkostenwert zu multiplizieren. Es ergibt sich folgendes Ergebnis – gerundet auf zwei Nachkommastellen:

- Ärztlicher Dienst (Kostenartengruppe 1): 32,26 €
- Pflegedienst (Kostenartengruppe 2) 67,74 €
- Medikamente (Kostenartengruppe 4a) 58,06 €
- Übriger medizinischer Bedarf (Kostenartengruppe 6a) 48,39 €
- Medizinische Infrastruktur (Kostenartengruppe 7) 16,13 €
- Nicht-medizinische Infrastruktur (Kostenartengruppe 8) 35,48 €

Die Summe der umgelegten Gemeinkosten für einen Fall mit einer Hämodialyse liegt somit bei 258,06 €. Für einen Fall mit einer Hämodiafiltration ergäben sich 283,87 € basierend auf dem Standardkostenwert von 220 €. Es zeigt sich, dass die Kosten anhand des „Schlüssels“ der Standardkosten je Verfahren verteilt werden, somit unterschiedliche Kostenverhältnisse (z. B. zwischen Personal- und Materialkosten) innerhalb der Standardkosten verschiedener Dialysearten

unberücksichtigt bleiben. Weiterhin wird deutlich, dass durch die Kalkulationsmethodik die Kosten der nicht-medizinischen Infrastruktur in die DRGs einbezogen werden.

Die vorgestellte Methodik basiert auf dem Kalkulationshandbuch in der Version 4.0. Die maßgebliche Änderung für den Leistungsbereich der Dialyse von Version 3.0 aus dem Jahr 2007 zur Version 4.0 ist die Einführung der Kostenstellengruppe 6c. Diese durch Dritte erbrachten Leistungen waren vormals in die Kostenstellengruppe 6b inkludiert.<sup>91</sup> In der Version 2.0 aus dem Jahr 2002 war neben der Zuordnung der Gemeinkosten nach „gewichteten Dialysen“ auch die Zuordnung über den Schlüssel der „Pflegetage mit Dialyseleistungen“ zulässig.<sup>92</sup> Die Zuordnung der Einzelkosten erfolgte über Anschaffungspreise, Durchschnittspreise oder über hausindividuelle Standards.<sup>93</sup>

### 2.2.4.3 Zusatzentgelte

Grundlage für die Kalkulation bildet das Werk „Hilfestellung für die Kalkulation von Zusatzentgelten gem. § 6 Abs. 1 KHEntgG und Zusatzentgelten für neue Untersuchungs- und Behandlungsmethoden gem. § 6 Abs. 2 KHEntgG“ des InEK aus dem Jahr 2005. Im Sinne eines Leitfadens beschreibt es die Kalkulationsansätze für Zusatzentgelte. Grundsätzlich bezieht sich die Kalkulation der Zusatzentgelte auf die einmalige Leistungserbringung bzw. im Fall von kontinuierlichen Dialyseverfahren auf ein definiertes Zeitintervall, z. B. 24 Stunden. Einzubeziehende sind hierbei der unmittelbar aus der Leistung resultierende Personal- und Sachmitteleinsatz. Ein nur mittelbar resultierender Ressourceneinsatz ist nicht zu berücksichtigen, da die entsprechenden Kosten als Teil der DRG anzusehen sind. So bleiben die Kosten der nicht-medizinischen Infrastruktur in der Kalkulation unberücksichtigt. Im Rahmen der Kalkulationsdaten sind Angaben zur Art des Dialyseverfahrens, zur Anzahl der erbrachten Leistungen oder zur Gesamtdauer des Verfahrens zu verwenden. Insgesamt ist ein standardisierter Leistungsumfang festzulegen.<sup>94</sup>

Abbildung 2.9 zeigt das grundlegende Kalkulationsschema für ein Zusatzentgelt auf.

---

<sup>91</sup> Vgl. InEK GmbH 2007, S. 145.

<sup>92</sup> Vgl. InEK GmbH 2002, S. 133.

<sup>93</sup> Vgl. ebd., S. 116.

<sup>94</sup> Vgl. InEK GmbH 2005, S. 2 ff.

<b>Zusatzentgelt</b>				
<b>Bezeichnung</b>				
<b>Leistung (OPS-Kode)</b>				
<b>Erläuterungen</b>				

Kosten für Personal- und Sachmitteleinsatz				
Bezeichnung	Menge	ME	Kosten je ME	Betrag (€)
Bezeichnung Personaleinsatz				
Bezeichnung Personaleinsatz				
Bezeichnung Sachmitteleinsatz				
Bezeichnung Sachmitteleinsatz				
<b>Zwischensumme</b>				
<b>Infrastrukturzuschlag</b>				
<b>GESAMT</b>				

**Abbildung 2.9** Kalkulationsblatt für Dialysen und verwandte Verfahren. (Quelle: InEK GmbH 2005)

Innerhalb der Kalkulation sind die Personalkostensätze dienstartspezifisch unter Berücksichtigung der Ausfallzeiten einzubeziehen. Die Mengeneinheit der Personalkosten bildet somit die zeitliche Dauer des Personaleinsatzes. Die Kosten für Sachmittel sind aus den Bruttomaterialpreisen zu kalkulieren. Für die Kalkulation der Kosten bei kontinuierlichen Verfahren wird die Unterscheidung nach Katheteranlage, kontinuierlichem Betrieb sowie nach Wechsel bzw. Anbau der Filtereinrichtung als zweckmäßig empfohlen.<sup>95</sup> Gemäß den Beispielen der Kalkulationsempfehlung sind die Kosten der Kostenartengruppen 1 (Ärztlicher Dienst), 2 (Pflegedienst), 4a (Medikamente), 6a (Übriger medizinischer Bedarf) sowie 7 (medizinische Infrastruktur) einzubeziehen. Hierbei ist für die Kostenstellengruppe 7 ein Pauschalwert anzusetzen. In den Beispielen betrifft dies ausschließlich für Kosten der Gerätewartung.<sup>96</sup>

Insgesamt zeigt sich, dass die Kalkulationsmethodik der Zusatzentgelte der Methodik der Standardkostenberechnung innerhalb der DRGs folgt. Zusatzentgelte entsprechen somit einer Grenzkostenkalkulation, während innerhalb von DRGs die Standardkosten jeweils nur als Verhältniswert („Schlüssel“) für die Zuordnung der Gemeinkosten auf den einzelnen Fall dienen. Wie das Abschnitt 2.2.4.2 gezeigt hat, sind Verfahren innerhalb von DRGs auf Basis von Durchschnittskosten kalkuliert.

<sup>95</sup> Vgl. InEK GmbH 2005, S. 11.

<sup>96</sup> Vgl. ebd., S. 19.

## 2.3 Prozess- und Kostenanalysen

### 2.3.1 Prozessdefinition und -darstellung

Der Begriff des Prozesses aus Sicht der betriebswirtschaftlichen Leistungserstellung lässt sich vielfach definieren. So wird laut Ellebracht et. al unter einem Prozess „ein Vorgang (Aktivität) verstanden, in dessen Verlauf ein Objektausgangszustand (Input) in Richtung eines angestrebten Objektendzustandes (Output) gezielt verändert wird. Da die Veränderung in der Regel nicht in direkter Weise möglich ist, ist die Erzeugung definierter Objektzwischenzustände durch Teilprozesse erforderlich. Die Veränderung der Objektzustände erfolgt dabei auf Grund der Einwirkung von Ressourcen.“<sup>97</sup> Bezogen auf den Krankenhaussektor ergibt sich nach Eichhorn: „Prozesse sind Abfolgen von Aktivitäten des Krankenhausleistungsgeschehens, die dadurch in einem logischen inneren Zusammenhang stehen, dass sie im Ergebnis zu einer Leistung führen, die vom Patienten nachgefragt wird.“<sup>98</sup>

Den Definitionen gemein ist, dass es sich bei einem Prozess um die Abfolge von Tätigkeiten oder Aktivitäten handelt, die in erkennbarer Weise in Zusammenhang stehen und miteinander verknüpft sind. Zu unterscheiden gilt es weiterhin, ob die Reihenfolge der Ereignisse fest vorgegeben ist oder ob die Reihenfolge Zufällen unterliegt. So ergibt sich die Unterscheidung zwischen deterministischen und stochastischen Prozessen. Bei Behandlungsprozessen im Krankenhaus kann von „doppelt stochastischen“ Prozessen ausgegangen werden. So ist neben der Reihenfolge der Tätigkeiten auch die zeitliche Dauer Zufällen unterlegen, was die Beschreibung und Optimierung der Leistungserstellung im Krankenhaus maßgeblich erschwert. Für die Darstellung von Prozessen eignen sich beispielsweise Teilprozessdiagramme, Fischgrättdiagramme, Ablaufdiagramme oder Netzpläne.<sup>99</sup>

### 2.3.2 Datengewinnung

#### 2.3.2.1 Überblick

Für die Analyse von Prozessen, deren Modellierung sowie Optimierung ist es notwendig, auf ausreichende Informationen zurückgreifen zu können. Diese

---

<sup>97</sup> Ellebracht et al. 2018, S. 168.

<sup>98</sup> Eichhorn 1997, S. 170.

<sup>99</sup> Vgl. Fleßa 2022, S. 334 ff.

Informationen können mittels verschiedener Erhebungsmethoden gewonnen werden, wobei die verschiedenen Optionen unterschiedliche Vor- sowie Nachteile bedingen. Diese sind bei der Wahl der jeweiligen Methode zu berücksichtigen. Im Folgenden werden die grundlegenden Optionen überblicksartig beschrieben. Auf die für diese Arbeit zentrale Erhebungsmethodik der Zeitmessung wird im nachfolgenden Kapitel detailliert eingegangen. So stehen als Methoden zur Datengewinnung Interviews, Fragebögen, Beobachtungen, Selbstaufschreibungen und Experimente zur Auswahl.<sup>100</sup>

Im Rahmen von Interviews kann nach dem Grad der Strukturierung unterschieden werden. Handelt es sich um ein strukturiertes Interview, sind die Fragen durch einen Leitfaden vorgegeben. Folglich ist die Vergleichbarkeit mehrerer Interviews hoch, die Möglichkeit für Nachfragen oder auf Aspekte des Interviews tiefer einzugehen jedoch gering. Hierfür – also insbesondere für die Erhebung von Bewertungen oder Eindrücken – eignet sich das freie Interview.<sup>101</sup> Als Spezialform kann das Experteninterview angesehen werden, welcher nicht komplett frei, jedoch auch nicht komplett standardisiert ist.<sup>102</sup> Erfolgt die Befragung nicht persönlich, wird zumeist auf schriftliche Fragebögen zurückgegriffen. Auch hier kann nach einer Art Standardisierung unterschieden werden, wobei sich diese auf die Ausgestaltung der Antwortmöglichkeiten bezieht. Es sind geschlossene sowie offene Fragestellungen zu unterscheiden, wobei die Möglichkeit freier Antworten auf offene Fragen zumeist zur Gewinnung von relevanten, zuvor nicht berücksichtigter, Zusatzinformationen dient.<sup>103</sup>

Beobachtungen können offen sowie verdeckt durchgeführt werden, wobei die verdeckte Beobachtung arbeitsrechtlich problematisch ist. Weiß der Beobachtete hingegen, dass er beobachtet wird, besteht die Gefahr, dass Verzerrungen auftreten. Je nach Vorteilhaftigkeit für die beobachtete Person können Prozesszeiten aber auch die Qualität der erbrachten Leistung positiv oder negativ beeinflusst werden.<sup>104</sup> Die Methoden der Zeiterhebung werden im nachfolgenden Kapitel im Detail erläutert.

Werden die Daten mittels Selbstaufschreibung gewonnen, besteht die Gefahr, dass die Ergebnisse bedingt durch geringe Motivation und durch zusätzliche Arbeitsbelastung wenig valide sind. Somit werden, sofern vorhanden, zumeist bereits vorliegenden Daten prioritär herangezogen, auch wenn der Aufwand der

---

<sup>100</sup> Vgl. Fleßa 2022, S. 346 ff.

<sup>101</sup> Vgl. ebd., S. 346.

<sup>102</sup> Vgl. Weischer 2007, S. 279.

<sup>103</sup> Vgl. Schulte-Zurhausen 2014, S. 546 ff.

<sup>104</sup> Vgl. Fleßa 2022, S. 346.

Weiterverarbeitung der Daten teils dem Aufwand einer Primärerhebung entspricht. Als abschließende Erhebungsmethode ist das Experiment anzuführen. Hierbei wird die zu untersuchende Aktivität in einer künstlichen Atmosphäre simuliert. Eine entsprechende Simulation ist jedoch bei Prozessen mit Patientenkontakt oftmals schwer nachzustellen.<sup>105</sup>

### 2.3.2.2 Zeiterhebung

Innerhalb der Zeiterhebung lassen sich die Verfahren der Einzelzeitmessung, der Fortschrittszeitmessung sowie der Multimomentaufnahme unterscheiden.

Bei der Einzelzeitmessung wird das Messgerät am definierten Beginn des Teilprozesses gestartet und bei Erreichen des Endes des Teilprozesses gestoppt. Als Messpunkte sind hierbei je der Beginn sowie das Ende eines Ereignisses zu definieren. Die Dauer der einzelnen Teilprozesse liegt somit ohne weitere Berechnungsschritte vor. Durch die sofortige Sichtbarkeit der erhobenen Zeiten ergibt sich der Vorteil, dass unregelmäßige oder fehlerhafte Messwerte aufgrund von Unregelmäßigkeiten schnell erkannt werden. Da für den im Anschluss anfallenden Teilprozess jedoch ein Zurücksetzen des Messgerätes notwendig wird, besteht die Gefahr von Zeitverlusten. Daher ist für eine lückenlose Zeitmessung zusätzlich die Gesamtzeit der Aufnahmedauer zu erfassen.<sup>106</sup>

Die Abbildung 2.10 zeigt die Methodik einer Einzelzeitmessung mit drei Teilprozessen auf.

Ablaufabschnitte	Teilprozess 1	Teilprozess 2	Teilprozess 3
Gemessene Einzelzeiten in Sekunden	$t_1 = 6$		
Start- und Endzeit des Teilprozesses auf Zeitmessgeräte	0                  6	$t_2 = 4$	
		0                  4	$t_3 = 92$
			0                  92

**Abbildung 2.10** Beispiel Einzelzeitmessung. (Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an REFA Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation e. V. 1992)

Bei der Fortschrittszeitmessung wird das Zeitmessgerät während der gesamten Beobachtungsdauer nicht angehalten. Innerhalb der Erhebung wird beim jeweiligen Ende bzw. Beginn eines Teilprozesses (Messpunkt) die Fortschrittzeit abgelesen und notiert. Aus den Fortschrittszeiten der jeweiligen Messpunkte

<sup>105</sup> Vgl. Fleßa 2022, S. 346 f.

<sup>106</sup> Vgl. REFA Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation e. V. 1992, S. 85 ff.

wird im Anschluss die Prozesszeit des Teilprozesses errechnet. Durch dieses Vorgehen wird eine Zeiterfassung ohne den Verlust von Einzelzeiten ermöglicht. Folglich führen potentielle Ablesefehler einzelner Fortschrittszeiten zu einem Ausgleich im nachfolgenden Teilprozess und nicht zu einem zeitlichen Verlust in der gesamten Prozesszeit.<sup>107</sup>

Das Prinzip der Fortschrittszeitmessung wird in Abbildung 2.11 dargestellt.

Ablaufabschnitte	Teilprozess 1		Teilprozess 2		Teilprozess 3	
Fortschrittszeiten in Sekunden (Start- und Endzeit des Teilprozesses auf Zeitmessgeräte)	0	20	20	27	27	45
Errechnete Einzelzeiten in Sekunden	t1 = 20		t2 = 7		t3 = 18	

**Abbildung 2.11** Beispiel Fortschrittszeitmessung. (Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an REFA Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation e. V. 1992)

Bei der Multimomentaufnahme handelt es sich um ein Stichprobenverfahren. Basierend auf Kurzzeitbeobachtungen kann über die Auftrittshäufigkeit einzelner Prozesse ein Rückschluss auf die Prozessdauer getroffen werden. Um repräsentative Ergebnisse zu gewährleisten, wird unter Berücksichtigung des Vertrauensbereiches, der definierten Aussagewahrscheinlichkeit und des geschätzten Prozentanteils des zu untersuchenden Prozessschrittes der minimale Stichprobenumfang berechnet. Anschließend wird die Beobachtung basierend auf einem Rundgangplan durchgeführt. Aus dem Anteil von Beobachtungen des jeweiligen Prozessschrittes und der Gesamtanzahl der Beobachtungen kann somit der für diesen Prozessschritt anfallende Zeitwert errechnet werden. Unter Einbezug der Anzahl der Leistungen (z. B. Anzahl Verfahren, Anzahl Patienten) resultiert somit ein Mittelwert je Teilprozess. Hierbei ist zu beachten, dass auf Basis der Erhebungsmethode keine Berechnung der Standardabweichung oder die Darstellung einer empirischen Verteilung möglich ist.<sup>108</sup>

<sup>107</sup> Vgl. REFA Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation e. V. 1992, S. 86 f.

<sup>108</sup> Vgl. Schulte-Zurhausen 2014, S. 556 ff.

### 2.3.3 Verteilungsidentifikation

Liegen Daten zu Prozesszeiten oder deren Eintrittswahrscheinlichkeiten vor, ist es notwendig die erhobenen Daten in eine Form zu überführen, die für ein etwaiges Simulationsmodell zielführend ist. Während die erhobenen Daten in ihrer Ursprungsform verwendet werden können, ist es weiterhin möglich, empirische bzw. theoretische Verteilungen zu nutzen. Zur Glättung von Unebenheiten in möglichen empirischen Verteilungen und zum Einbezug von Extremwerten ist es zielführend, auf theoretische Verteilungsfunktionen zurückzugreifen.<sup>109</sup>

Die Identifikation von Verteilungen ist mit vielen gängigen Simulationssoftwaretools möglich. Hierbei wird geprüft, ob die empirische Verteilung einer theoretischen Verteilung folgt. Beispielhaft seien die Programme „Stat::Fit“ der Geer Mountain Software Corp.<sup>110</sup> oder „Minitab Statistical Software“ der Minitab GmbH<sup>111</sup> angeführt. Während der Identifikation der Verteilung ist zu beachten, ob es sich um nach oben bzw. unten begrenzte oder unbegrenzte Verteilungen handelt. Weiterhin muss mittels Anpassungstest oder graphischer Verfahren geprüft werden, ob die ermittelte theoretische Verteilung als repräsentativ für die empirische erhobene Grundlage angesehen werden kann.<sup>112</sup> Die zur Verfügung stehenden theoretischen Verteilungen sind vielfältig, wobei stets zwischen stetigen oder diskreten Verteilungen unterschieden werden kann.<sup>113</sup> Kennzeichnend für die stetigen Verteilungen ist die Existenz eines Lage-, eines Skalen- sowie eines bzw. mehrerer Formparameter, wobei einige Verteilungen wie z. B. die Normal- oder Exponentialverteilung keinen Formparameter enthält.<sup>114</sup> Der Formparameter definiert, wie z. B. bei der Weibullverteilung, die Symmetrie bzw. Schiefe der Verteilung. Der Lageparameter einer Verteilung beschreibt vereinfacht dargestellt die Verschiebung entlang der Abszisse. Der Skalenparameter zeigt auf, wie „gedehnt“ oder „komprimiert“ die Verteilung erscheint.<sup>115</sup> Abbildung 2.12 zeigt mögliche Verteilungen und deren Verwendung auf.<sup>116</sup>

---

<sup>109</sup> Vgl. Harrell et al. 2000, S. 119 f.

<sup>110</sup> Vgl. Geer Mountain Software Corp., o. S.

<sup>111</sup> Vgl. Minitab GmbH, o. S.

<sup>112</sup> Vgl. Law 2014, S. 282 ff.

<sup>113</sup> Vgl. Harrell et al. 2000, S. 120.

<sup>114</sup> Vgl. Law 2014, S. 285 ff.

<sup>115</sup> Vgl. Minitab LLC 2022f, o. S.

<sup>116</sup> Vgl. Götz 2013, S. 98 f.

	Name	Mögliche Verwendung (Auswahl)
stetige Verteilungen	Uniform	Generierung von Zufallszahlen anderer Verteilungen
	Exponential	Zwischenankunftszeiten von Kunden bei konstanter Ankunftsrate
	Gamma	Tätigkeitsdauern (Servicezeiten, Reparaturzeiten)
	Weibull	Tätigkeitsdauern
	Normal	Bei diversen Fehlern, bei Mengen, die die Summe aus einer großen Anzahl anderer Mengen sind
	Lognormal	Tätigkeitsdauern
	Beta	Bei wenigen Werten, Tätigkeitsdauern
	Pearson 5	Tätigkeitsdauern
	Pearson 6	Tätigkeitsdauern
	LogLogistic	Tätigkeitsdauern
	Johnson SB	
	Johnson SU	
diskrete Verteilungen	Triangular	Bei wenigen Werten
	Bernoulli	Zufällige Ereignisse mit zwei möglichen Ergebnissen
	Discrete Uniform	Zufällige Ereignisse mit mehreren möglichen Ergebnissen mit gleicher Eintrittswahrscheinlichkeit
	Binomial	Anzahl fehlerhafter Stücke innerhalb einer Charge zufälliger Größe
	Geometric	Anzahl von Gegenständen innerhalb einer Charge zufälliger Größe
	Negative Binomial	Anzahl von inspizierten, funktionsfähigen Artikeln, bevor ein defekter Artikel auftritt
	Poisson	Anzahl von Ereignissen, die innerhalb eines Zeitintervalls auftreten (mit konstanter Rate)

**Abbildung 2.12** Theoretische Verteilungen und Verwendung (Auswahl). (Quelle: Götz 2013)

Basierend auf einem Beispiel soll das Vorgehen der Verteilungsidentifikation mittels der Software „Minitab“ erläutert werden. Gegeben sei der Datensatz einer Erhebung von 20 Prozesszeiten in Sekunden (siehe Tabelle 2.7).

**Tabelle 2.7** Beispiel  
Verteilungsidentifikation  
– Prozesszeiten

Prozesszeiten in Sekunden
86, 89, 121, 136, 147, 71, 254, 167, 98, 316, 224, 254, 110, 135, 222, 249, 296, 315, 245, 146

Quelle: Eigene Darstellung

Die vorliegende Stichprobe zeigt einen Mittelwert von 184,05 Sekunden mit einer Standardabweichung einer Stichprobe von 80,77 Sekunden. Der Homogenitätskoeffizient (HK) der Prozesszeit liegt bei 0,69. Der Homogenitätskoeffizient

berechnet sich hierbei wie folgt.<sup>117</sup>

$$HK = \frac{1}{1 + \frac{\sigma}{\mu}}$$

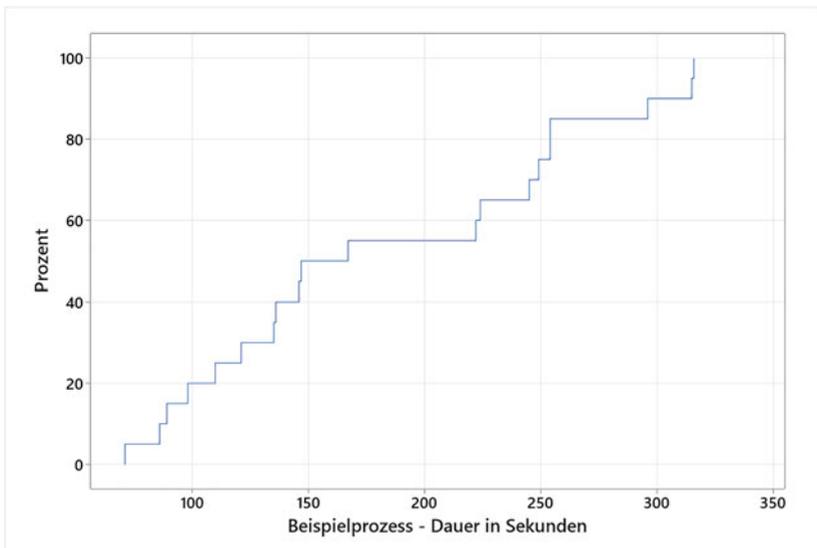
mit:

HK Homogenitätskoeffizient

$\sigma$  Standardabweichung

$\mu$  Mittelwert

Abbildung 2.13 zeigt die empirische Verteilungsfunktion des Beispielprozesses auf.



**Abbildung 2.13** Empirische Verteilungsfunktion des Beispielprozesses. (Quelle: Eigene Darstellung erstellt mit Minitab 21)

<sup>117</sup> Vgl. Fleßa 2022, S. 137 f.

Die Bestimmung der theoretischen Verteilung erfolgt über die Berechnung der Anderson-Darling-Statistiken und des p-Wertes für jede Verteilung, wobei die Hypothese für den Anderson-Darling-Test definiert ist mit:<sup>118</sup>

$H_0$  Die Daten folgen der Verteilung.

$H_1$  Die Daten folgen der Verteilung nicht.

Der Test auf Anpassungsgüte nach Anderson-Darling (AD) kann als Maß der Abweichungen zwischen der Anpassungslinie und den empirischen Datenpunkten definiert werden, die als quadrierte Distanz die Randbereiche der Verteilung stärker gewichtet als deren Mitte.<sup>119</sup> Im Ergebnis kann somit, sollte der p-Wert größer als das definierte Alpha-Niveau (zumeist 0,05) sein, geschlossen werden, dass die theoretische Verteilung der empirischen Verteilung folgt bzw. formal: Es kann nicht geschlossen werden, dass die Daten der Verteilung nicht folgen, folglich ist  $H_0$  ist nicht zu verwerfen.<sup>120</sup> Ist der p-Wert für mehr als eine theoretische Verteilung größer als das definierte Alpha-Niveau, stellt die Verteilung mit dem höchsten p-Wert die bestmögliche Anpassung an die empirischen Daten dar. Unterstützend können die entsprechenden Wahrscheinlichkeitsnetze zur graphischen Beurteilung herangezogen werden.<sup>121</sup> Tabelle 2.8 zeigt exemplarisch die Resultate des Beispiels bei der Prüfung auf Normalverteilung, Exponentialverteilung, Lognormalverteilung sowie Weibullverteilung.

**Tabelle 2.8** Test auf Güte der Anpassung des Beispielprozesses

Verteilung	AD	p-Wert
Normal	0,610	0,097
Exponential	2,962	<0,003
Lognormal	0,490	0,196
Weibull	0,560	0,148

Quelle: Eigene Darstellung erstellt mit Minitab 21

Die Daten zeigen, dass von den vier betrachteten Verteilungen ausschließlich die Exponentialverteilung abzulehnen ist. Die verbleibenden drei Verteilungen bilden eine mögliche Anpassung an die erhobenen Daten, wobei die

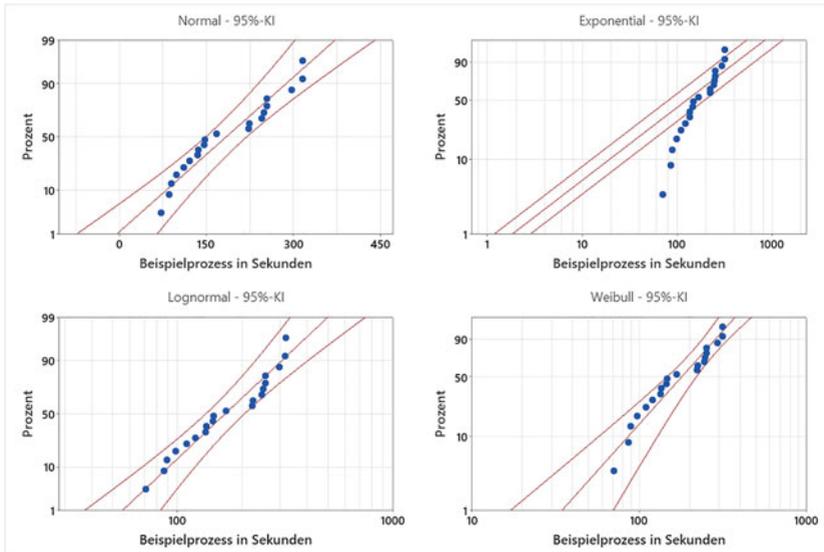
<sup>118</sup> Vgl. Minitab LLC 2022c, o. S.

<sup>119</sup> Vgl. Minitab LLC 2022b, o. S.

<sup>120</sup> Vgl. Minitab LLC 2022d, o. S.

<sup>121</sup> Vgl. Minitab LLC 2022a, o. S.

Lognormalverteilung mit einem  $p$ -Wert von 0,196 die beste Anpassung liefert. Eine graphische Beurteilung ist mittels Wahrscheinlichkeitsnetz möglich. Abbildung 2.14 zeigt, dass die Exponentialverteilung keine zielführende theoretische Verteilung für den Beispielprozess sein kann. Die empirischen Daten (Punkte) liegen in großen Teilen deutlich außerhalb des 95 %-Konfidenzintervalls (KI) der theoretischen Verteilung.



**Abbildung 2.14** Wahrscheinlichkeitsnetze des Beispielprozesses. (Quelle: Eigene Darstellung erstellt mit Minitab 21)

In einem weiteren Schritt erfolgt die Schätzung der Verteilungsparameter durch Maximum-Likelihood-Schätzung (ML-Schätzung) bzw. im Falle der Normal- bzw. Lognormalverteilung auf Basis erwartungstreuer Parameterschätzwerte.<sup>122</sup> Für die einzelnen Verteilungen ergeben sich somit die Lage-, Form-, Skalen- und teilweise Schwellenwertparameter. Der Schwellenwertparameter definiert hierbei etwaige Minimalwerte der Verteilung.<sup>123</sup> Tabelle 2.9 zeigt die Verteilungsparameter der identifizierten Verteilungen.

<sup>122</sup> Vgl. Minitab LLC 2022e, o. S.

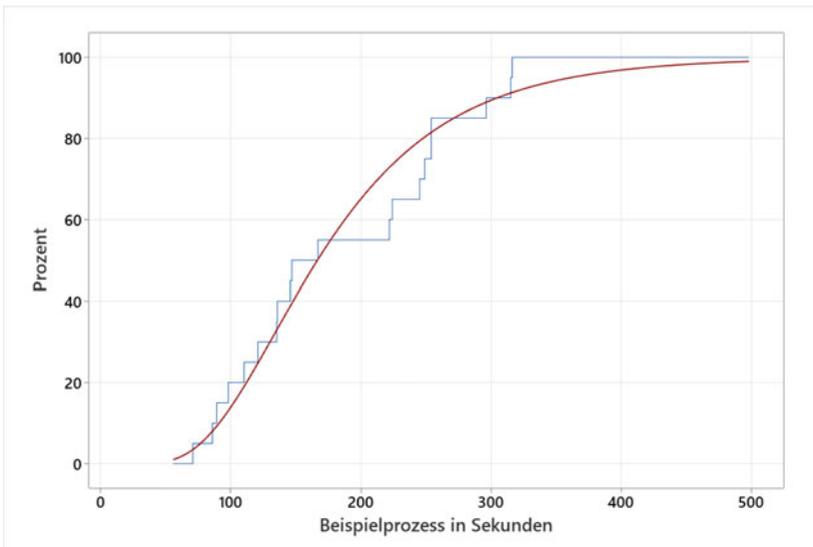
<sup>123</sup> Vgl. Minitab LLC 2022f, o. S.

**Tabelle 2.9** Schätzwerte der Verteilungidentifikation des Beispielprozesses

Verteilung	Lage	Form	Skala
Normal	184,05000		80,77420
Exponential			184,04999
Lognormal	5,11516		0,47097
Weibull		2,56765	208,24905

Quelle: Eigene Darstellung erstellt mit Mintab21

Da für Simulationen die theoretischen Verteilungen vorzuziehen sind und die Verteilung mit dem höchsten p-Wert die bestmögliche Anpassung an die empirische Verteilung darstellt, müsste ein Simulationsmodell den Beispielprozess als lognormalverteilt mit einem Lageparameter von 5,11516 und einem Skalenparameter von 0,47097 einbeziehen. Der Unterschied zwischen empirischer Verteilung und theoretisch identifizierter Verteilung wird in [Abbildung 2.15](#) dargestellt.



**Abbildung 2.15** Empirische und theoretische Verteilungsfunktion des Beispielprozesses. (Quelle: Eigene Darstellung erstellt mit Minitab 21)

### 2.3.4 Monte-Carlo-Simulation

Erfolgt die Darstellung eines realen Problems durch ein formales Modell, in welchem mittels experimenteller Veränderungen von Einflussparametern untersucht wird, wie sich dieses Model verhält, so lässt sich dies als „Simulation“ definieren.<sup>124</sup> Folglich wird ein reales Objekt oder ein Vorgang so nachgebildet, dass durch Experimente Erkenntnisse resultieren, welche Rückschlüsse auf die reale Problemstellung erlauben.<sup>125</sup>

Innerhalb der Unterscheidung von Simulationsmodellen lassen sich statische bzw. dynamische Modelle unterscheiden. Während der Zeitpunkt bei statischen Modellen zumeist vernachlässigt wird, beziehen dynamische Simulationen zeitliches Systemverhalten ein. Weiterhin kann zwischen kontinuierlichen bzw. diskreten Modellen unterschieden werden. In der kontinuierlichen Ausprägung verändern sich Systemzustände stetig, wohingegen die Veränderung in diskreten Modellen zu bestimmten Zeitpunkten erfolgt. Als dritte Möglichkeit ist die Unterscheidung nach deterministischen und stochastischen Simulationsmodellen möglich. Während es bei deterministischen Modellen nur bei Veränderung der Inputparameter zu Veränderungen im Output kommt, unterliegen stochastische Simulationen einer definierten Anzahl von Zufallsparametern.<sup>126</sup>

Somit resultiert aus einer statistischen Simulation kein „Einzelergebnis“, sondern bei einer Vielzahl an Wiederholungen eine Wahrscheinlichkeitsverteilung der Zielgröße.<sup>127</sup> Dies stellt auch den Endpunkt einer Monte-Carlo-Simulation dar, welche als statische sowie stochastische Methode zu definieren ist. Besonders kennzeichnend für eine Monte-Carlo-Simulation ist, dass die Wahrscheinlichkeiten des Eintrittes eines Ereignisses bekannt sind, diese jedoch unabhängig vom Eintritt vorhergehender Ereignisse sind.<sup>128</sup>

Als Basis einer Monte-Carlo-Simulation sind Zufallszahlen anzusehen. Hierbei wird das Gesetz der großen Zahlen genutzt, um so durch wiederholte Experimente Wahrscheinlichkeiten zu ermitteln,<sup>129</sup> welche als repräsentative Zukunftsszenarien angesehen werden können. Innerhalb der Inputgrößen sind diskrete und stetige Zufallsvariablen zu unterscheiden. Erste sind definiert durch eine endliche Anzahl an Ergebnissen, z. B. „Ja“ oder „Nein“, während stetige Zufallsvariablen

---

<sup>124</sup> Vgl. Tempelmeier 1991, S. 1.

<sup>125</sup> Vgl. Mehl 1994, S. 1.

<sup>126</sup> Vgl. März 2011, S. 13 f.

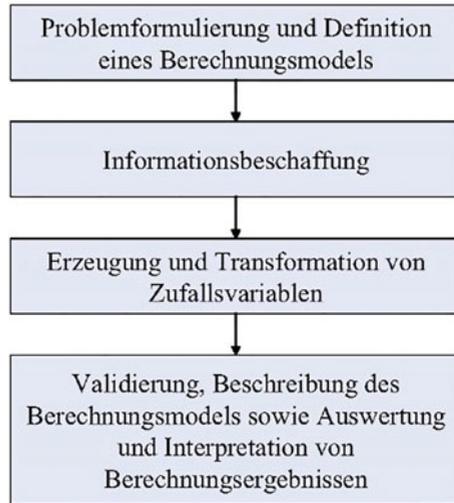
<sup>127</sup> Vgl. Fleßa 2022, S. 344.

<sup>128</sup> Vgl. Domschke et al. 2015, S. 234 f.

<sup>129</sup> Vgl. Kroese et al. op. 2011, S. 17.

beliebige Werte innerhalb eines definierten Intervalls abbilden.<sup>130</sup> Für die Durchführung einer Monte-Carlo-Simulation sind vier Schritte von Relevanz, welche in Abbildung 2.16 detailliert aufgezeigt werden.

**Abbildung 2.16**  
Vorgehensweise der  
Monte-Carlo-Simulation.  
(Quelle: Wolf 2009)



Im ersten Schritt erfolgt die Problemformulierung und Definition des Berechnungsmodells. Um die Realität im Modell abbilden zu können, wird es notwendig, Annahmen, Prämissen und Bedingungen zu definieren. Weiterhin ist zwischen beeinflussbaren und nicht-beeinflussbaren Zufallsvariablen zu unterscheiden. Auch sind deren Abhängigkeiten und Wirkungszusammenhänge zu definieren.<sup>131</sup> Innerhalb der Bestandteile des Modells ist zu „reduzieren“ und zu „abstrahieren“<sup>132</sup> Die Reduktion beschreibt, dass das Modell nur diejenigen Zufallsvariablen berücksichtigen sollte, welche einen wesentlichen und bestimmten Einfluss auf das Modell haben. Ziel ist hierbei die Vermeidung einer unnötigen Modellkomplexität. Die Abstraktion beschreibt, dass die Wirkungszusammenhänge im Modell klar zu beschreiben und zu erkennen sind, so dass als Ergebnis des ersten Schrittes der Monte-Carlo-Simulation Gleichungen

<sup>130</sup> Vgl. Steinhausen 1993, S. 27 f.

<sup>131</sup> Vgl. Wolf 2009, S. 546.

<sup>132</sup> Vgl. Steinhausen 1993, S. 21.

zu Zusammenhängen sowie Wahrscheinlichkeitsverteilungen der Inputs resultieren.<sup>133</sup>

Der zweite Schritt beinhaltet die Datenbeschaffung. Hierbei können die in Abschnitt 2.3.2 beschriebenen Methoden zur Datengewinnung herangezogen werden. Weiterhin können – sofern keine aussagefähigen oder sinnvollen Daten vorliegen – Annahmen getroffen werden, wobei dies insbesondere bei stochastischen Zufallsvariablen schwierig ist. Das Treffen von Annahmen reduziert in der Folge die Modelkomplexität. Gleichwohl führen Modellprämissen dazu, dass nicht alle möglichen Eventualitäten durch das Simulationsmodell abgedeckt werden können. Diese Einschränkungen müssen in den Ergebnisdiskussionen berücksichtigt werden.<sup>134</sup>

In einem dritten Schritt erfolgt die Erzeugung und Transformation von Zufallsvariablen. Während oftmals die Normalverteilung, Dreiecksverteilung oder Gleichverteilung als klassische Modellinputs gesehen werden,<sup>135</sup> ist für Prozesszeiten zumeist der Rückgriff auf flexiblere Verteilungen wie Lognormal-, Gamma- oder Beta-Verteilung sinnvoll.<sup>136</sup> Die Möglichkeiten, Daten aus empirischen Verteilungen in theoretische Verteilungen zu überführen bzw. theoretische Verteilungen zu identifizieren, wurde in Abschnitt 2.3.3 beschrieben. Durch die Nutzung von Verteilungen werden folglich die resultierenden Zufallsvariablen konkretisiert. Die Güte der Modellergebnisse ist somit ebenfalls von der Güte der verwendeten Verteilungen abhängig.<sup>137</sup>

Den vierten und abschließenden Schritt bildet die Validierung, Beschreibung sowie Auswertung und Interpretation des Berechnungsmodells oder der resultierenden Ergebnisse. Innerhalb der Validierung ist zu untersuchen, ob die Ergebnisse die Realität abbilden.<sup>138</sup> Hierbei ist ebenfalls zu prüfen, wie stabil die Ergebnisse sind. Wird jeder Simulationslauf als „Szenario“ definiert, wird deutlich, dass die Anzahl der Simulationsläufe ein entscheidender Aspekt für die Entwicklung der Simulationsergebnisse ist.<sup>139</sup> Abbildung 2.17 beschreibt die Ergebnisentwicklung mit zunehmender Zahl von Simulationsläufen (hier als „Szenario“ definiert).<sup>140</sup>

---

<sup>133</sup> Vgl. Wolf 2009, S. 546.

<sup>134</sup> Vgl. ebd., S. 546.

<sup>135</sup> Vgl. Bleuel 2006, S. 373.

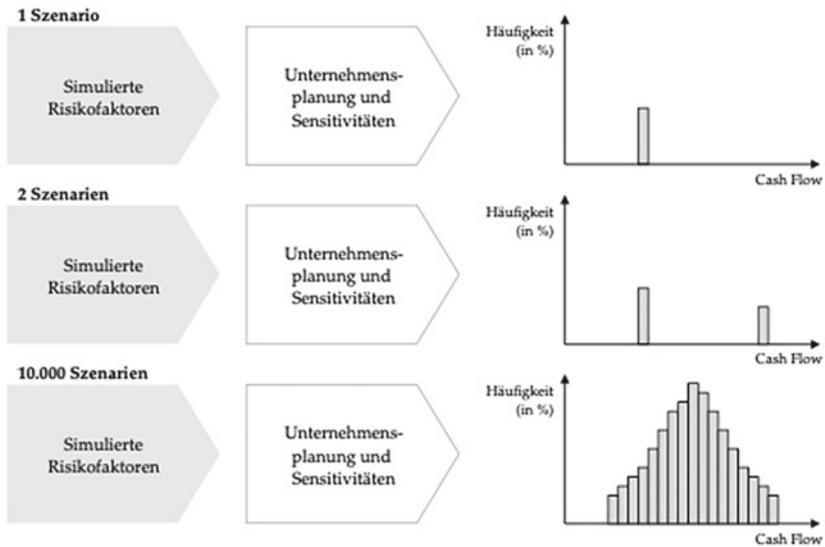
<sup>136</sup> Vgl. Fehrle et al. 2013, S. 26.

<sup>137</sup> Vgl. Wolf 2009, S. 546.

<sup>138</sup> Vgl. ebd., S. 546 f.

<sup>139</sup> Vgl. Möbius 2016, S. 18 ff.

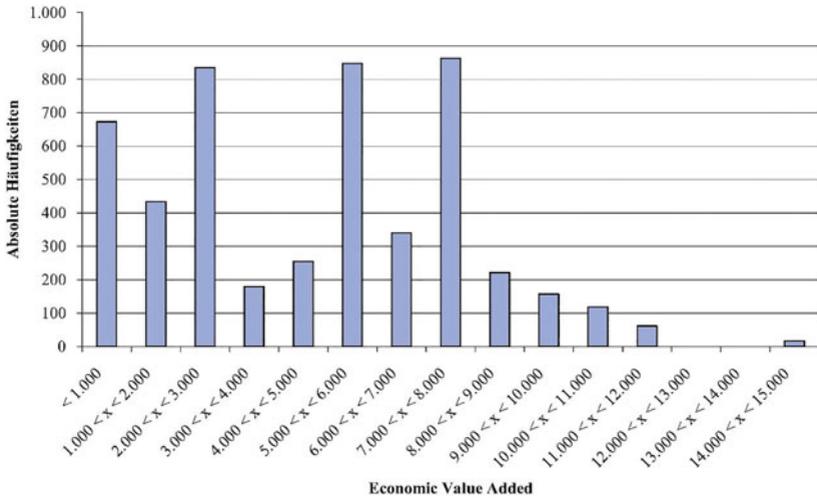
<sup>140</sup> Vgl. Diederichs 2018, S. 167.



**Abbildung 2.17** Szenarienanalyse mittels Monte-Carlo-Simulation. (Quelle: Diederichs 2018)

Innerhalb der Plausibilitätsprüfung kann auf bestehende Plan- bzw. Ist-Daten zurückgegriffen werden. Ferner sind die getroffenen Annahmen und Berechnungswege zu prüfen und darzulegen, um die Gefahr der Wahrnehmung als „Black-Box-Rechnung“ zu vermeiden. Innerhalb der Ergebnisbeschreibung sind die statistischen Werte zu Mittelwert, Standardabweichung, Histogrammen oder Verteilungsfunktionen als besonders hilfreich zu beurteilen. Abbildung 2.18 zeigt ein beispielhaftes Ergebnis einer Monte-Carlo-Simulation mit 5.000 Simulationsläufen. Die Abszisse zeigt den „Economic Value Added“ eines Industrieunternehmens, die Ordinate die Häufigkeit der Klassenbesetzung. Der Economic Value Added beschreibt hierbei die Unternehmenswertsteigerung unter Beachtung der Kapitalkosten.<sup>141</sup>

<sup>141</sup> Vgl. Wolf 2009, S. 546 f.



**Abbildung 2.18** Histogramm des Economic Value Added auf Basis einer Monte-Carlo-Simulation. (Quelle: Wolf 2009)

Im Gesamtschluss ist die Monte-Carlo-Simulation folglich als Instrument des Risikomanagements aber auch der allgemeinen Unternehmensplanung anzusehen.<sup>142</sup> Im Zusammenspiel mit den dargestellten Methoden der Zeiterhebung sowie der Verteilungsidentifikation wird deutlich, dass die Monte-Carlo-Simulation als geeignete Methode zur Ermittlung von Interventionskosten angesehen werden kann.

### 2.3.5 Gesamt-, Durchschnitts- und Grenzkosten

Bereits im Abschnitt 2.2.4 wurde die Kalkulationsmethodik der Fallpauschalen sowie der Zusatzentgelte vorgestellt. Es wurde deutlich, dass unterschiedliche Kalkulationsansätze zugrunde liegen. Um den betriebswirtschaftlichen Hintergrund und die resultierenden möglichen Problematiken zu erkennen, ist es notwendig, den grundlegenden Zusammenhang von Gesamt-, Durchschnitts- und Grenzkosten zu erläutern.

<sup>142</sup> Vgl. Grisar und Meyer 2015, S. 262.

Mit Blick auf den Verlauf einer Kostenfunktion kann zwischen linearen, degressiven, progressiven, regressiven, fixen sowie sprungfixen Verläufen unterschieden werden. Bei linearen Verläufen steigen die Kosten in einem identischen Verhältnis zur Bezugsgröße, welche zumeist die Produktionsmenge darstellt. Degressive Verläufe kennzeichnen sich mit unterproportionalem Gesamtkostenwachstum, progressive Verläufe mit überproportionalem Wachstum. Regressive Verläufe beschreiben abnehmende Gesamtkosten mit steigender Bezugsgröße. Weiterhin sind fixe sowie sprungfixe Verläufe zu berücksichtigen. Bei fixen Verläufen bleiben die Kosten unabhängig zur Ausbringungsmenge konstant, bei sprungfixen Verläufen besteht eine Konstanz in einem definierten Intervall. Wird dieses überschritten, „springen“ die Kosten auf ein neues Niveau, was zu einem stufenartigem Kostenverlauf führt.<sup>143</sup>

Aus der Kombination der einzelnen Verlaufsmöglichkeiten ergibt sich eine Gesamtkostenfunktion, welche linear bzw. nicht-linear sein kann. Im klassischen Grundmodell einer linearen Kostenfunktion werden hierbei Fixkosten sowie variable Kosten einbezogen.<sup>144</sup> Für eine solche Kostenfunktion ergibt sich mathematisch somit:

$$K(x) = k_{fix} + x * k_{var}$$

mit:

- K Gesamtkosten
- $k_{fix}$  Fixkosten (gesamt)
- $k_{var}$  variable Kosten (je Stück)
- x Ausbringungsmenge

Da die lineare Kostenfunktion die Realität besser abbilden kann als beispielsweise der aus dem Ertragsgesetz resultierende S-förmige Kostenverlauf,<sup>145</sup> kann dieser Verlauf auch für einen Dienstleistungsbetrieb wie ein Krankenhaus als durchaus berechtigt angesehen werden. So kennzeichnen sich Krankenhäuser im Gegensatz zu Sachgüterbetrieben durch hohe Fixkostenanteile von bis zu 80 %.<sup>146</sup> Folglich sind die anteiligen variablen Kosten im Krankenhaus relativ gering. Dies wird bei einem Blick auf die Ausgleichsregeln im Rahmen der Krankenhausbudgetierung unterstützt. So müssen Krankenhäuser – unter Vernachlässigung

<sup>143</sup> Vgl. Wöltje 2016, S. 48 ff.

<sup>144</sup> Vgl. ebd., S. 52.

<sup>145</sup> Vgl. Gutenberg 1983, S. 390 ff.

<sup>146</sup> Vgl. Fleßa 2022, S. 348.

von speziellen Ausnahmen – für erbrachte Leistungen oberhalb der vereinbarten Leistungsmenge einen Ausgleich in Höhe von 65 % hinnehmen, erhalten also nur 35 % des eigentlichen Fallpauschalenentgeltes.<sup>147</sup> Dies lässt innerhalb des Mehrerlösausgleich auf die Annahme einer linearen Kostenfunktion mit einem Fixkostenanteil von 65 % bei Planmenge schließen, was unter Annahme einer linearen Kostenfunktion den Grenzkosten entsprechen würde.

Die Grenzkosten ( $K'(x)$ ), auch als Marginalkosten bezeichnet, definieren sich als Kosten die durch die Produktion einer zusätzlichen Mengeneinheit resultieren. Mathematisch ergeben sie sich somit durch Differenzieren der Gesamtkostenfunktion nach der Ausbringungsmenge,<sup>148</sup> also:

$$K'(x) = \frac{dK(x)}{dx}$$

Unter Annahme einer linearen Kostenfunktion ergibt es sich, dass die Grenzkosten den variablen Kosten einer produzierten Einheit entsprechen.

$$K'(x) = k_{var}$$

Weiterhin sind die Durchschnittskosten ( $k(x)$ ) (auch Stückkosten) zu berücksichtigen, welche als Kosten je Outputeinheit definiert werden:<sup>149</sup>

$$k(x) = \frac{K(x)}{x}$$

Unter der Berücksichtigung der linearen Kostenfunktion resultiert:

$$k(x) = \frac{k_{fix}}{x} + k_{var}$$

Es wird deutlich, dass die Durchschnittskosten folglich die variablen Kosten (Grenzkosten) beinhalten sowie einen Anteil der Fixkosten, dessen Höhe abhängig von der Ausbringungsmenge ist. Der Effekt, dass die anteiligen Fixkosten mit steigender Produktionsmenge sinken, wird als Fixkostendegressionseffekt

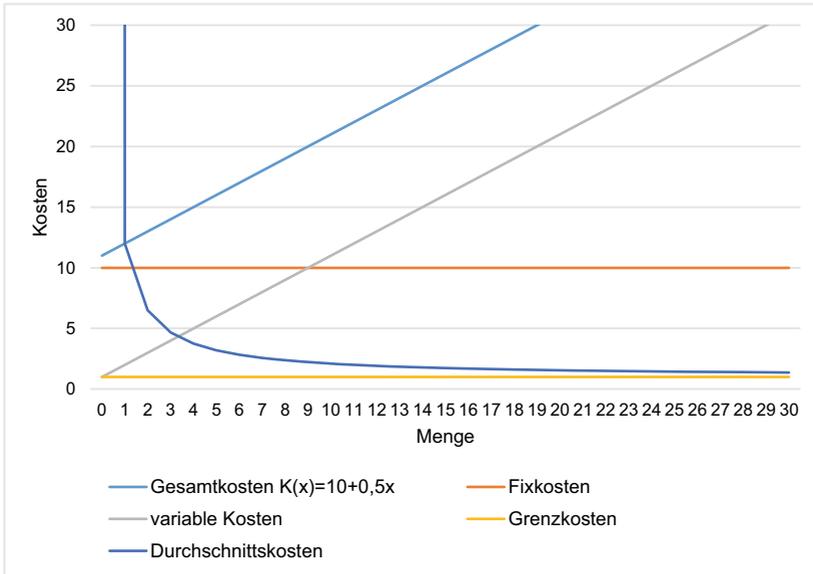
---

<sup>147</sup> Vgl. Krankenhausentgeltgesetz.

<sup>148</sup> Vgl. Wöltje 2016, S. 53.

<sup>149</sup> Vgl. ebd., S. 52.

bezeichnet.<sup>150</sup> Abbildung 2.19 zeigt beispielhaft die Verläufe von Gesamt-, Durchschnitts-, Grenzkosten sowie fixen und variablen Kosten in Abhängigkeit von der Produktionsmenge auf.



**Abbildung 2.19** Kostenverläufe bei linearer Kostenfunktion. (Quelle: Eigene Darstellung)

Abschließend muss festgehalten werden, dass es im Rahmen von Kostenanalysen im Krankenhaus oftmals fraglich bleibt, welche Kosten als fix, sprungfix bzw. variabel anzusehen sind – insbesondere im Bereich der Personalkosten. Da die Kapazitäten des vorhandenen Personals jedoch endlich sind, ist es häufig zielführend Personalkosten als variabel oder sprungfix anzusehen. Da dies aber zumeist zum Einbezug ausschließlich der Grenzkosten führen würde, sollte berücksichtigt werden, dass eine stetige Vollausslastung des Personals unwahrscheinlich ist. Gleichwohl sollte auch die Bedeutung von Reservekapazitäten im Krankenhaus berücksichtigt werden.<sup>151</sup>

<sup>150</sup> Vgl. Fleßa 2022, S. 327.

<sup>151</sup> Vgl. ebd., S. 130 ff.

## 2.4 Forschungsobjekt

Forschungsobjekt der vorliegenden Arbeit ist die Dialyseabteilung der Universitätsmedizin Greifswald bzw. die an der Universitätsmedizin Greifswald durchgeführten Leistungen der extrakorporalen Dialyse. Da Leistungen für Patienten aller Fachabteilungen erbracht werden, ist es notwendig, die Universitätsmedizin Greifswald im Gesamten sowie im Anschluss die Dialyseabteilung separat vorzustellen.

Die UMG ist ein Krankenhaus der Maximalversorgung im Nordosten der Bundesrepublik Deutschland. Gemäß Landeskrankenhausplan des Landes Mecklenburg-Vorpommern werden 886 Planbetten in den folgenden Fachabteilungen ausgewiesen,<sup>152</sup> wobei die Werte in Klammern jeweils die Krankenhausbetten nach Fachabteilung angeben.<sup>153</sup>

- Anästhesiologie und Intensivmedizin (38)
- Augenheilkunde (28)
- Chirurgie (119)
- Frauenheilkunde und Geburtsmedizin (48)
- Hals-Nasen-Ohrenheilkunde (36)
- Haut- und Geschlechtskrankheiten (30)
- Innere Medizin (253)
- Kinderchirurgie (11)
- Kinder- und Jugendmedizin (78)
- Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie (21)
- Neurochirurgie (38)
- Neurologie (76)
- Nuklearmedizin (4)
- Orthopädie/Unfallchirurgie (61)
- Strahlentherapie (14)
- Urologie (31)

Von den 886 Betten sind 97 als Intensiv- bzw. Intermediate-Care-Betten ausgeführt. Ergänzt werden die 886 um 50 Betten für Psychiatrie und Psychotherapie. Weiterhin werden in Summe 74 tagesklinische Plätze für Psychiatrie und Psychologie, Onkologie, Schmerztherapie, Neurologie/Strahlentherapie, Kinderonkologie sowie Kinder- und Jugendmedizin vorgehalten.<sup>154</sup> Als besondere

---

<sup>152</sup> Vgl. Ministerium für Soziales, Gesundheit und Sport – Mecklenburg-Vorpommern 2021b, S. 66.

<sup>153</sup> Vgl. Ministerium für Soziales, Gesundheit und Sport – Mecklenburg-Vorpommern 2021a, S. 1.

<sup>154</sup> Vgl. Ministerium für Soziales, Gesundheit und Sport – Mecklenburg-Vorpommern 2021a, S. 66.

Aufgaben sind das Perinatalzentrum sowie die überregionale Stroke Unit im Landeskrankenhausplan aufgeführt. Als Zentren werden das Onkologische Zentrum, das Pädiatrische Zentrum sowie das Herzmedizinische Zentrum Vorpommern definiert.<sup>155</sup> Im Vor-Corona-Jahr 2019 wurde an der UMG mit 3.227 Vollzeitstellen ein Gesamtumsatz von 353 Millionen Euro erwirtschaftet.<sup>156</sup> Die Anzahl an stationären somatischen Fällen lag 2019 bei 35.680 mit einer mittleren Verweildauer von 6,56 Tagen.<sup>157</sup> Als Überblick über die räumliche Situation am Berthold-Beitz-Platz zeigt die Abbildung 2.20 den Gebäudeplan der Universitätsmedizin auf.<sup>158</sup>

Die Dialyseabteilung der UMG befindet sich hierbei im Flur 7. Als Teil der Inneren Medizin A werden im Bereich der Nephrologie und Dialyse akute sowie chronische Nierenerkrankungen diagnostiziert und behandelt.<sup>159</sup> Das Leistungsspektrum der Dialysebehandlungen umfasst die bereits in Abschnitt 2.1.2 vorgestellten Dialyseverfahren sowie weitere Leistungen, wie sie bereits in der Übersicht der Leistungen einer Dialyseabteilung in Abschnitt 2.2.4.2 vorgestellt wurden. Während intermittierende Verfahren auf der Dialyseabteilung aber auch auf externen Stationen (Intensivstationen) durchgeführt werden, erfolgt die Behandlung mit kontinuierlichen Verfahren auf Intensivstationen. Die relevanten externen Stationen sind hierbei die Stationen „B1 – Station Innere B/Weaning“, „2.1 – Innere B/ITS 2“, „7.1 – Anästhesie und Intensivmedizin“ sowie „11.1-I – Kinderintensivstation“. <sup>160</sup> An Dialyseverfahren sind vorrangig das Personal des Ärztlichen Dienstes, der Dialysepflege sowie bei Verfahren auf Intensivstationen das Intensivpflegepersonal beteiligt. Die Tätigkeiten lassen sich in die Bereiche „Tätigkeiten des Ärztlichen Dienstes“, „direkte pflegerische Tätigkeiten am Patienten“, „indirekte jedoch patientenbezogene Tätigkeiten“ sowie „pflegerische Tätigkeiten ohne Bezug auf einen einzelnen Patienten (im Folgenden als Stationsarbeit bezeichnet)“ definieren.<sup>161</sup>

Die Abbildung 2.21 zeigt den grundlegenden Ablauf eines intermittierenden Dialyseverfahrens ohne Berücksichtigung etwaiger Transport- und Laufwege auf.<sup>162</sup>

---

<sup>155</sup> Vgl. ebd., S. 66.

<sup>156</sup> Vgl. Universitätsmedizin Greifswald 2020b, S. 1.

<sup>157</sup> Vgl. Universitätsmedizin Greifswald 2021, S. 1.

<sup>158</sup> Vgl. Universitätsmedizin Greifswald 2020a, o. S.

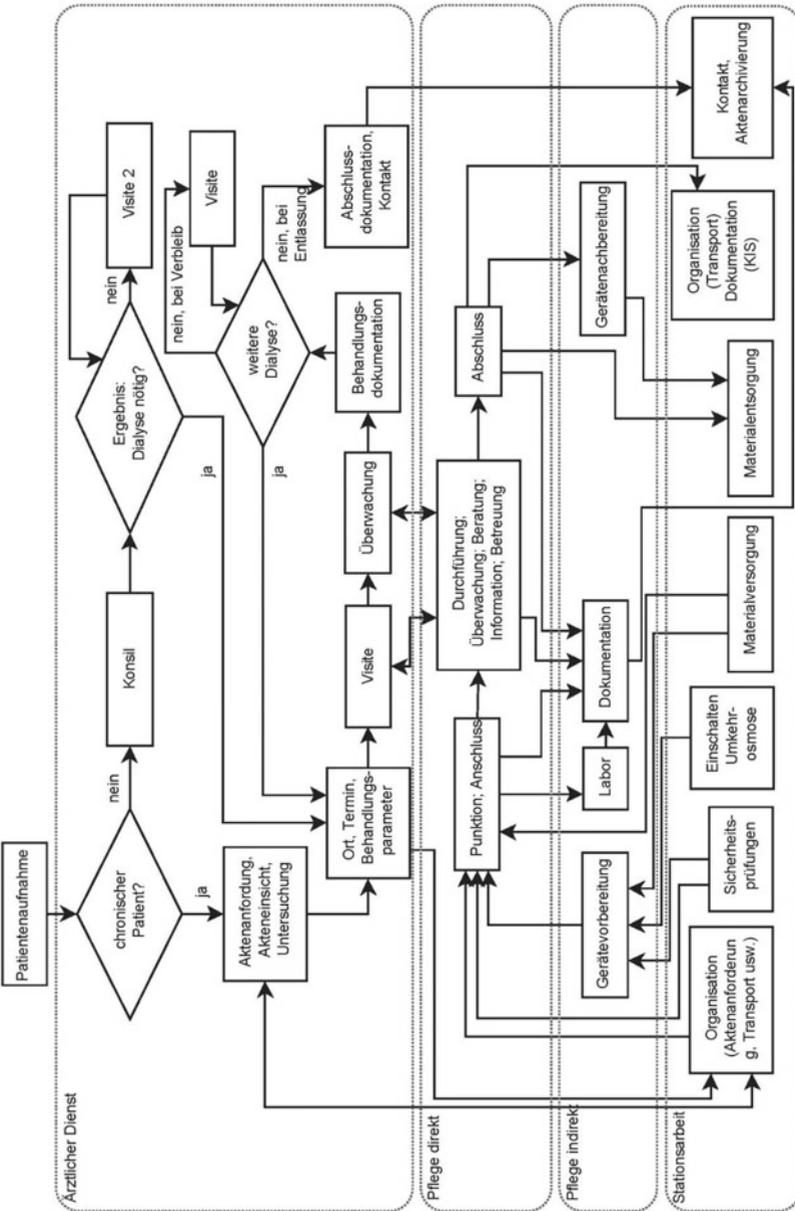
<sup>159</sup> Vgl. Universitätsmedizin Greifswald o. J., S. 6.

<sup>160</sup> Vgl. Krohn 2014, S. 34.

<sup>161</sup> Vgl. ebd., S. 47 ff.

<sup>162</sup> Vgl. Krohn 2014, S. 58.





**Abbildung 2.21** Gesamtprozess einer intermittierenden Dialyse an der Universitätsmedizin Greifswald. (Quelle: Krohn 2014)

**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.





# Verfahren an der Universitätsmedizin Greifswald

# 3

## 3.1 Zielsetzung und Kapitelaufbau

Die Darstellung der möglichen OPS-Kodes im Abschnitt 2.1.3 hat gezeigt, dass das Set an Verfahren der extrakorporalen Dialyse vielfältig ist. Weiterhin wurde ersichtlich, dass die Verfahrensart (HF, HD, HDF) sowie die Art der Antikoagulation durch die entsprechenden OPS-Kodes abgebildet werden können. Auch wird durch den OPS-Kode – sofern davon ausgegangen wird, dass kontinuierliche Verfahren nur auf Intensivstationen erbracht werden – in Teilen ersichtlich, an welchem Ort im Krankenhaus die Leistung durchgeführt wird. Weitere Informationen lassen sich anhand des OPS-Kodes nicht gewinnen.

In der folgenden Analyse werden die Verfahren an der Universitätsmedizin Greifswald fokussiert. Hierbei wird untersucht, welche Verfahren in welchem Umfang erbracht wurden, an welchem Ort im Krankenhaus (Dialyseabteilung vs. Intensivstationen) diese durchgeführt wurden und ob innerhalb eines definierten Betrachtungszeitraumes Änderungen in Anzahl, Art und Behandlungsort auftraten. Es wird somit das Leistungsspektrum und dessen Veränderung untersucht. Folglich stehen zusammengefasst im ersten Schritt zwei Fragen im Vordergrund:

1. Welche Verfahren der extrakorporalen Dialyse wurden in welchem Umfang an der Universitätsmedizin Greifswald durchgeführt?

---

**Ergänzende Information** Die elektronische Version dieses Kapitels enthält Zusatzmaterial, auf das über folgenden Link zugegriffen werden kann  
[https://doi.org/10.1007/978-3-658-41789-5\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-658-41789-5_3).

2. An welchen Behandlungsorten (Dialyseabteilung vs. Intensivstationen) wurden die einzelnen Verfahren durchgeführt und gibt es signifikante Veränderungen der Therapiezahlen im Zeitverlauf?

Zur Beantwortung dieser Fragen wird auf einen Datensatz aus dem Krankenhausinformationssystem „LORENZO“ zurückgegriffen. Die Datensatzbeschreibung, die Datensaufbereitung sowie die Auswertungsmethodik werden im Kapitel der Methodik (3.2) beschrieben. Innerhalb der Ergebnisse (3.3) werden die absoluten Häufigkeiten der Verfahren im Gesamten sowie im Zeitverlauf und getrennt nach Behandlungsorten aufgezeigt. Im Bereich der Diskussion werden die Ergebnisse kritisch gewürdigt und die, aus den absoluten Zahlen resultierenden relativen Anteile der Behandlungsoptionen mit deutschlandweiten Therapiezahlen verglichen. Somit soll die Frage beantwortet werden, ob die Zahlen an der Universitätsmedizin Greifswald den nationalen Entwicklungen in Deutschland entsprechen, also:

3. Entspricht die Entwicklung der Verfahrenszahlen und die Zusammensetzung dieser Verfahrensoptionen an der Universitätsmedizin Greifswald der allgemeinen Entwicklung in Deutschland?

Zur Beantwortung dieser dritten Frage als Diskussion zwischen den vorgefundenen Werten und den deutschen Vergleichszahlen werden, aufgrund der vorliegenden Dokumentationslogik im verwendeten Datensatz, Datenumformungen notwendig.

---

## **3.2 Methodik**

### **3.2.1 Datensatzbeschreibung**

Die Auswertung der Verfahren basiert auf Exporten aus dem Krankenhausinformationssystem „LORENZO“. Die jeweiligen Exporte beziehen sich auf die Therapiedokumentation. Zur Gewährung eines Gesamtüberblicks über die Funktionsabteilung Dialyse erfolgt die Datenabfrage zu allen „Maßnahmen für den Blutkreislauf (8–80...8–85)“, da in dieser Oberkategorie alle kostenstellenrelevanten Prozeduren<sup>1</sup> der Dreisteller 8–82 („Plasmapherese, Immunadsorption und verwandte Verfahren“) sowie 8–85 („Extrakorporale Zirkulation und Behandlung

---

<sup>1</sup> Vgl. InEK GmbH 2016b, S. 156.

von Blut“) enthalten sind. Dieses Vorgehen gewährleistet die Erfassung sämtlicher dialyserelevanten Prozeduren. Die Abfrage erfolgt für die Jahre 2005 bis Ende Juni 2018. Je Therapie – also durchgeführter Prozedur – werden folgende Informationen ausgelesen.

- Patienten-Geburtsdatum
- Patienten-Geschlecht
- Patienten-Nummer
- KIS\_Patienten\_ID
- KIS\_Fallnummer
- Doku-Typ
- Doku-Zeile
- Datum
- Amb/Stat
- Vier-/Fünfsteller
- 4-/5-Steller-Text
- Zuweiser
- Org-Einheit

Die ersten fünf Aspekte beziehen sich auf Patientenstammdaten. Die Angaben zu Alter und Geschlecht sind für die grundlegende Auswertung nicht relevant. Da bei kontinuierlichen Verfahren zu Verfahrensbeginn bzw. während der Durchführung die gesamte Zeitdauer bis zum Therapieende nicht bekannt ist, wird im Datensatz je der entsprechende OPS-Kode für ein Verfahren „bis 24 Stunden“ eingefügt, d. h. ein OPS-Kode entspricht im Datensatz nicht dem abrechenbaren bzw. endgültigen OPS-Kode bei Verfahrensende, sondern „einem Tag mit durchgeführtem kontinuierlichen Verfahren“. Eine Zusammenführung zum abzurechnenden Code bei Behandlungsende wäre somit nur über einen Abgleich der einzelnen Codes mehrerer aufeinanderfolgender Tage mit der Patienten-Nummer, KIS\_Patienten\_ID bzw. KIS\_Fallnummer möglich.

Die weiteren acht Aspekte liefern Informationen zur Therapie. Der Wert Doku-Typ nimmt hierbei in allen Datensätzen den Wert „T“ an und definiert den exportierten Datensatz als „Therapie“, also als OPS-Kode. Der Wert ist somit für die Auswertung zu vernachlässigen. Der Wert der „Doku-Zeile“ gibt den kodierten OPS-Kode in der jeweils gültigen Form aus. Der Wert „Datum“ beschreibt das Therapiedatum, „Amb/Stat“ beschreibt mit Hilfe der Werte „A“ bzw. „S“ ob es sich um ein Verfahren in einem ambulanten bzw. stationären Fall handelt. Weiterhin sind Leerwerte sowie unbestimmte „X“-Kodierungen vorhanden. Im Bereich der „Vier-/Fünfsteller“ bzw. des „4-/5-Steller-Text“ zeigt der Export nicht wie zu

erwarten den OPS-Kodes an, sondern es resultieren Angaben zur Verfahrensart sowie zur Antikoagulation und zusätzlich auch zum Ort der Behandlung. Beispielhaft wird in Tabelle 3.1 der „Vier-/Fünfsteller“ bzw. der „4-/5-Steller-Text“ der Hämodialyse dargestellt. Eine vollständige Liste aller für die Dialyseabteilung relevanter Werte der „Vier-/Fünfsteller“ bzw. des „4-/5-Steller-Text“ findet sich in Anhang „A“ im elektronischen Zusatzmaterial.

**Tabelle 3.1** „Vier-/Fünfsteller“ bzw. „4-/5-Steller-Text“ der Hämodialyse

„Vier-/Fünfsteller“	„4-/5-Steller-Text“
FA06	Hämodialyse
FA060	CVVHD oder Hämodialyse
FA062	Hämodialyse + Citrat
FA063	Hämodialyse außerhalb
FA064	Hämodialyse + Citrat außerhalb

Quelle: Eigene Darstellung basierend auf Datenexport LORENZO.

Bereits hier werden teilweise Inkonsistenzen im Datensatz deutlich. So beschreibt die Angabe CVVHD im Bereich des FA060 klar ein kontinuierliches Verfahren auf Intensivstationen, der 4-/5-Steller-Text beinhaltet aber nicht die Angabe „außerhalb“. Der Umgang mit entsprechenden Dateninkonsistenzen wird im Bereich der Datenaufbereitung beschrieben.

Der Wert „Zuweiser“ beschreibt die zuweisende Station an die Dialyseabteilung an. Der Wert „Org-Einheit“ nimmt stets die Ausprägung „INAFK“ an, welches die Leistungseinheit der Dialyse beschreibt. Beide Werte sind im Folgenden zu vernachlässigen.

### 3.2.2 Datenaufbereitung

Abzielend auf die Auswertung von extrakorporalen Dialyseverfahren (Viersteller 8–853, 8–854, 8–855) nach Verfahrenstyp, Antikoagulation und Behandlungsort sind die vorliegenden Daten auf ihre Aussagekraft zu überprüfen.

Hierbei zeigen sich insbesondere bei Daten der Jahre 2005 und 2006 Probleme. In den OPS-Versionen der Jahre 2005 und 2006 wird noch keine Unterscheidung der Antikoagulation kodiert. Auch sind die Werte der „Vier-/Fünfsteller“ bzw. des „4-/5-Steller-Text“ nicht differenziert angeführt, sodass eine Unterscheidung zwischen Behandlungsorten nicht möglich ist. Folglich ist eine

Auswertung der Daten der entsprechenden Jahre nicht zielführend. Weiterhin sind ebenfalls die Daten der Jahre 2007 und 2008 diskutabel. So besteht in diesen Jahren noch keine Einteilung des „4-/5-Steller-Text“ in „außerhalb“ bzw. „ohne Ortsvermerk“. Die z. B. einzig vorhandenen „4-/5-Steller-Texte“ der Hämodialyse FA06 bzw. FA060 geben „Hämodialyse“ bzw. „Hämodialyse“ oder „CVVHD“ an. Zwar wäre somit eine Zuordnung der kontinuierlichen Verfahren auf den Wert „außerhalb“ möglich, es bleibt jedoch unklar, ob intermittierende Verfahren auf der Dialyseabteilung oder auf externen Stationen stattgefunden haben. Da eine Differenzierung im „4-/5-Steller-Text“ nach Behandlungsort erst in der 52. Kalenderwoche des Jahres 2008 eingeführt wurde, erfolgt die Auswertung erst ab dem Datenjahr 2009.

Finden die Werte der Jahre 2009 bis Ende Juni 2018 Betrachtung, verbleiben für die Viersteller 8–853, 8–854, 8–855 insgesamt 38.267 Datensätze. 148 dieser Werte weisen im Bereich „Amb/Stat“ Kodierungen mit „A“, „X“ oder „leer“ auf, wobei „A“ mit 85 Nennungen den größten Anteil aufweist. Bezugnehmend auf die zugehörigen Verfahrensarten, die Fallnummer (mehrere Verfahren über mehrere Tage bei gleicher Fallnummer) und Angaben über die zuweisende Station, ist jedoch davon auszugehen, dass es sich stets um Fehlkodierungen handelt. Somit werden diese Fälle als stationär betrachtet.

Es ist zu beachten, dass innerhalb eines Datensatzes zwischen den Werten „Doku-Typ“, also OPS-Kode und dem Inhalt des „4-/5-Steller-Text“ teils weiterhin Inkonsistenzen bestehen können. Diese können vier Ausprägungen annehmen:

- Kontinuierliches Dialyseverfahren nach OPS (Doku-Typ) nicht als „außerhalb“ in „4-/5-Steller-Text“ vermerkt
- Verfahrensart (HF, HD, HDF) aus OPS (Doku-Typ) und „4-/5-Steller-Text“ verschieden
- Antikoagulation aus OPS (Doku-Typ) und „4-/5-Steller-Text“ verschieden
- Kombinationen mehrerer Aspekte der ersten drei Ausprägungen

Die Gesamtsumme dieser Inkonsistenzen liegt bei 1.708 von 38.267 Datensätzen. Dies entspricht ca. 4,46 % der Gesamtdaten.

Um die entsprechenden Inkonsistenzen zu bereinigen, wird für die Verfahrensart, die Antikoagulation und den Behandlungsort auf den Doku-Typ (OPS-Kode)

fokussiert und der „4-/5-Steller-Text“ nur herangezogen, wenn der OPS-Kode die gewünschten Informationen nicht liefert. Folglich ergibt sich folgendes Vorgehen:

- Verfahrenstyp (HF, HD, HDF inkl. entsprechender kontinuierlicher Verfahren) aus OPS-Kode
- Antikoagulation aus OPS-Kode
- Behandlungsort bei kontinuierlichen Verfahren stets „außerhalb“ (kurz „außen“)
- Behandlungsort bei intermittierenden Verfahren basierend auf „4-/5-Steller-Text“ („ohne Ortsangabe“ (entspricht Dialyseabteilung, kurz „innen“) oder „außerhalb“)

In Summe fließen in die Auswertung somit alle 38.267 Datensätze ein.

Um die „Trends“ an der Universitätsmedizin Greifswald mit den Daten des Statistischen Bundesamtes – abgerufen über die „Patientenanalyse“ von „reimbursement.info“<sup>2</sup> – zu vergleichen, sind mehrere Anpassungen notwendig.

Da die Daten des statistischen Bundesamtes nur als Jahreswerte vorliegen, wird im Folgenden stets der Jahreswert angegeben. Im Bereich der kontinuierlichen Verfahren besteht das Problem, dass das Krankenhausinformationssystem der Universitätsmedizin Greifswald je den Code für „bis 24h“ anführt, die Daten des Statistischen Bundesamtes entsprechen hingegen den abrechnungsrelevanten Kodes mit Ausprägungen bis „über 2400 Stunden“. Um hier eine Vergleichbarkeit herzustellen, wird eine Umrechnung notwendig.

Zur Berechnung der Verfahrenstage aus den OPS-Kodes kontinuierlicher Dialyseverfahren wird davon ausgegangen, dass Kodes mit der Ausprägung „bis 24 Stunden“ als ein Verfahrenstag zu zählen sind. Kodes mit der Angabe einer Zeitspanne (z. B. 24 bis 72 Stunden) werden mit dem Mittelwert der Zeitspanne bewertet (z. B. Mittelwert 48 Stunden – 2 Verfahrenstage). Bei OPS-Kodes mit der Ausprägung „mehr als 2400 Stunden“ wird eine Dauer von 2580 Stunden (107,5 Tage) angenommen. Dieser „Aufschlag“ von 180 Stunden entspricht dem Mittel der Korridorbreite der OPS-Kodes mit hohen Dauern. Tabelle 3.2 zeigt die Umrechnung auf Verfahrenstage. Mit Hilfe dieser Tabelle werden die Werte des Statistischen Bundesamtes auf Verfahrenstage umgerechnet und mit den Daten der Universitätsmedizin Greifswald vergleichbar gemacht.

Weiterhin beinhalten die deutschlandweiten Daten keine Trennung zwischen dem Ort der Behandlung (Dialyseabteilung vs. Intensivstation) und Datenexporte für kontinuierliche Verfahren sind nur nach der OPS-Kode-Logik ab 2010

---

<sup>2</sup> Vgl. RI Innovation GmbH 2022.

**Tabelle 3.2** Umrechnung der OPS-Zeitdifferenzierungen in Verfahrenstage

OPS-Ausprägung (Zeitspanne) in Stunden	Mittlere Stundenzahl bzw. Annahme in Stunden	Verfahrenstage für Vergleichsrechnung in Tagen
bis 24	Annahme: 24	1
24–72	48	2
72–144	96	4,5
144–264	204	8,5
264–432	348	14,5
432–600	516	21,5
600–960	780	32,5
960–1320	1140	47,5
1320–1680	1500	62,5
1680–2040	1860	77,5
2040–2400	2220	92,5
mehr als 2400	Annahme: 2580	107,5

Quelle: Eigene Darstellung

möglich. Die über „reimbursement.info“ abgerufenen Daten umfassen stets die „Anzahl der Kodierungen (Nennungen) (...) der im Berichtsjahr aus dem Krankenhaus entlassenen vollstationären (Haupt- und Belegabteilung) Patient\*innen“<sup>3</sup>, wobei Mehrfachkodierungen, also „alle Kodierungen inkl. Mehrfachanwendung pro Patientenfall“<sup>4</sup> enthalten sind.

Die Angaben zu Gesamtzahlen beziehen sich auf den Zeitraum 2010 bis 2018, wobei die Werte für 2018 an der UMG verdoppelt werden, da nur Angaben der ersten zwei Quartale vorliegen. Auswertungen der kontinuierlichen Verfahren beziehen sich auf den Zeitraum 2010 bis 2018, Auswertungen zu intermittierenden Zahlen auf den Zeitraum 2009 bis 2018.

### 3.2.3 Datenauswertung

Die Datenauswertung erfolgt über alle OPS-Kodes sowie separiert nach intermittierenden und kontinuierlichen Verfahren. Innerhalb dieser Kategorien wird

<sup>3</sup> RI Innovation GmbH 2022, o. S.

<sup>4</sup> Ebd., o. S.

wiederum unterteilt nach OPS-Kodes. Je OPS-Kode wird – sofern erforderlich – zwischen Verfahren innerhalb bzw. außerhalb der Dialyseabteilung unterschieden.

Einbezogen werden in die differenzierte OPS-Betrachtung alle Kodes welche einen Anteil von mehr als einem Prozent des Gesamtanteils an allen kodierten OPS-Kodes annehmen. Somit erfolgen detaillierte Auswertungen für alle Kodes mit einer Gesamtzahl von mindestens 383 Kodierungen im gesamten Betrachtungszeitraum von 9,5 Jahren. Kodes die im Mittel weniger als 40,32-mal je Jahr bzw. weniger als 10,08-mal im Quartal durchgeführt werden, werden nicht gesondert ausgewertet. Die Verfahrenszahlen aller OPS-Kodes werden weiterhin in Anhang „B“ im elektronischen Zusatzmaterial angeführt.

Die Darstellung der Ergebnisse erfolgt hauptsächlich in Form von Balkendiagrammen. Zur Überprüfung der zeitlichen Veränderung wird die Methode der linearen Regression herangezogen. Die Auswertung im Regressionsmodell erfolgt nach Quartalen. Hierbei wird das erste Quartal des Jahres 2009 als Quartal 1 definiert und fortlaufend bis Quartal 38 (Quartal 2 des Jahres 2018) durchnummeriert. Detaillierte Abbildungen werden angeführt sofern ein signifikanter Zusammenhang besteht, bei Nichtvorliegen von signifikanten Zusammenhängen finden sich die Übersichtsabbildungen im Anhang „C“ im elektronischen Zusatzmaterial.

Ferner wird für die Gesamtanzahl intermittierender Verfahren bzw. für die Anzahl von Verfahrenstagen bei kontinuierlichen Verfahren eine Analyse unterjähriger Effekte vorgenommen, um eventuelle saisonabhängige Effekte aufzeigen zu können. Hierbei wird geprüft, ob die Verfahrenszahlen aller ersten, zweiten, dritten bzw. vierten Quartale Mittelwertunterschiede zu den Daten aller Quartale aufweisen. Weiterhin wird untersucht, ob Mittelwertunterschiede zwischen den Verfahrenszahlen der Quartale untereinander bestehen.<sup>5</sup> Hierbei werden ausschließlich die Daten aller vollständigen Datenjahre einbezogen.

---

<sup>5</sup> Hinweis: Insgesamt wurden 20 Mittelwertvergleiche durchgeführt, wobei „A“ das jeweils erste, „B“ das zweite, „C“ das dritte und „D“ das vierte Quartal des Jahres bezeichnet. Mittelwertvergleiche wurden durchgeführt (je für intermittierende und kontinuierliche Verfahren) für Gesamt vs. A, Gesamt vs. B, Gesamt vs. C, Gesamt vs. D, A vs. B, A vs. C, A vs. D, B vs. C, B vs. D und C vs. D.

## 3.3 Ergebnisse

### 3.3.1 Gesamtbetrachtung

Im Zeitraum vom 01.01.2009 bis zum 30.06.2018 wurden insgesamt 38.267 OPS-Kodes der extrakorporalen Nierenersatztherapie im Krankenhausinformationssystem der Universitätsmedizin Greifswald hinterlegt. Diese verteilen sich auf 22 OPS-Kodes. Hierbei ist ersichtlich, dass keine Gleichverteilung der Verfahren vorliegt. Die Anzahl der durchgeführten Prozeduren im beobachteten Zeitraum liegt zwischen einem (sechs Kodes) und 17.510 Verfahren (8–854.2). 17 der angeführten Kodes weisen Häufigkeiten zwischen eins und 221 auf und sollen gemäß der gesetzten Grenze von 383 Kodierungen im gesamten Zeitraum in der Detailauswertung unbeachtet bleiben.

Es zeigt sich, dass einzelne OPS-Kodes sehr ausgeprägte Anwendungshäufigkeiten haben. So verursachen die fünf meistdurchgeführten Therapieverfahren – und damit alle im Folgenden im Detail zu betrachtenden Kodes – insgesamt ca. 97,9 % aller Kodierungen. Diese Top 5-Prozeduren sind in der folgenden Auflistung angeführt.

- 1. Hämodialyse: Intermittierend, Antikoagulation mit Heparin oder ohne Antikoagulation (17.510)
- 2. Hämodialyse: Intermittierend, Antikoagulation mit sonstigen Substanzen (9.158)
- 3. Hämodialyse: Kontinuierlich, venovenös, pumpengetrieben (CVVHD), Antikoagulation mit sonstigen Substanzen: Bis 24 Stunden (6.567)
- 4. Hämofiltration: Kontinuierlich, venovenös, pumpengetrieben (CVVH), Antikoagulation mit Heparin oder ohne Antikoagulation: Bis 24 Stunden (2.898)
- 5. Hämodialyse: Kontinuierlich, venovenös, pumpengetrieben (CVVHD), Antikoagulation mit Heparin oder ohne Antikoagulation: Bis 24 Stunden (1.333)

Zusammenfassend zeigt Tabelle 3.3 die Gesamtaufstellung aller durchgeführten Verfahren auf. Abbildung 3.1 stellt die Verfahrensverteilung mittels Pareto-Diagramm graphisch dar.

Über alle 38.267 Verfahren wird deutlich, dass innerhalb des Beobachtungszeitraumes von 3.468 Tagen insgesamt 27.426 intermittierende Verfahren und 10.841 Tage mit kontinuierlichen Verfahren durchgeführt wurden.<sup>6</sup> Dies

---

<sup>6</sup> Hinweis: Die Fehlkodierung der 8–853.71 wird hier als 8–853.70 angenommen.

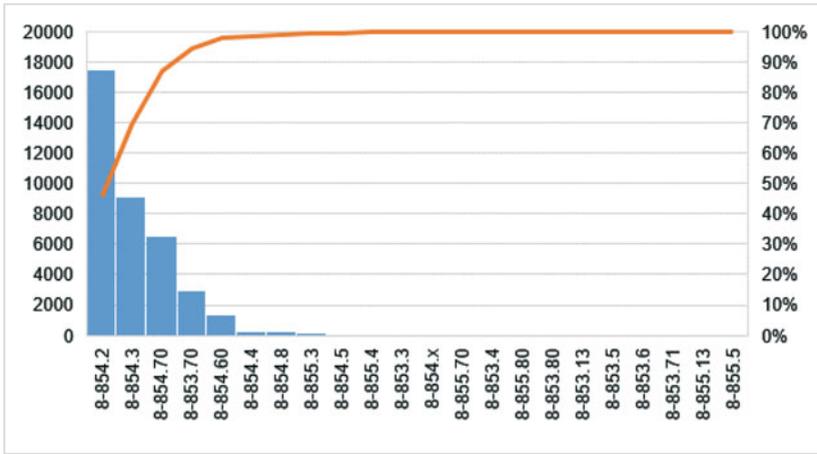
**Tabelle 3.3** Gesamtanzahl durchgeführter Verfahren nach OPS-Kode

OPS-Kode	Verfahrensart	Anzahl vom 01.01.2009 bis 30.06.2018
8-853.13	CAVH	1
8-853.3	HF	36
8-853.4	HF	18
8-853.5	HF	1
8-853.6	HF	1
8-853.70	CVVH	2.898
8-853.71 <sup>7</sup>	CVVH	1
8-853.80	CVVH	6
8-854.2	HD	17.510
8-854.3	HD	9.158
8-854.4	HD	221
8-854.5	HD	61
8-854.60	CVVHD	1.333
8-854.70	CVVHD	6.567
8-854.8	HD	216
8-854.x	HD	29
8-855.13	CAVHDF	1
8-855.3	HDF	125
8-855.4	HDF	49
8-855.5	HDF	1
8-855.70	CVVHDF	25
8-855.80	CVVHDF	9

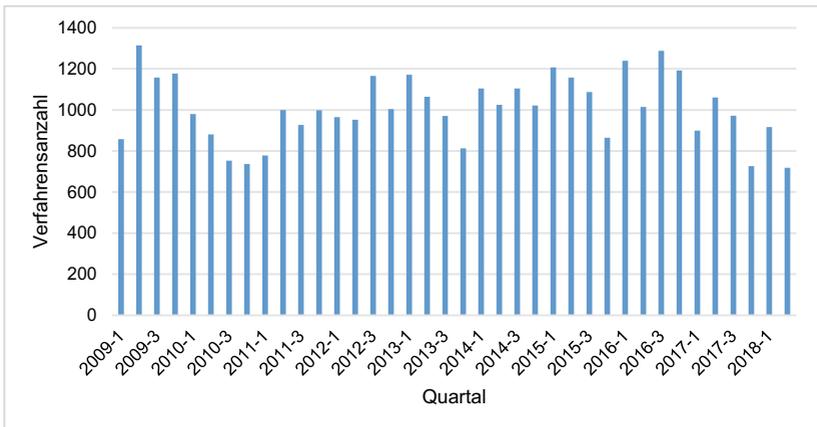
Quelle: Eigene Darstellung basierend auf Datenexport LORENZO

entspricht einem Tagesmittel von 7,91 intermittierenden Verfahren je Tag und 3,13 Patienten an kontinuierlichen Verfahren je Tag. Bedingt durch den Umstand, dass intermittierende Verfahren – unter Vernachlässigung etwaiger Rufbereitschaften – nur an sechs Wochentagen durchgeführt werden, ergibt sich mittels

<sup>7</sup> Hinweis: An dieser Stelle ist beim Kode 8-853.71 von einer Fehlkodierung auszugehen, da kontinuierliche Verfahren im Datensatz je Tag mit dem Kode für „bis zu 24h“ kodiert sein sollten.



**Abbildung 3.1** Pareto-Diagramm durchgeführter OPS-Kodes an der UMG. (Quelle: Eigene Darstellung basierend auf Datenexport LORENZO erstellt mit MS Excel 2016)



**Abbildung 3.2** Entwicklung der Anzahl der Gesamtverfahren an der UMG je Quartal. (Quelle: Eigene Darstellung basierend auf Datenexport LORENZO erstellt mit MS Excel 2016)

der Korrektur mit dem Faktor 1,167 (7/6) ein Durchschnittswert von 9,23 intermittierenden Verfahren je Tag.

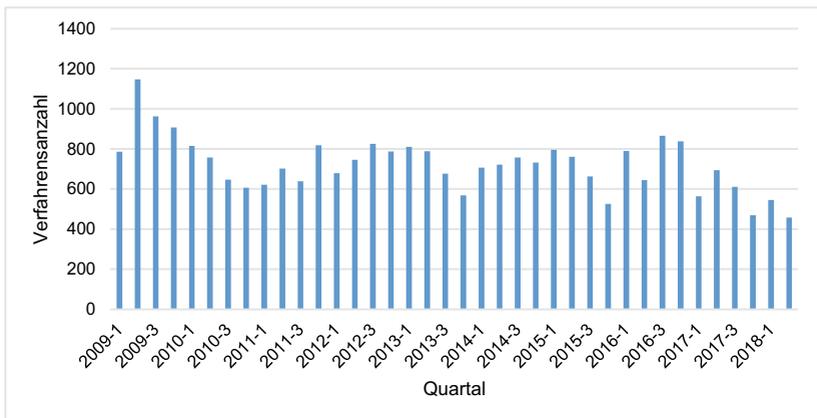
Blickend über alle Verfahren im Betrachtungsraum, bezogen auf das Quartal der Durchführung, ergibt sich folgendes Bild (Abbildung 3.2). Die mittlere Anzahl an Verfahren je Quartal liegt bei 1.007,03 mit einer Standardabweichung von 157,51. Der Minimalwert liegt bei 718, das Maximum bei 1.314.

Für ein lineares Regressionsmodell resultiert eine von Steigung von plus 0,065, also eine Zunahme von ca. 0,07 Verfahren je Quartal. Dieser Zusammenhang zwischen Anzahl der Prozeduren je Quartal und dem betrachteten Quartal ist nicht signifikant ( $p = 0,978$ ). R-Quadrat und der Korrelationskoeffizient liegen jeweils bei 0,00.

### 3.3.2 Intermittierende Verfahren

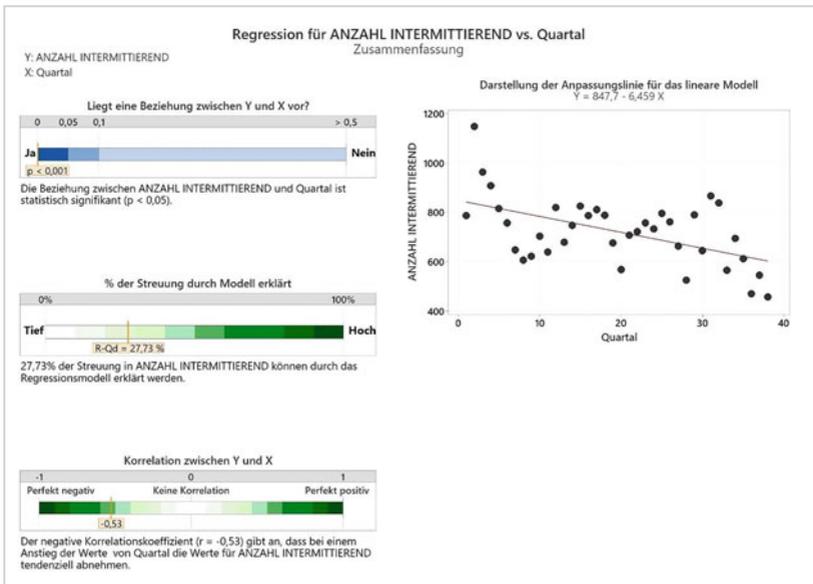
#### 3.3.2.1 Überblick

Insgesamt wurden im Erhebungszeitraum 27.426 intermittierende Verfahren kodiert, welche sich auf 13 OPS-Kodes verteilen. Unter den Verfahren nimmt die HD mit Heparin oder ohne Antikoagulation (8–854.2) mit insgesamt 17.510



**Abbildung 3.3** Entwicklung der Anzahl intermittierender Verfahren an der UMG je Quartal. (Quelle: Eigene Darstellung basierend auf Datenexport LORENZO erstellt mit MS Excel 2016)

Kodierungen den Platz der meistdurchgeführten Prozedur ein (63,84 % aller intermittierenden Verfahren) gefolgt von der HD und der Antikoagulationsform „mit sonstigen Substanzen“ mit 9.158 Kodierungen (33,39 % aller intermittierenden Verfahren). Die übrigen elf OPS-Kodes verursachen in Summe ausschließlich 758 Kodierungen (2,76 %). Über alle intermittierenden Prozeduren ergibt sich eine mittlere Anzahl je Quartal von 721,74 mit einer Standardabweichung von 134,50. Der Minimalwert liegt bei 457, das Maximum bei 1.147. Abbildung 3.3 zeigt die Entwicklung der Kodierungen und Abbildung 3.4 das Ergebnis einer linearen Regression. Es ergibt sich ein signifikanter Zusammenhang ( $p < 0,001$ ), die Steigung der Regressionsgrade liegt bei  $-6,459$ , der Korrelationskoeffizient bei  $-0,53$ .



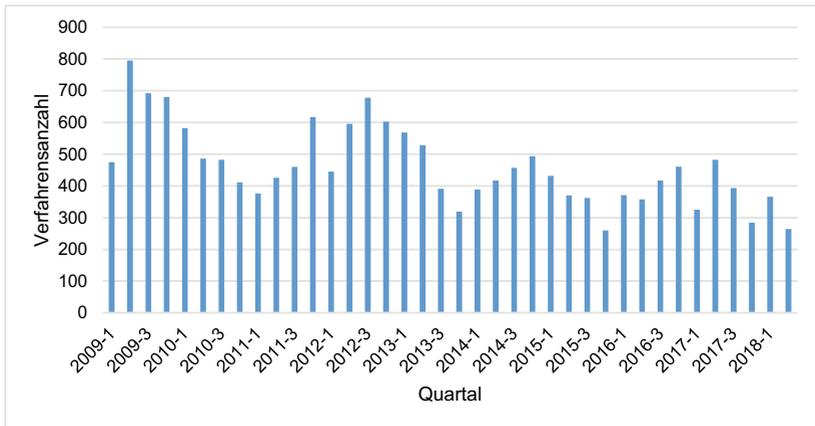
**Abbildung 3.4** Lineare Regression zur Entwicklung intermittierender Verfahren an der UMG. (Quelle: Eigene Darstellung basierend auf Datenexport LORENZO erstellt mit Minitab 21)

Innerhalb der Mittelwertvergleiche zur Identifikation saisonaler Effekte ergaben sich keine signifikanten Zusammenhänge – weder im Vergleich der jeweils ersten, zweiten, dritten und vierten Quartale der Datenjahre untereinander noch im Vergleich mit allen Quartalsdaten. Folglich scheinen Saisoneffekte – sofern sie denn vorliegen – im Rahmen der Mittelwertvergleiche von allgemeinen Trendeffekten überlagert zu werden. Die Ergebnisse der Mittelwertvergleiche finden sich in Anhang „D“ im elektronischen Zusatzmaterial.

### 3.3.2.2 OPS 8–854.2

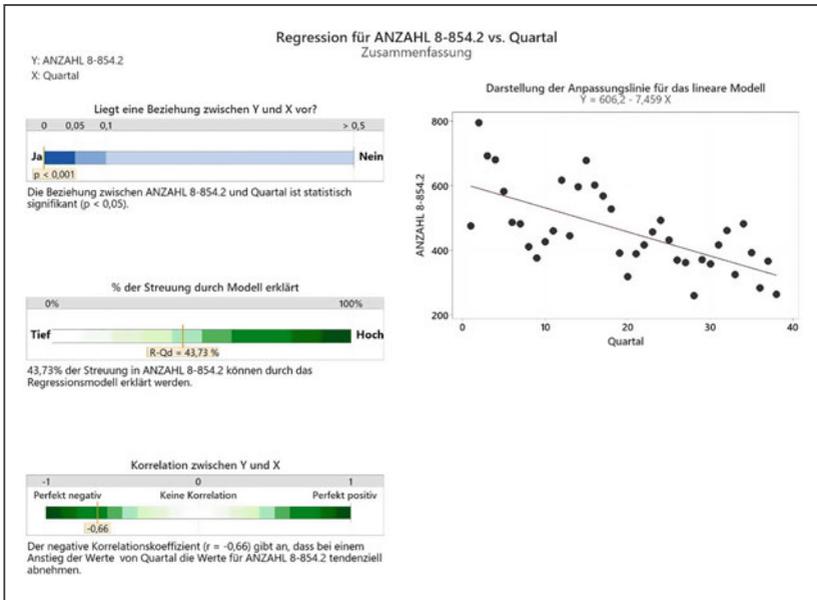
Dieses Verfahren kann auf der Dialyseabteilung und auf Intensivstationen durchgeführt werden. Folglich wird die Auswertung über alle sowie getrennt nach Bereichen durchgeführt.

In Abbildung 3.5 zeigt sich, dass die Verfahrenszahl stetigen Schwankungen unterlegen ist. Die mittlere Anzahl an Verfahren je Quartal liegt bei 460,79 mit einer Standardabweichung von 123,69. Der Minimalwert liegt bei 260, das Maximum bei 795.

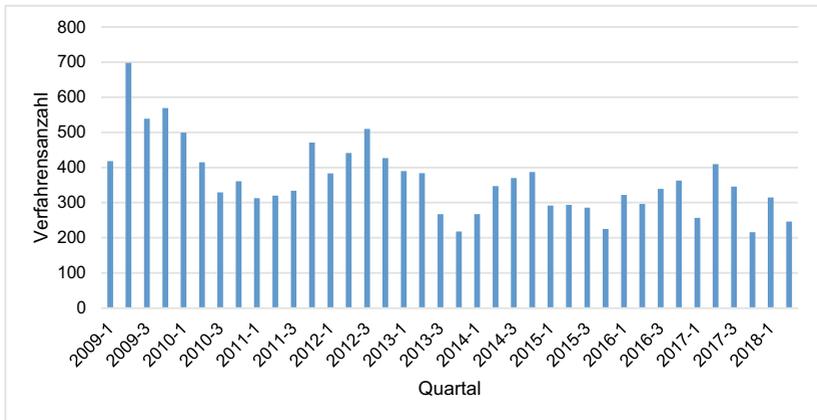


**Abbildung 3.5** Entwicklung der Anzahl des OPS 8–854.2 an der UMG je Quartal. (Quelle: Eigene Darstellung basierend auf Datenexport LORENZO erstellt mit Minitab 21)

Für ein einfaches lineares Regressionsmodell ergibt sich eine Abnahme von ca. 7,46 Verfahren je Quartal. Der Zusammenhang ist signifikant mit  $p < 0,001$ . Es lassen sich insgesamt 43,73 % der Streuung der Behandlungszahlen mit der zeitlichen Entwicklung erklären (R-Qd). Die Korrelation zwischen der Zeitangabe der Quartale und den Behandlungszahlen liegt bei  $-0,66$  (r). Abbildung 3.6 zeigt die Ergebnisse des linearen Regressionsmodells auf.



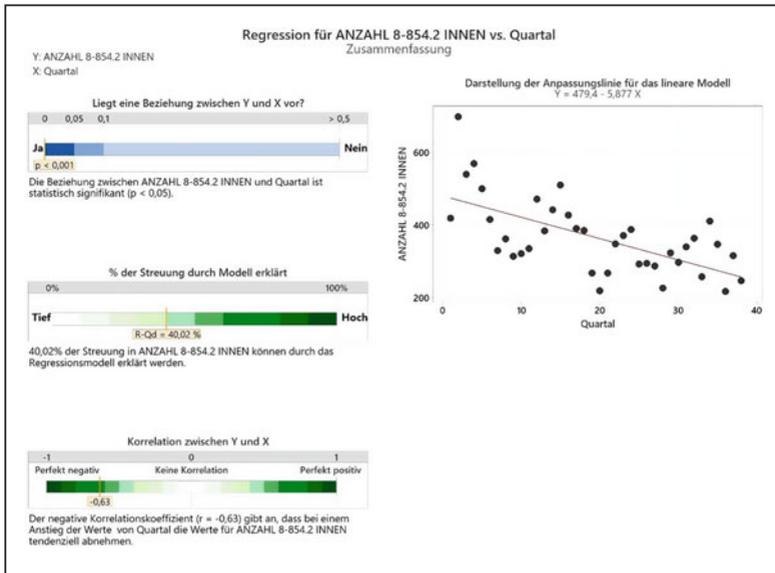
**Abbildung 3.6** Lineare Regression zur Entwicklung des OPS 8–854.2 an der UMG. (Quelle: Eigene Darstellung basierend auf Datenexport LORENZO erstellt mit Minitab 21)



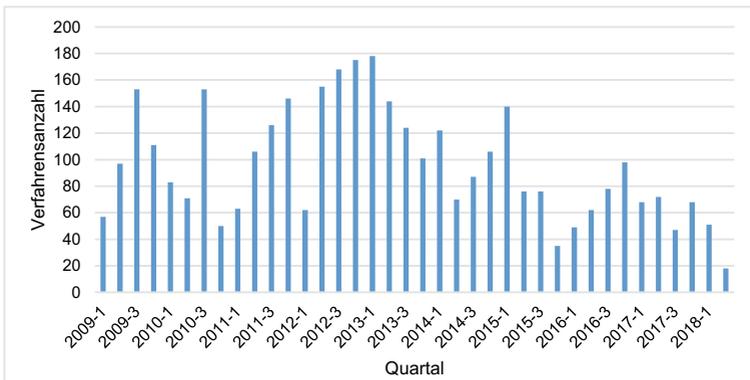
**Abbildung 3.7** Entwicklung der Anzahl des OPS 8–854.2 auf der Dialyseabteilung der UMG je Quartal. (Quelle: Eigene Darstellung basierend auf Datenexport LORENZO erstellt mit MS Excel 2016)

Die Prozedur 8–854.2 kann auf der Dialyseabteilung sowie auf Intensivstationen stattfinden. Auf der Dialyseabteilung liegt die mittlere Anzahl je Quartal bei 364,84 mit einer Standardabweichung von 101,86. Der Minimalwert liegt bei 216, das Maximum bei 698. Die Entwicklung wird in [Abbildung 3.7](#) aufgezeigt. Wird auch hier ein Regressionsmodell herangezogen, so wird ebenfalls ein signifikanter Zusammenhang gefunden. Der Korrelationskoeffizient liegt bei  $-0,63$ , die Steigung der Regressionsgerade liegt bei  $-5,877$ . Das Modell ist in [Abbildung 3.8](#) dargestellt.

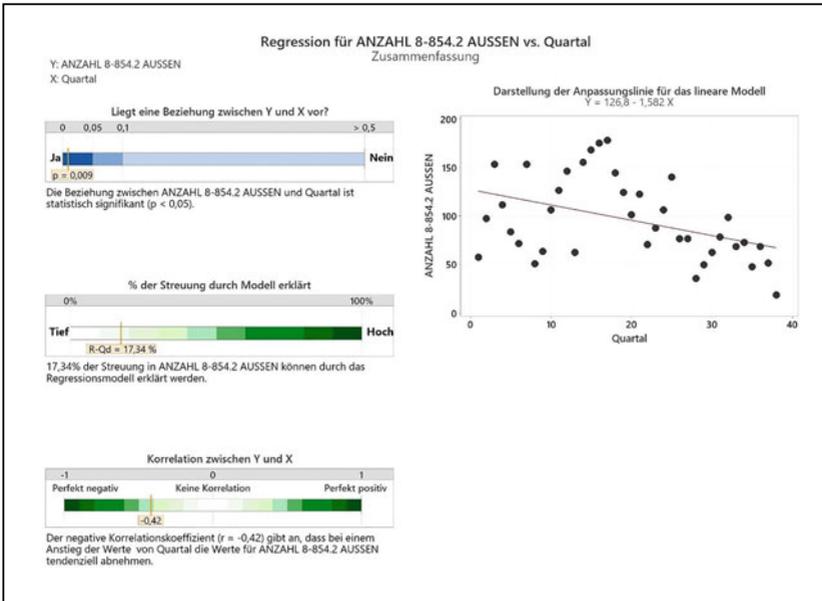
Prozeduren auf Intensivstationen werden je Quartal im Mittel 95,95-mal kodiert, wobei die Standardabweichung bei 41,67 liegt. Die beobachteten Extremwerte liegen bei 18 bzw. 178. Die [Abbildung 3.9](#) zeigt den zeitlichen Verlauf. Auch hier zeigt sich ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Verfahrensanzahl und dem betrachteten Quartal. Es resultiert eine Abnahme von 1,582 Verfahren je Quartal und ein Korrelationskoeffizient von  $-0,42$ . Die [Abbildung 3.10](#) zeigt die Ergebnisse der Regression auf.



**Abbildung 3.8** Lineare Regression zur Entwicklung des OPS 8–854.2 auf der Dialyseabteilung der UMG. (Quelle: Eigene Darstellung basierend auf Datenexport LORENZO erstellt mit Minitab 21)



**Abbildung 3.9** Entwicklung der Anzahl des OPS 8–854.2 außerhalb der Dialyseabteilung der UMG je Quartal. (Quelle: Eigene Darstellung basierend auf Datenexport LORENZO erstellt mit MS Excel 2016)

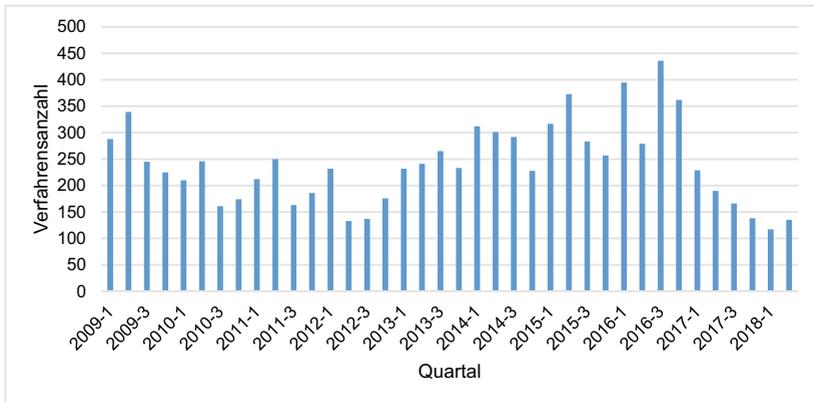


**Abbildung 3.10** Lineare Regression zur Entwicklung des OPS 8–854.2 außerhalb der Dialyseabteilung der UMG. (Quelle: Eigene Darstellung basierend auf Datenexport LORENZO erstellt mit Minitab 21)

### 3.3.2.3 OPS 8–854.3

Äquivalent zum Verfahren 8–854.2 kann dieses auf der Dialyseabteilung oder auf Intensivstationen durchgeführt werden. Unterscheidend zur 8–854.2 ist die Art der Antikoagulation. Für dieses Verfahren mit der Antikoagulation „mit sonstigen Substanzen“ wird die Auswertung wiederum gesamt sowie nach Behandlungsorten durchgeführt.

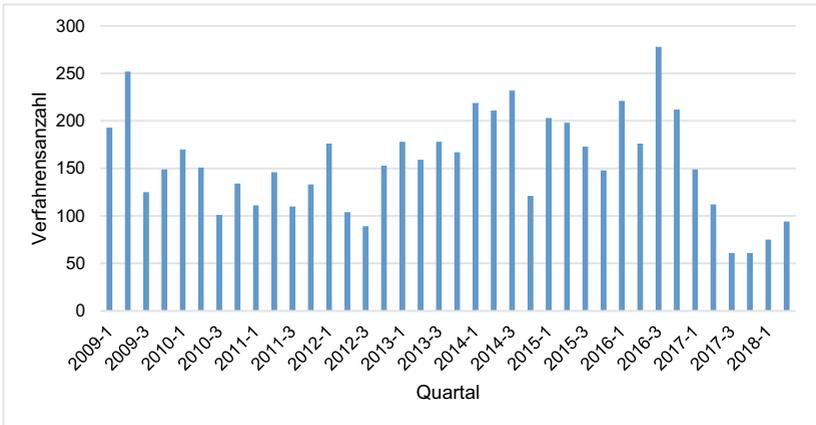
In [Abbildung 3.11](#) zeigt sich, dass die Verfahrenszahl Schwankungen unterlegen ist. Die mittlere Anzahl an Verfahren je Quartal liegt bei 241 mit einer Standardabweichung von 76,36. Der Minimalwert liegt bei 117, das Maximum bei 436. Für ein einfaches lineares Regressionsmodell ergibt sich eine Steigung von 0,487, der Zusammenhang ist jedoch nicht signifikant ( $p = 0,677$ ) (siehe Anhang „C“ im elektronischen Zusatzmaterial).



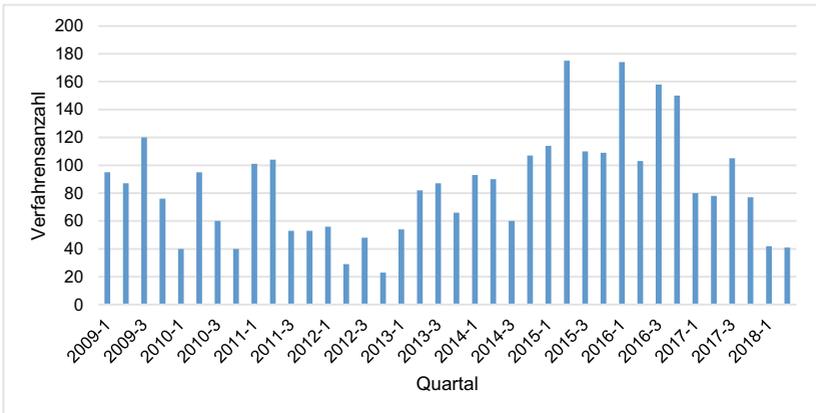
**Abbildung 3.11** Entwicklung der Anzahl des OPS 8–854.3 an der UMG je Quartal. (Quelle: Eigene Darstellung basierend auf Datenexport LORENZO erstellt mit MS Excel 2016)

Werden ausschließlich die Prozeduren auf der Dialyseabteilung berücksichtigt, liegt die mittlere Anzahl an Verfahren je Quartal bei 155,87 mit einer Standardabweichung von 51,35. Der Minimalwert liegt bei 61, das Maximum bei 278. [Abbildung 3.12](#) zeigt die Entwicklung im Zeitverlauf. Wird ein Regressionsmodell herangezogen, so ergibt sich kein signifikanter Zusammenhang ( $p = 0,600$ ). Die Steigung der Regressionsgerade liegt bei  $-0,4115$  (siehe Anhang „C“ im elektronischen Zusatzmaterial).

Die Anzahl der Prozeduren auf Intensivstationen liegt je Quartal im Mittel bei 85,13, wobei die Standardabweichung bei 37,29 liegt. Die beobachteten Extremwerte liegen bei 23 bzw. 175. Es zeigt sich auch hier, dass kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Verfahrensanzahl und dem betrachteten Quartal besteht ( $p = 0,109$ ) ([Abbildung in Anhang „C“ im elektronischen Zusatzmaterial](#)). Die Steigung der Anpassungsgerade liegt bei 0,8985. [Die Abbildung 3.13](#) zeigt die Entwicklung im Zeitverlauf.



**Abbildung 3.12** Entwicklung der Anzahl des OPS 8–854.3 auf der Dialyseabteilung der UMG je Quartal. (Quelle: Eigene Darstellung basierend auf Datenexport LORENZO erstellt mit MS Excel 2016)

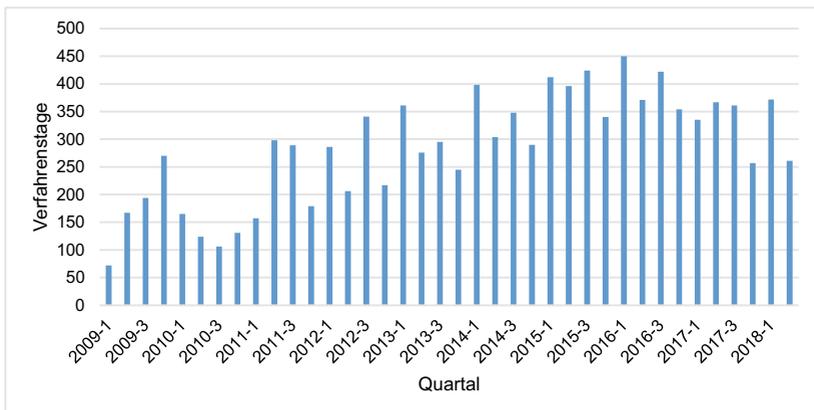


**Abbildung 3.13** Entwicklung der Anzahl des OPS 8–854.3 außerhalb der Dialyseabteilung der UMG je Quartal. (Quelle: Eigene Darstellung basierend auf Datenexport LORENZO erstellt mit MS Excel 2016)

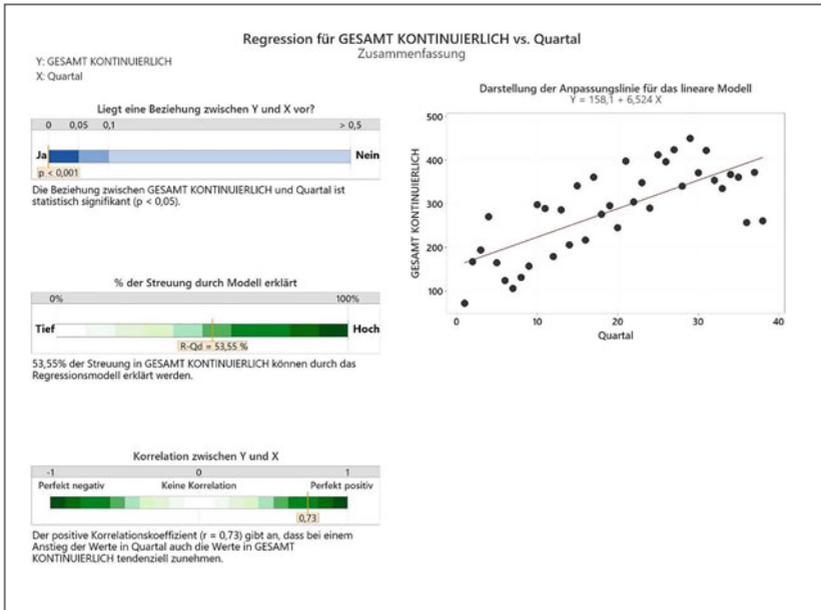
### 3.3.3 Kontinuierliche Verfahren

#### 3.3.3.1 Überblick

Insgesamt wurden im Erhebungszeitraum 10.841 intermittierende Verfahren (bzw. im vorliegenden Fall Verfahrenstage) kodiert, welche sich auf neun OPS-Kodes verteilen. Drei dieser Verfahren nehmen davon rund 99,60 % Prozent der Kodierungen ein. Dies sind die OPS-Kodes 8–854.70 (6.567 bzw. 60,59 %), 8–853.70 (2.898 bzw. 26,73 %) und 8–854.60 (1.333 bzw. 12,30 %). Die übrigen sechs OPS-Kodes verursachen 43 Kodierungen (0,40 %). Da die kontinuierlichen Verfahren nur auf Intensivstationen stattfinden können, beziehen sich die Auswertungen der OPS-Kodes ausschließlich auf die Verfahrenstage auf Intensivstationen. Über alle kontinuierlichen Verfahrenstage ergibt sich eine mittlere Anzahl je Quartal von 285,29 mit einer Standardabweichung von 97,77. Der Minimalwert liegt bei 72, das Maximum bei 450. Abbildung 3.14 zeigt die Entwicklung der Kodierungen und Abbildung 3.15 das Ergebnis einer linearen Regression. Die Steigung der Regressionsgrade liegt bei 6,524, der Korrelationskoeffizient bei 0,73. Der Zusammenhang ist signifikant mit  $p < 0,001$ .



**Abbildung 3.14** Entwicklung der Anzahl kontinuierlicher Verfahrenstage an der UMG je Quartal. (Quelle: Eigene Darstellung basierend auf Datenexport LORENZO erstellt mit MS Excel 2016)

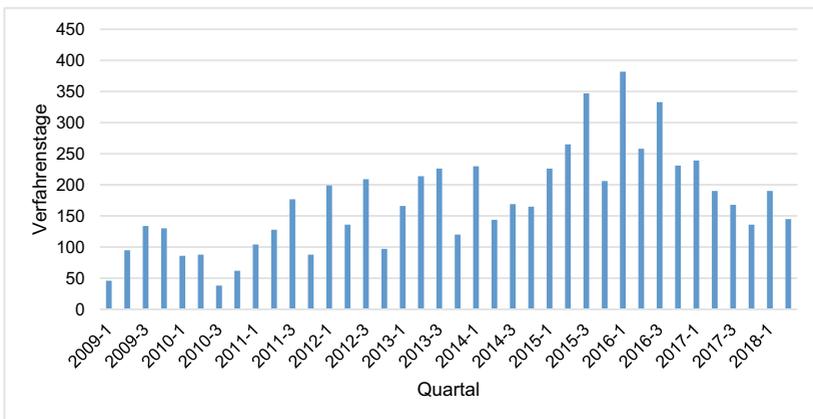


**Abbildung 3.15** Lineare Regression zur Entwicklung kontinuierlicher Verfahrenstage an der UMG. (Quelle: Eigene Darstellung basierend auf Datenexport LORENZO erstellt mit Minitab 21)

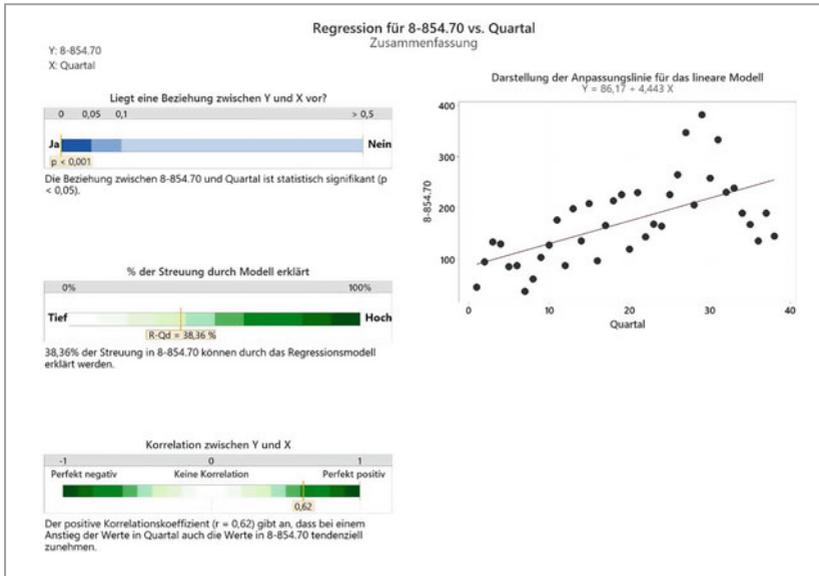
Wie bei den intermittierenden Verfahren ergaben die Mittelwertvergleiche der einzelnen Quartalsdaten keine signifikanten Zusammenhänge. Auch hier scheinen Saisoneffekte – sofern sie vorliegen – im Rahmen der Mittelwertvergleiche von Trendeffekten überlagert zu werden. Die detaillierten Ergebnisse der Mittelwertvergleiche finden sich ebenfalls in Anhang „D“ im elektronischen Zusatzmaterial.

### 3.3.3.2 OPS 8–854.70

Die CVVHD mit einer Antikoagulation mittels sonstigen Substanzen (bis 24 Stunden) wurde je Quartal im Mittel 172,82-mal durchgeführt. Das Minimum liegt bei 38, das Maximum bei 382. Die Standardabweichung beträgt 78,67. In Abbildung 3.16 wird die Entwicklung im Zeitverlauf dargestellt. In einem linearen Regressionsmodell ergibt sich eine Steigung von 4,443, also eine Zunahme von ca. 4,44 Verfahrenstagen je Quartal. Der Zusammenhang ist signifikant mit  $p < 0,001$ . Es lassen sich insgesamt 38,36 % der Streuung der Behandlungszahlen mit der zeitlichen Entwicklung erklären (R-Qd). Die Korrelation zwischen der Zeitangabe der Quartale und den Behandlungszahlen liegt bei 0,62 (r). Die Abbildung 3.17 zeigt die Ergebnisse des linearen Regressionsmodells auf.



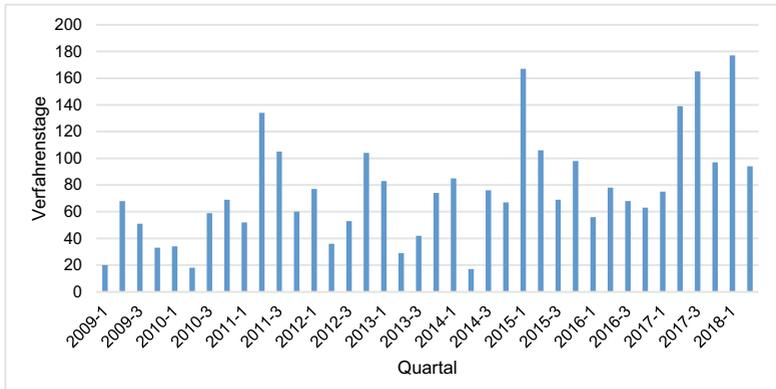
**Abbildung 3.16** Entwicklung der Anzahl des OPS 8–854.70 (Verfahrenstage) an der UMG je Quartal. (Quelle: Eigene Darstellung basierend auf Datenexport LORENZO erstellt mit MS Excel 2016)



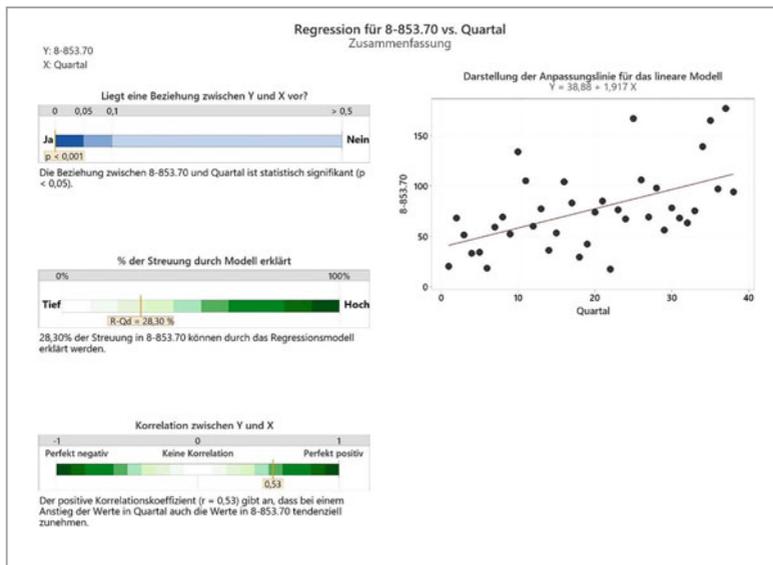
**Abbildung 3.17** Lineare Regression zur Entwicklung des OPS 8–854.70 an der UMG. (Quelle: Eigene Darstellung basierend auf Datenexport LORENZO erstellt mit Minitab 21)

**3.3.3.3 OPS 8–853.70**

Die Ergebniswerte der CVVH mit Heparin oder ohne Antikoagulation (bis 24 Stunden) liegen je Quartal liegt bei 76,26 mit einer Standardabweichung von 39,52 (Abbildung 3.18). Der Minimalwert liegt bei 17, das Maximum bei 177. Für ein lineares Regressionsmodell ergibt sich eine Steigung der Anpassungsgeraden von 1,917, also eine Zunahme von ca. 1,92 Verfahren je Quartal. Der Zusammenhang ist signifikant mit  $p < 0,001$ . Die Korrelation zwischen der Zeitangabe der Quartale und den Behandlungszahlen liegt bei 0,53 (r). Die Abbildung 3.19 zeigt die Ergebnisse des linearen Regressionsmodells auf.



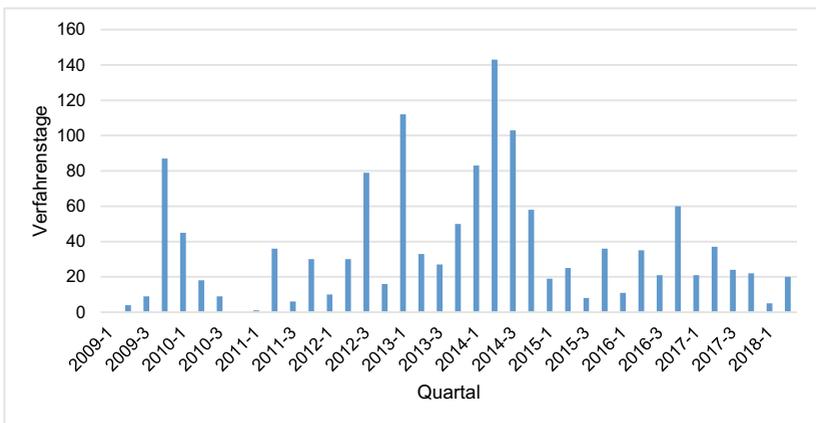
**Abbildung 3.18** Entwicklung der Anzahl des OPS 8–853.70 (Verfahrenstage) an der UMG je Quartal. (Quelle: Eigene Darstellung basierend auf Datenexport LORENZO erstellt mit MS Excel 2016)



**Abbildung 3.19** Lineare Regression zur Entwicklung des OPS 8–853.70 an der UMG. (Quelle: Eigene Darstellung basierend auf Datenexport LORENZO erstellt mit Minitab 21)

### 3.3.3.4 OPS 8–854.60

Die CVVHD mit Heparin oder ohne Antikoagulation (bis 24 Stunden) wurde je Quartal im Mittel 35,08-mal je Quartal durchgeführt. Das Minimum liegt bei null, das Maximum bei 143. Die Standardabweichung beträgt 33,35. In Abbildung 3.20 wird die Entwicklung im Zeitverlauf dargestellt. In einem linearen Regressionsmodell ergibt sich eine Steigung von 0,2297. Hierbei ist jedoch festzuhalten, dass kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Anzahl der Verfahren und dem Quartal der Durchführung besteht ( $p = 0,652$ ). Die Ergebnisse der Regressionsanalyse finden sich in Anhang „C“ im elektronischen Zusatzmaterial.



**Abbildung 3.20** Entwicklung der Anzahl des OPS 8–854.60 (Verfahrenstage) an der UMG je Quartal. (Quelle: Eigene Darstellung basierend auf Datenexport LORENZO erstellt mit MS Excel 2016)

## 3.4 Diskussion

### 3.4.1 Verfahrensentwicklung

In den Ergebnissen wurde deutlich, dass die Verfahrenszahlen Schwankungen unterlegen sind und nicht generell über alle bzw. für sämtliche OPS-Kodes einheitliche Trends in der Verfahrenszahlentwicklung vorliegen. Außerdem muss stets beachtet werden, dass die Diskussion der Anzahl von durchgeführten OPS-Kodes teils an Grenzen stößt. So lässt die absolute Anzahl an OPS-Kodes

keine direkten Rückschlüsse auf die resultierenden Kosten für Materialien, Medikamente sowie die zeitliche Auslastung des Personals zu, da unterschiedliche Verfahren unterschiedliche Aufwendungen bzw. Auslastungen verursachen. Weiterhin sind die Auswirkungen auf den Erlös nicht eindeutig, da erstens nicht jedes durchgeführte Verfahren einen zusätzlichen Erlös generiert (Basis-DRGs L60, L71) und zweitens nicht jedes Verfahren den gleichen Erlös generiert (differenzierte Zusatzentgelte). Folglich muss die Entwicklung der Verfahren so weit möglich auch differenziert betrachtet werden.

Insgesamt soll – in Vorbereitung einer vergleichenden Diskussion – die Entwicklung an der Universitätsmedizin Greifswald zusammenfassend dargestellt und gewertet werden. Hierbei ist es wichtig darzustellen, welche Verfahren signifikante Rückgänge bzw. Zuwächse im Zeitverlauf verbucht haben. Aber auch nicht signifikante Ergebnisse sind zu berücksichtigen, da diese darauf schließen lassen, dass die zeitliche Entwicklung nicht als Einflussparameter definiert werden kann, jedoch andere Einflussparameter vorliegen könnten. Tabelle 3.4 zeigt die Ergebnisse der linearen Regressionen für die untersuchten Bereiche auf.

Es wird ersichtlich, dass sich die Gesamtanzahl an Verfahren bzw. Verfahrenstagen an der Universitätsmedizin Greifswald nicht signifikant verändert hat. Vielmehr scheint die Gesamtanzahl auf einem relativ konstanten Niveau zu verweilen. Ursächlich hierfür kann sein, dass sich in den betrachteten Jahren die Fallzahlen nicht maßgeblich verändert haben. So lag die Zahl stationärer Fall im Jahr 2010 bei 36.420 und Jahr 2019 bei 35.680.<sup>8,9</sup> Wird jedoch das Set an Leistungen betrachtet, so wird deutlich, dass Diskussionsansätze in den Bereichen der Verfahrensarten, dem Behandlungsort sowie der Art der Antikoagulation bestehen.

Im Bereich des Vergleichs der Verfahrensarten wird ersichtlich, dass intermittierende Verfahren Rückgänge verzeichnen während kontinuierliche Verfahren steigende Verfahrenstage aufweisen. Dies deutet auf eine Verschiebung der Leistungen hin zu Intensivstationen. Unterstützt wird dieser Umstand bei der Betrachtung der intermittierenden Verfahren nach Behandlungsort. Hier wird deutlich, dass Verfahren auf der Dialyseabteilung deutlich stärker abnehmen als Verfahren auf Intensivstationen. Betrachtet man die Art der Antikoagulation, also „mit Heparin oder ohne Antikoagulation“ bzw. „Antikoagulation mit sonstigen Substanzen“ wird deutlich, dass die Verfahren mit sonstigen Substanzen bei intermittierenden Verfahren keinen bzw. geringen Veränderungen

---

<sup>8</sup> Vgl. Universitätsmedizin Greifswald 2012, S. 1.

<sup>9</sup> Vgl. Universitätsmedizin Greifswald 2021, S. 2.

**Tabelle 3.4** Anpassungsgraden der linearen Regression der Behandlungszahlen an der UMG

Bereich	Anpassungsgrade ( $x =$ Quartal, mit Q1-2009 gleich 1)	p (* = signifikant)	Korrelationskoeffizient
Anzahl Gesamtverfahren	$+0,065x + 1006$	0,978	0,00
Anzahl intermittierende Verfahren	$-6,459x + 847,7$	$<0,001^*$	-0,53
Anzahl 8-854.2	$-7,459x + 606,2$	$<0,001^*$	-0,66
Anzahl 8-854.2 innen	$-5,877x + 479,4$	$<0,001^*$	-0,63
Anzahl 8-854.2 außen	$-1,582x + 126,8$	$0,009^*$	-0,42
Anzahl 8-854.3	$+0,487x + 231,5$	0,677	+0,07
Anzahl 8-854.3 innen	$-0,4115x + 163,9$	0,600	-0,09
Anzahl 8-854.3 außen	$+0,8985x + 67,61$	0,109	+0,26
Anzahl kontinuierlicher Verfahrenstage	$+6,524x + 158,1$	$<0,001^*$	+0,73
Anzahl 8-854.70	$+4,443x + 86,17$	$<0,001^*$	+0,62
Anzahl 8-853.70	$+1,917x + 38,88$	$<0,001^*$	+0,53
Anzahl 8-854.60	$+0,2297x + 30,60$	0,652	+0,08

Quelle: Eigene Darstellung

unterlegen sind, Verfahren mit Heparin oder ohne Antikoagulation jedoch signifikant rückläufig sind. Im Bereich der kontinuierlichen Verfahren zeigen die Verfahren mit sonstigen Substanzen ein signifikantes Wachstum. Folglich können für das Behandlungsspektrum an der Universitätsmedizin Greifswald folgende Entwicklungsaspekte festgehalten werden.

1. Verfahren finden vermehrt auf Intensivstationen statt (Zunahme kontinuierlicher Verfahrenstage bzw. geringerer Rückgang bei intermittierenden Verfahren auf Intensivstationen).

2. Während intermittierende Verfahrenszahlen tendenziell rückläufig sind, nimmt die Anzahl an Verfahrenstagen von kontinuierlichen Verfahren zu.
3. Es zeigt sich bei intermittierenden sowie bei kontinuierlichen Verfahren eine Verschiebung der Antikoagulationsart von „Heparin oder ohne Antikoagulation“ hin zu „sonstigen Substanzen“. Dies begründet sich im Bereich der intermittierenden Verfahren durch einen stärkeren Rückgang bei der Antikoagulation mit „Heparin oder ohne Antikoagulation“. Bei kontinuierlichen Verfahren ist ein stärkerer Anstieg der Verfahren mit der Antikoagulation „mit sonstigen Substanzen“ zu beobachten.

Fraglich ist, ob diese drei beschriebenen Trends einem deutschlandweiten Trend folgen oder ob es sich um Eigenarten an der Universitätsmedizin Greifswald handelt. Weiterhin ist fraglich ob das Leistungsportfolio an der Universitätsmedizin Greifswald dem allgemeinen bundesweiten Portfolio entspricht. Im Folgenden sollen somit die Gesamtentwicklung der Verfahrenszahlen, die Verteilung auf die jeweiligen OPS-Kodes sowie die relativen Behandlungsanteile vergleichend diskutiert werden.

## **3.4.2 Vergleich zu bundesweiten Verfahrenszahlen**

### **3.4.2.1 Gesamtverfahrenszahlen**

Tabelle 3.5 zeigt die Anzahl der Gesamtverfahren bzw. Verfahrenstage an der UMG und über alle stationären Fälle in Deutschland.

Es wird deutlich, dass im Betrachtungszeitraum im Jahr 2016 in Deutschland die meisten Verfahren bzw. Verfahrenstage durchgeführt wurden. Die geringsten Zahlen waren im Jahr 2010 zu beobachten. Somit kann festgestellt werden, dass die Jahre der beobachteten Minima sowie Maxima deckungsgleich sind, wobei die relativen Schwankungen an der UMG deutlich größer erscheinen. Insgesamt lassen beide Datenreihen keinen stetigen Trend erkennen.

Es ist jedoch festzuhalten, dass die Schwankungen der Zahlen an der Universitätsmedizin Greifswald höher ausgeprägt sind als die Schwankungen der gesamtdeutschen Werte. Wird beispielhaft für den Zeitraum 2010 bis 2018 der Variationskoeffizient herangezogen, so liegt dieser bundesweit bei 0,024 und an der Universitätsmedizin bei 0,115. Die Behandlungszahlen an der Universitätsmedizin scheinen durch mögliche Fallzahl- und Verweildauerschwankungen aber auch durch weitere externe Faktoren beeinflusst zu sein. Bezugnehmend auf die

**Tabelle 3.5** Vergleich gesamter Verfahrenszahlen bzw. Verfahrenstage (Deutschland gesamt vs. UMG)

Jahr	Deutschland	UMG	Anteil UMG an Gesamtverfahren
2009	keine Daten	4506	–
2010	824593,5	3351	0,41 %
2011	853505	3703	0,43 %
2012	859983	4087	0,48 %
2013	859407	4019	0,47 %
2014	858541	4257	0,50 %
2015	871798,5	4316	0,50 %
2016	894465,5	4735	0,53 %
2017	891193	3658	0,41 %
2018	887290	3270*	0,37 %
2019	879966	Keine Daten	–

\* Hochrechnung aus Q1 und Q2

Quelle: Eigene Darstellung basierend auf Datenexport LORENZO sowie reimbursement.info.

Anteile der UMG an den deutschlandweiten Zahlen zeigt sich, dass die Universitätsmedizin Greifswald zwischen 0,37 und 0,50 % des deutschlandweiten stationären Leistungsaufkommen erbringt.

Wird die Entwicklung kontinuierlicher und intermittierender Verfahren detaillierter betrachtet, so zeigte sich in der quartalsbezogenen Auswertung eine gegenläufige Entwicklung. Hierbei wurde festgehalten, dass kontinuierliche Verfahren zunehmend an Behandlungszahlen gewinnen, während die Anzahl intermittierender Verfahren rückläufig ist. Tabelle 3.6 zeigt die Verfahrensentwicklung deutschlandweit sowie für die Universitätsmedizin Greifswald auf.

Wird die Verfahrensentwicklung der intermittierenden Verfahren betrachtet, so wird deutlich, dass deutschlandweit seit 2011 ein Rückgang der Behandlungszahlen zu verzeichnen ist. Der Trend eines Rückgangs konnte in der Quartalsauswertung mittels Regressionsanalyse ebenfalls für die UMG festgehalten werden. Ursächlich hierfür kann bei diesen zumeist interkurrenten Fällen beispielsweise der Rückgang der Verweildauern der zugrundeliegenden DRGs sein. Die gegenteilige Entwicklung liegt bei den kontinuierlichen Verfahren vor. Hier ist deutschlandweit seit 2010 ein stetiges Wachstum zu erkennen. Dieser Trend einer Leistungszunahme war an der UMG ebenfalls signifikant in der Quartalsauswertung nachweisbar. Somit kann geschlossen werden, dass die

**Tabelle 3.6** Vergleich intermittierender Verfahrenszahlen bzw. kontinuierlicher Verfahrenstage (Deutschland gesamt vs. UMG)

Jahr	intermittierend Deutschland (Anzahl)	intermittierend UMG (Anzahl)	Anteil UMG	kontinuierlich Deutschland (Verfahrenstage)	kontinuierlich UMG (Verfahrenstage)	Anteil UMG
2009	627051	3803	0,61 %	–	703	–
2010	630677	2825	0,45 %	193916,5	526	0,27 %
2011	637208	2780	0,44 %	216297	923	0,43 %
2012	630954	3037	0,48 %	229029	1050	0,46 %
2013	626341	2842	0,45 %	233066	1177	0,51 %
2014	621575	2917	0,47 %	236966	1340	0,57 %
2015	615032	2744	0,45 %	256766,5	1572	0,61 %
2016	614321	3138	0,51 %	280144,5	1597	0,57 %
2017	599661	2338	0,39 %	291532	1320	0,45 %
2018	590782	2004*	0,34 %	296508	1266*	0,43 %
2019	582232	–	–	297734	–	–

\* Hochrechnung aus Q1 und Q2

Quelle: Eigene Darstellung basierend auf Datenexport LORENZO sowie reimbursement.info.

Verschiebung des Leistungsaufkommens von intermittierenden Verfahren zu kontinuierlichen Verfahren auf Intensivstationen an der UMG den deutschlandweiten Entwicklungen entspricht.

### 3.4.2.2 Relative Prozedurenanteile

An der Universitätsmedizin Greifswald zeigte sich basierend auf der Regressionsanalyse eine Verschiebung hin zu Prozeduren mit der Antikoagulation mit sonstigen Substanzen. Weiterhin wurde im Rahmen der Auswertung deutlich, dass fünf Prozeduren knapp 97,9 % aller Kodierungen verursachen. Im Folgenden soll daher beleuchtet werden, ob diese Verteilung dem deutschlandweiten Schnitt entspricht oder ob sich das Leistungsportfolio maßgeblich unterscheidet. Tabelle 3.7 zeigt die relativen Behandlungsanteile aller OPS-Kodes auf, die an der UMG oder im deutschen Mittel zwischen den Jahren 2010 und 2018 jemals mehr als 1 % der Gesamtverfahren verursacht haben. Weitere Verfahren werden unter dem Posten „Sonstige“ zusammengefasst.

In Tabelle 3.7 und Tabelle 3.8 sind jeweils die relativen Anteile der Verfahren dargestellt, wobei bei kontinuierlichen Verfahren wiederum die umgerechnete Anzahl an Verfahrenstagen herangezogen wird. Die Tabelle zeigt jeweils die

OPS-Viersteller. Neben den relativen Anteilen wird je Jahr und OPS noch die Abweichung zwischen Verfahren an der UMG und den deutschlandweiten Verfahren dargestellt. Liegt der Verfahrensanteil an der UMG mehr als 50 % über bzw. unter den deutschlandweiten Werten, so sind die Abweichungen grün bzw. orange hinterlegt. Weiterhin sind zur besseren Unterscheidung der Verfahren kontinuierliche Verfahren kursiv und Verfahren mit der Antikoagulation mit sonstigen Substanzen fett dargestellt.

Die Tabelle zeigt deutlich, dass die Verfahrensanteile an der Universitätsmedizin Greifswald deutlich vom deutschlandweiten Schnitt abweichen. So ist besonders auffällig, dass die Verfahrensart der Hämodiafiltration (8–855) an der Universitätsmedizin Greifswald deutlich geringere Behandlungsanteile erreicht als im deutschlandweiten Durchschnitt. Das meistdurchgeführte Verfahren der HDF nimmt in Greifswald im Jahr 2010 einen Anteil von 0,95 % ein, während deutschlandweit der Anteil des identischen OPS im Betrachtungszeitraum bei maximal 8,66 % lag (2018).

Weiterhin ist ersichtlich, dass insbesondere die intermittierende Hämodialyse mit der Antikoagulation mit sonstigen Substanzen deutlich erhöhte Verfahrensanteile aufzeigt. Gleiches – wenn auch ab nicht so stark ausgeprägt – gilt für die kontinuierliche Hämodialyse und Antikoagulation mit sonstigen Substanzen.

Im Bereich der kontinuierlichen Hämofiltration ist ersichtlich, dass die Anteile an der Universitätsmedizin im Betrachtungszeitraum stets über den Anteilen im deutschlandweiten Durchschnitt liegen.

Die Flächendiagramme in Abbildung 3.21 und Abbildung 3.22 zeigen die Entwicklungen in Deutschland und an der Universitätsmedizin Greifswald basierend auf den Werten aus Tabelle 3.7 auf. Hierbei wird den Verfahren der Hämofiltration die Farbe Blau, der Hämodialyse die Farbe Grün und der Hämodiafiltration die Farbe Gelb zugeordnet. Verfahren – gleich welcher Verfahrensart – mit sehr geringen Behandlungsanteilen werden wiederum als „sonstig“ in Rot zusammengefasst. Ferner zeigt ein schraffierter Hintergrund kontinuierliche Verfahrenstage an. Sind einzelne Flächen gestrichelt umrandet, so zeigt dies die Antikoagulation mit sonstigen Substanzen.

Für Deutschland zeigt sich, dass die HD die bedeutendste Verfahrensart ist, gefolgt von der HDF und der HF. Im Verlauf der Jahre scheint die HDF leicht an Bedeutung gewonnen zu haben, während die Anteile der HF leicht rückläufig sind. Bezogen auf die Frage nach intermittierender oder kontinuierlicher Durchführung gewinnen die kontinuierlichen Verfahren an Bedeutung, wobei den meisten Zugewinn die CVVHD verzeichnet. Auch die Antikoagulation mit sonstigen Substanzen ist zunehmend, wobei dies in den deutschlandweiten Daten vorrangig innerhalb kontinuierlicher Verfahren geschieht. Zusammengefasst und

**Tabelle 3.7** Vergleich von Verfahrensanteilen im Zeitraum 2010–2018 nach OPS-Kode – Teil I (Deutschland gesamt vs. UMG)

OPS	D/UMG	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
8-853.3	D	1,92%	1,64%	1,49%	1,59%	1,54%	1,45%	1,41%	1,24%	1,03%
	UMG	0,03%	0,08%	0,07%	0,15%	0,09%	0,05%	0,08%	0,05%	0,00%
	Abw.	-98%	-95%	-95%	-91%	-94%	-97%	-94%	-96%	-100%
8-853.7	D	4,75%	4,34%	3,79%	3,54%	3,19%	3,05%	2,43%	1,88%	1,76%
	UMG	5,37%	9,51%	6,61%	5,67%	5,76%	10,19%	5,60%	13,01%	16,57%
	Abw.	13%	119%	74%	60%	80%	234%	130%	592%	841%
8-853.8	D	1,03%	1,20%	1,40%	1,37%	1,52%	1,54%	1,81%	1,93%	1,92%
	UMG	0,00%	0,03%	0,00%	0,02%	0,00%	0,00%	0,00%	0,03%	0,12%
	Abw.	-100%	-98%	-100%	-98%	-100%	-100%	-100%	-99%	-94%
8-854.2	D	60,73%	58,78%	57,00%	55,01%	53,94%	52,43%	50,25%	49,22%	48,63%
	UMG	58,52%	50,74%	56,79%	44,94%	41,25%	32,99%	33,94%	40,57%	38,53%
	Abw.	-4%	-14%	0%	-18%	-24%	-37%	-32%	-18%	-21%
8-854.3	D	4,32%	4,20%	4,39%	4,43%	4,39%	4,11%	4,22%	4,30%	4,04%
	UMG	23,60%	21,90%	16,59%	24,16%	26,61%	28,50%	31,09%	19,76%	15,41%
	Abw.	446%	422%	278%	445%	507%	594%	636%	359%	281%
8-854.4	D	2,47%	2,84%	2,91%	2,93%	3,25%	2,96%	2,80%	2,83%	2,72%
	UMG	0,03%	0,05%	0,02%	0,17%	0,05%	0,88%	0,04%	1,45%	6,54%
	Abw.	-99%	-98%	-99%	-94%	-99%	-70%	-98%	-49%	140%
8-854.6	D	4,40%	4,30%	4,10%	4,34%	4,13%	4,21%	4,45%	4,26%	4,53%
	UMG	2,15%	1,97%	3,30%	5,52%	9,09%	2,04%	2,68%	2,84%	1,53%
	Abw.	-51%	-54%	-19%	27%	120%	-52%	-40%	-33%	-66%
8-854.7	D	5,66%	7,39%	8,48%	9,39%	10,31%	11,85%	13,93%	14,96%	15,64%
	UMG	8,18%	13,42%	15,68%	18,06%	16,63%	24,19%	25,43%	20,04%	20,49%
	Abw.	44%	82%	85%	92%	61%	104%	83%	34%	31%
8-854.8	D	0,09%	0,12%	0,18%	0,15%	0,16%	0,26%	0,28%	0,17%	0,12%
	UMG	0,51%	1,46%	0,17%	0,67%	0,07%	0,42%	0,87%	1,20%	0,31%
	Abw.	484%	1099%	-3%	348%	-56%	61%	215%	624%	159%

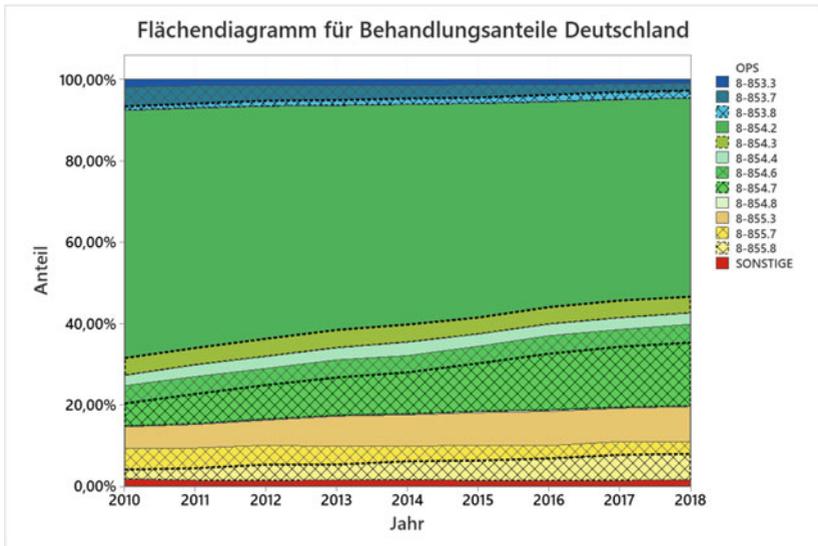
Quelle: Eigene Darstellung basierend auf Datenexport LORENZO sowie reimbursement.info

unter Vernachlässigung von geringfügigen prozentualen Veränderungen, scheint im Zeitverlauf die Verschiebung des Behandlungsportfolios von der intermittierenden

**Tabelle 3.8** Vergleich von Verfahrensanteilen im Zeitraum 2010–2018 nach OPS-Kode – Teil 2 (Deutschland gesamt vs. UMG)

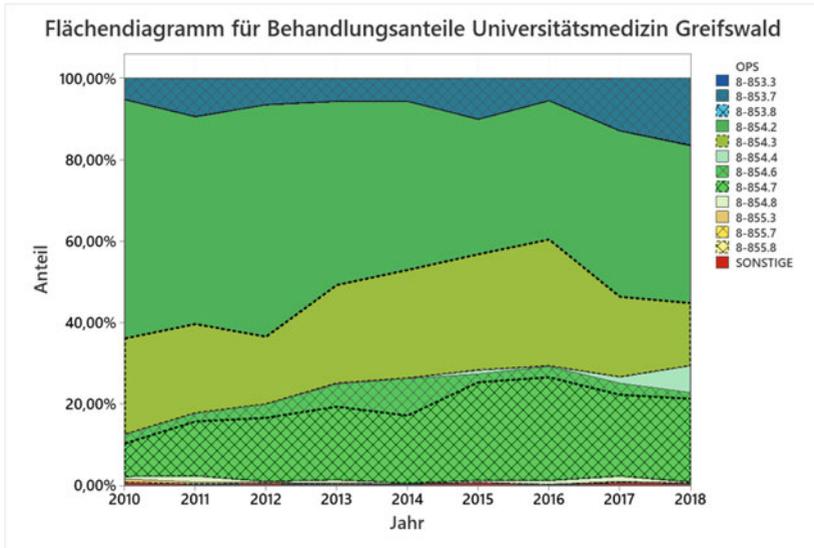
OPS	D/UMG	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
8-855.3	D	5,36%	5,78%	6,15%	7,42%	7,66%	8,08%	8,42%	8,20%	8,66%
	UMG	0,95%	0,54%	0,27%	0,40%	0,16%	0,12%	0,13%	0,30%	0,00%
	Abw.	-82%	-91%	-96%	-95%	-98%	-99%	-98%	-96%	-100%
8-855.7	D	5,16%	4,97%	4,77%	4,45%	3,75%	3,72%	3,15%	3,25%	2,96%
	UMG	0,00%	0,00%	0,10%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,03%	0,00%
	Abw.	-100%	-100%	-98%	-100%	-100%	-100%	-100%	-99%	-100%
8-855.8	D	2,37%	3,03%	3,94%	3,92%	4,61%	4,98%	5,47%	6,33%	6,53%
	UMG	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,11%	0,00%
	Abw.	-100%	-100%	-100%	-100%	-100%	-100%	-100%	-98%	-100%
Sonst.	D	1,74%	1,42%	1,40%	1,45%	1,55%	1,36%	1,39%	1,42%	1,46%
	UMG	0,66%	0,30%	0,39%	0,22%	0,28%	0,63%	0,15%	0,60%	0,49%
	Abw.	-62%	-79%	-72%	-85%	-82%	-54%	-89%	-58%	-66%

Quelle: Eigene Darstellung basierend auf Datenexport LORENZO sowie reimbursement.info



**Abbildung 3.21** Flächendiagramm der Verfahrensanteile in Deutschland im Zeitraum 2010 bis 2018. (Eigene Darstellung basierend auf Datenexport reimbursement.info erstellt mit Minitab 21)

Hämodialyse mit Heparin oder ohne Antikoagulation (8–854.2) hin zur kontinuierlichen Hämodialyse mit Antikoagulation mit sonstigen Substanzen (8–854.7) auffällig und vorrangig.



**Abbildung 3.22** Flächendiagramm der Verfahrensanteile an der UMG im Zeitraum 2010 bis 2018. (Eigene Darstellung basierend auf Datenexport LORENZO erstellt mit Minitab 21)

Verglichen mit den deutschlandweiten Anteilen zeigt sich, dass an der Universitätsmedizin Greifswald der Anteil der Hämodialyseverfahren deutlich ausgeprägter ist, während die Verfahren der Hämodiafiltration kaum Relevanz besitzen. Weiterhin wird deutlich, dass Verfahren der Antikoagulation mit sonstigen Substanzen teils große Anteile erreichen, wobei festgehalten werden muss, dass ab 2017 geringere Zahlen ausgewiesen werden. Ferner ist aber 2018 eine Tendenz zu verlängert intermittierenden Verfahren zu erkennen (8–854.4). Im Bereich der Hämodiafiltration werden fast ausschließlich kontinuierliche Verfahren mit Heparin oder ohne Antikoagulation durchgeführt. Zusammengefasst ergibt sich ein Bild, welches zeigt, dass im intermittierenden Bereich die Hämodialyse die Standardtherapie ist, wobei die Anteile sonstiger Antikoagulation höher liegen als im deutschen Durchschnitt. Bei kontinuierlichen Verfahren wird ersichtlich, dass der Anteil der CVVH deutlich über dem Bundesdurchschnitt liegt.

Der Vergleich der Anteile von HF, HD und HDF; von intermittierenden und kontinuierlichen Verfahren sowie von Verfahren der zwei Antikoagulationsalternativen ist in Tabelle 3.9 aufgeführt. Hierbei sind jeweils die Mittelwerte über die neun Vergleichsjahre sowie die Extremwerte der Jahreseinzelwerte angeführt. Die angegebenen Prozentwerte beziehen – soweit möglich – auch Differenzierungen der sonstigen OPS-Kodes ein.<sup>10</sup>

**Tabelle 3.9** Vergleich von Anteilen nach Verfahrenstyp, Verfahrensart und Antikoagulation (Deutschland vs. UMG)

	Deutschland Mittel (Min–Max) in %	Universitätsmedizin Greifswald Mittel (Min–Max) in %
Anteil HF	6,50 (4,92–8,13)	8,81 (5,40–16,70)
Anteil HD	76,96 (76,18–78,41)	90,71 (83,30–94,15)
Anteil HDF	16,53 (13,46–18,89)	0,48 (0,00–1,61)
Anteil kontinuierlich	28,57 (23,52–33,43)	30,23 (15,70–38,72)
Anteil intermittierend	71,29 (66,64–75,98)	69,70 (61,28–84,30)
Anteil Antikoagulation Heparin oder ohne Antikoagulation	77,52 (70,55–85,24)	57,85 (42,49–67,16)
Anteil Antikoagulation mit sonstigen Substanzen	22,17 (14,17–29,29)	41,44 (32,40–56,64)

Quelle: Eigene Darstellung basierend auf Datenexport LORENZO sowie reimbursement.info

Im Ergebnis wird deutlich, dass relevante Unterschiede bei den Verfahrensarten sowie bei der Antikoagulation bestehen. Somit können für den weiteren Verlauf der Untersuchung folgende Aspekte festgehalten werden:

- 1. Verglichen mit den deutschlandweiten Behandlungsanteilen sind Verfahren der Hämodiafiltration an der Universitätsmedizin Greifswald kaum von Bedeutung.
- 2. Die Universitätsmedizin Greifswald weist einen deutlich höheren Anteil der Antikoagulation mit sonstigen Substanzen auf.

<sup>10</sup> Hinweis: Teils wird die Summe von 100 % bei nicht erreicht. Ursächlich ist, dass bei einigen OPS-Codes (z. B. x., y) keine Aussagen über intermittierend oder kontinuierlich oder die Art der Antikoagulation getroffen werden können.

- 3. Bei der Verteilung zwischen intermittierenden und kontinuierlichen Verfahrensanteilen sind keine maßgeblichen Unterschiede erkennbar.

Während Ursachen für den ersten Aspekt auf Basis der vorliegenden Daten nicht zu begründen sind, lässt sich der zweite Aspekt, also die häufigere Behandlung von Patienten mit einer Antikoagulation mit sonstigen Substanzen, erklären. Da diese Antikoagulation zumeist auf eine regionale Antikoagulation mit Citrat bei blutungsgefährdeten Patienten deutet, zeigt sich somit ein „fallschwereres“ Behandlungsklientel als im Bundesdurchschnitt – ein Umstand der aufgrund der Einstufung als Maximalversorger zu erwarten war. Da aus der Verteilung zwischen kontinuierlichen und intermittierenden Verfahren nicht deutlich wird, wie sich die intermittierenden Verfahren auf Normal- und Intensivstationen verteilen, ist fraglich, welche Schlüsse zum Leistungsportfolio aus dem dritten Aspekt gezogen werden können. Dass die Verteilung aber dem deutschen Durchschnitt entspricht und auch das „Standardverfahren“ der intermittierenden Hämodialyse einen relativ großen Behandlungsanteil einnimmt, kann durch den Umstand bedingt sein, dass die Universitätsmedizin Greifswald neben der Maximalversorgung auch die Grundversorgung im Raum Greifswald abdeckt und keine weiteren Krankenhäuser der Grundversorgung im Umkreis von ca. 20 Straßenkilometern vorgehalten werden.

---

### **3.5 Generierung von Modellannahmen**

Die Auswertung hat gezeigt, dass die Verfahrenszusammensetzung an der Universitätsmedizin Greifswald einerseits nicht in allen Aspekten dem deutschen Mittel entspricht und andererseits teils starken Schwankungen unterlegen ist. Zur Erreichung des Ziels dieser Arbeit ist es jedoch notwendig, unterschiedliche Strukturen, d. h. unterschiedliche Leistungsportfolios zu berücksichtigen. Hierzu sollen Szenarien gebildet werden. Die Ergebnisse sollen Rückschlüsse auf ein durchschnittliches deutsches Krankenhaus zulassen aber auch individuelle Umstände an der Universitätsmedizin Greifswald berücksichtigen können. Gleichzeitig sollen kurzfristige und eventuell externe Einflüsse nicht zur Ergebnisverzerrung führen.

Aus diesen Gründen werden vier Szenarien der Fallzusammensetzung gebildet und im weiteren Verlauf der Arbeit genutzt.

- Szenario 1: „Deutsches Krankenhaus 2019“: In diesem Szenario wird die Fallzusammensetzung in Deutschland von 2019 herangezogen.<sup>11</sup>
- Szenario 2: „Universitätsmedizin Greifswald 2018“: Dieses Szenario bezieht sich auf die Verfahrensanteile des ersten Halbjahres 2018. Es stellt im Zeitverlauf die letzten aus dem LORENZO verfügbaren Daten dar und kennzeichnet sich durch relativ geringe Anteile der Antikoagulation mit sonstigen Substanzen (geringster Anteil seit 2013) und dem höchsten Anteil an kontinuierlichen Verfahrenstagen.
- Szenario 3: „Universitätsmedizin Greifswald 2016“: Das Datenjahr 2016 kennzeichnet sich durch den höchsten erfassten Anteil der Antikoagulation mit sonstigen Substanzen. Es soll somit im Bereich Antikoagulation als eine Art „Extremszenario“ gelten.
- Szenario 4: „Universitätsmedizin Greifswald – Prognosejahr 2019“: Basierend auf den Anpassungsgeraden der Regressionsanalysen sollen die Behandlungszahlen der vier Quartale für das Jahr 2019 prognostiziert, addiert und in relative Anteile überführt werden. Hierfür sind nach vorliegender Definition des Q1-2009 als „Quartal 1“ die Quartale 41 bis 44 heranzuziehen.

Zur Prognose dieser Behandlungszahlen werden die Anpassungsgeraden der Regressionsanalysen herangezogen und die Werte der Quartale 41 (Q1-2019) bis Quartal 44 (Q4-2019) addiert. Die resultierenden Ergebnisse der Prognose finden sich in Tabelle 3.10.

Es wird ersichtlich, dass die zwei angeführten intermittierenden Verfahren in Summe 2.166 Verfahren verursachen, die Gesamtanzahl intermittierender Verfahren jedoch mit 2.293 insgesamt um 127 Verfahren höher liegt. Diese Verfahren werden basierend auf der Verteilung des Jahres 2018 auf die weiteren durchgeführten intermittierenden Verfahren verteilt (113 auf 8–854.4; 9 auf 8–854.5 und 5 auf 8–854.8).

Diese auf den Anpassungsgeraden basierende Abschätzung der Verfahrenszahlen schafft es, kurzfristige Verschiebungen im Leistungsportfolio auszublenken, jedoch werden in Teilen Verfahren, die kurzfristig an Bedeutung gewonnen haben (z. B. 8–854.4) unterschätzt. Die Entwicklung der deutschlandweiten Behandlungsanteile hat jedoch gezeigt, dass die Entwicklung der Verfahrensanteile

---

<sup>11</sup> Hinweis: Die Werte wurden bisher nicht angeführt, da für die Universitätsmedizin Greifswald keine 2019er Vergleichswerte vorlagen.

**Tabelle 3.10** Prognose der Behandlungszahlen 2019 an der UMG basierend auf den Anpassungsgeraden der linearen Regression

Anzahl	Anpassungsgrade	Summe x = 41 bis 44 (Q41 bis Q44) gerundet
Gesamtverfahren	$+0,065x + 1006$	4035
intermittierende Verfahren	$-6,459x + 847,7$	2293
davon 8–854.2	$-7,459x + 606,2$	1157
– davon innen	$-5,877x + 479,4$	919
– davon außen	$-1,582x + 126,8$	238
davon 8–854.3	$+0,487x + 231,5$	1009
– davon innen	$-0,4115x + 163,9$	586
– davon außen	$+0,8985x + 67,61$	423
kontinuierliche Verfahrenstage	$+6,524x + 158,1$	1742*
davon 8–854.70	$+4,443x + 86,17$	1100
davon 8–853.70	$+1,917x + 38,88$	481
davon 8–854.60	$+0,2297x + 30,60$	161

\* Wert von 1741 auf 1742 korrigiert, da Summenwert der einzelnen kontinuierlichen Verfahren 1742 entspricht

Quelle: Eigene Darstellung.

durchaus einer linearen Entwicklung entspricht. Der Einfluss der hier unterschätzten Option 8–854.4 wird jedoch gut durch das Szenario 2 (Universitätsmedizin Greifswald 2018) abgebildet.

**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.





# Prozess- und Kostenanalyse an der Universitätsmedizin Greifswald

# 4

## 4.1 Zielsetzung und Kapitelaufbau

Im Abschnitt 2.2.3 wurde aufgezeigt, dass die Zusatzentgelte für extrakorporale Dialyseverfahren nach Verfahrensart, Dauer und Patientenalter differenzieren. Weiterhin kann durch die OPS-Kodes eine Differenzierung nach der Antikoagulation vorgenommen werden. Eine Kostenanalyse der deutschen Arbeitsgemeinschaft für Klinische Nephrologie (DAGKN) zeigt zusätzlich, dass auch die Art des Gefäßzuganges einen Einfluss auf die Kosten haben kann.<sup>1</sup> Dieses Kapitel soll untersuchen, welchen zeitlichen Aufwand und welche Kosten die einzelnen Dialyseverfahren verursachen und welche Faktoren die Prozesszeiten sowie Material- und Medikamentenkosten maßgeblich beeinflussen.

Als Grundlage dienen hierbei Daten, welche im Rahmen dreier Diplom- sowie einer Seminararbeit an der Universitätsmedizin Greifswald erhoben wurden. Aus diesen werden die Rohdaten sowie die jeweiligen Prozessdefinitionen herangezogen. Bei den vorliegenden Arbeiten handelt es sich um die Diplomarbeit des Verfassers dieser Dissertation mit dem Titel „Personaleinsatz bei stationären intermittierenden Dialyseverfahren“<sup>2</sup>, eine Diplomarbeit mit dem Titel „Materialeinsatz bei stationären intermittierenden Dialyseverfahren am Beispiel der

---

<sup>1</sup> Vgl. Kribben et al. 2004, S. 356 ff.

<sup>2</sup> Krohn 2014.

---

**Ergänzende Information** Die elektronische Version dieses Kapitels enthält Zusatzmaterial, auf das über folgenden Link zugegriffen werden kann  
[https://doi.org/10.1007/978-3-658-41789-5\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-658-41789-5_4).

Universitätsmedizin Greifswald“<sup>3</sup>, eine am Lehrstuhl für Allgemeine Betriebswirtschaftslehre und Gesundheitsmanagement durchgeführte Seminararbeit zum Thema „Personaleinsatzzeiten bei kontinuierlichen Dialyseverfahren“<sup>4</sup> sowie eine Diplomarbeit mit dem Titel „Kostenanalyse bei extrakorporalen kontinuierlichen Dialyseverfahren an der Universitätsmedizin Greifswald“<sup>5</sup>.

Basierend auf den Prozesszeiten aus diesen umfangreichen Zeiterhebungen im Stoppuhrverfahren sowie auf Basis der Kostendaten soll in diesem Teil der Arbeit folgenden Fragen nachgegangen werden:

1. Welche Prozesszeiten verursachen die einzelnen Teilprozesse und welche Einflussfaktoren führen zu höheren oder geringeren Prozesszeiten je Teilprozess?
2. Welche theoretische Verteilungsfunktion lässt sich für die jeweiligen Teilprozesse ermitteln?
3. Welche Prozesszeiten resultieren für die verschiedenen Verfahrensvarianten?
4. Welche Material- und Medikamentenkosten verursachen die verschiedenen Verfahrensoptionen?
5. Wie verändert sich die Homogenität der Prozesszeiten sowie der Gesamtkosten in Abhängigkeit vom Grad der Differenzierung der Verfahrensoptionen?
6. Welche auf Einflussfaktoren basierende Splittingmethodik erscheint aus Sicht der Prozesszeiten bzw. der Gesamtkosten als zielführend?

Zur Beantwortung dieser Fragen werden im folgenden Unterkapitel der Methodik die herangezogenen Datensätze inklusive der Prozessdefinitionen beschrieben. Anschließend erfolgt die Beschreibung der Datenaufbereitung sowie die Beschreibung des Modells der Monte-Carlo-Simulation. Im Bereich der Ergebnisse werden die resultierenden Prozesszeiten sowie Prozesskosten differenziert nach Anzahl der Einflussparameter vorgestellt. Diese Darstellung erfolgt im Bereich der Prozesszeiten getrennt nach Berufsgruppe sowie nach intermittierenden und kontinuierlichen Verfahren, die Auswertung der Verfahrenskosten unterscheidet nach intermittierenden und kontinuierlichen Verfahren. Abschließend erfolgt die Diskussion der Verfahrenszeiten sowie der Verfahrenskosten.

---

<sup>3</sup> Timm 2015.

<sup>4</sup> Harmsen et al. 2015.

<sup>5</sup> Opitz 2016.

## 4.2 Methodik

### 4.2.1 Datensatzbeschreibung

#### 4.2.1.1 Intermittierende Verfahren

##### 4.2.1.1.1 Prozesse und Prozesszeiten

Im Datensatz der Untersuchung „Personaleinsatz bei stationären intermittierenden Dialyseverfahren“<sup>6</sup> wurden im Rahmen einer Fortschrittszeitmessung im Stoppuhrverfahren die Personalzeiten des Dialysepersonals bei 68 Dialysen auf der Dialyseabteilung vollständig beobachtet. Davon entfielen 66 auf die Verfahrensart der Hämodialyse und zwei auf die Hämodiafiltration. In 51 der 68 Dialysen wurde die Antikoagulation mittels Heparin und in 17 Fällen die Antikoagulation mittels Citrat beobachtet. 24 der 68 Verfahren wurden mittels Dialyseshunt und 44 mittels Dialysekatheter durchgeführt, wobei 21 mittels permanentem Demerskatheter und 23 mittels temporärem Shaldonkatheter durchgeführt wurden. Auf Intensivstationen wurden zusätzlich 17 intermittierende Dialysen beobachtet. 16 davon mittels der Antikoagulation mit Heparin, eine mittels Citrat. Der Gefäßzugang erfolgte in zehn Fällen über einen Dialyseshunt, in drei Fällen über einen Dialysekatheter und in vier Fällen über einen direkten Anschluss über den externen Blutkreislauf einer extrakorporalen Membranoxygenierung (ECMO).

In der Arbeit werden die Tätigkeiten der Dialysepflege in Teilprozesse unterteilt. Diese definieren sich zusammengefasst wie folgt, wobei Tätigkeiten wie Handdesinfektionen, An- bzw. Ablegen von Mundschutz und Einweghandschuhen stets enthalten sind:

- Gerätevorbereitung: Anschluss benötigter Materialien, Gerätestart, Eingabe der Patientendaten, Kontrolle des Gerätes und des Aufbaus, bei Verfahren auf externen Stationen zusätzlich Verstauen der Materialien in Transportbehälter sowie Platzierung des Dialysegerätes in Patientennähe
- Anschluss: Aus- und Umkleiden des Patienten, Wiegen, Lagern, Anschluss ans Monitoring, Anschluss mittels Dialysekatheter oder Shunt, Blutprobenentnahme, Anschluss an das Dialysegerät, Einstellungen der Antikoagulation
- Labor: Durchführung aller Blutuntersuchungen am Analysegerät inklusive zugehöriger Wege, bei Einsatz der Antikoagulation mehrmalige Durchführung während Behandlung
- Abschluss: Trennung des Schlauchsystems, Katheterpflege und Blockung bei Abschluss vom Dialysekatheter, Entfernung der Kanülen und Abdrücken

---

<sup>6</sup> Vgl. Krohn 2014, S. 47 ff.

- der Punktionsstellen bei Dialyseshunt, Abschluss vom Monitoring, An- bzw. Umkleiden des Patienten
- Gerätenachbereitung: Abbau Infusomat, Entsorgung benötigter Verbrauchsmaterialien, Start des Gerätereinigungsmodus, Desinfektion des gesamten Arbeitsplatzes, auf externen Stationen zusätzlich Trennung des Dialysegerätes von benötigten Anschlüssen und Platzierung des Gerätes am Lagerort
  - Betreuung: Reaktion auf Gerätealarme, Entnahme von Blutproben, Monitoring, Patientengespräche und Unterstützung
  - Dokumentation: Protokollführung zwischen An- und Abschluss, Dialyseprotokoll, bei Antikoagulation mit Citrat zusätzlich Citratprotokoll
  - Stationsarbeit: Kontrolle von Lagerbeständen, Materialbestellungen, Kontrolle und Einlagerung von Warenlieferungen, Entsorgung, Kontakt zu vor- oder nachgelagerten Behandlungspartnern, Anforderung von Behandlungsunterlagen, Anmeldungen beim Transportdienst, Vorbereitung von Dialyseprotokollen, Archivierung von Patientenakten, Protokollführung, Überprüfung Notfallkoffer, Temperaturkontrollen von Kühleinheiten, Haltbarkeitsprüfung von Verbrauchsmaterialien
  - Wege: Notwendige Wegezeiten für die Leistungserbringung auf Intensivstationen (Wert gibt die Gesamtzeit aller Wegezeiten für eine intermittierende Dialyse an)

Da für jede der 85 beobachteten intermittierenden Dialyseverfahren Informationen zum Behandlungsort, zur Verfahrensart, zur Antikoagulation sowie zum Gefäßzugang vorhanden sind, besteht die Möglichkeit, jeden Teilprozess separiert nach möglichen Einflussparametern auszuwerten. Tabelle 4.1 zeigt den Mittelwert sowie die Standardabweichung der Verfahren auf der Dialyseabteilung für jeden Teilprozess über die alle Beobachtungen sowie getrennt nach den möglichen Einflussparametern. Tabelle 4.2 zeigt die Prozesszeiten bei Verfahren auf Intensivstationen auf Basis der identischen Vorgehensweise.

In den beiden Tabellen wurde bisher keine Angaben zur Stationsarbeit gemacht. Diese ergab sich nach der Erhebungsmethodik aus der Summe aller der Stationsarbeit zuordenbaren Tätigkeiten einer Dialysekraft geteilt durch die Anzahl der durch diese Kraft an diesem Tag vorrangig betreuten Patienten. Der resultierende Wert liegt in Summe bei 2.825 Sekunden je Dialyse mit einer Standardabweichung von 1.501 Sekunden.

Weiterhin erfolgte bei intermittierenden Verfahren auf Intensivstationen keine Übernahme von Tätigkeiten mit Dialysebezug durch das Pflegepersonal der Intensivstationen. Folglich werden keine gesonderten Zeiten dieses Personals berücksichtigt.

**Tabelle 4.1** Prozesszeiten intermittierender Verfahren auf der Dialyseabteilung

Einflussparameter	Gerätevorbereitung in s	Anschluss in s	Labor in s	Abschluss in s	Gerätenachbereitung in s	Betreuung in s	Dokumentation in s	n
Gesamt	Mittelwert	1.387	389	930	678	1.021	721	68
	Standardabweichung	642	272	394	314	818	417	
HD	Mittelwert	1.393	394	918	684	1.016	732	66
	Standardabweichung	651	274	391	312	826	417	
HDF	Mittelwert	1.193	228	1.310	484	1.179	361	2
	Standardabweichung	8	98	411	443	663	288	
Heparin	Mittelwert	1.317	262	918	655	1.044	650	51
	Standardabweichung	630	120	418	315	871	408	
Citrat	Mittelwert	1.599	770	963	748	951	937	17
	Standardabweichung	649	243	321	306	651	377	
Shunt	Mittelwert	1.499	385	1.096	581	980	648	24
	Standardabweichung	645	237	436	276	820	327	
Katheter	Mittelwert	1.327	391	839	731	1.043	762	44
	Standardabweichung	640	291	341	323	825	457	

Quelle: Eigene Darstellung basierend auf Datenerhebung Krohn 2014

**Tabelle 4.2** Prozesszeiten intermittierender Verfahren auf Intensivstationen

Einflussparameter	Gerätevorbereitung in s	Anschluss in s	Labor in s	Abschluss in s	Gerätenachbereitung in s	Betreuung in s	Dokumentation in s	Wege in s	n
Gesamt (HD)	Mittelwert	1.515	978	66	1.020	960	425	1.795	17
	Standardabweichung	570	375	271	399	2.955	249	353	
Heparin	Mittelwert	1.480	1.014	0	1.060	256	394	1.814	16
	Standardabweichung	570	356	0	376	570	220	355	
Citrat	Mittelwert	2.062	405	1.116	381	12.225	924	1.490	1
	Standardabweichung	–	–	–	–	–	–	–	
Shunt	Mittelwert	1.623	1.099	0	1.275	390	363	1.889	10
	Standardabweichung	665	304	0	278	194	170	413	
Katheter	Mittelwert	1.545	679	279	546	3.106	574	1.620	4
	Standardabweichung	368	365	558	218	6.079	348	266	
ECMO	Mittelwert	1.113	975	0	805	0	435	1.716	3
	Standardabweichung	314	506	0	111	0	344	75	

Quelle: Eigene Darstellung basierend auf Datenerhebung Krohn 2014

Im Bereich des Ärztlichen Dienstes sind im Datensatz folgende Prozesse einbezogen.

- Visite, Behandlung: Alle auf der Dialyseabteilung bzw. externen Stationen durchgeführten diagnostischen oder therapeutischen Tätigkeiten am Patienten. Hierbei ist zu beachten, dass die Zeitwerte stets den Bezug „je Dialyse“ haben. Auf der Dialyseabteilung ergibt sich der Zeitwert direkt durch die Beobachtung am Patienten, auf Intensivstationen ergibt er sich aus dem Quotienten der gesamten Visitedauer und der Anzahl der Patienten, bei denen am entsprechenden Tag ein intermittierendes Dialyseverfahren bzw. ein An- bzw. Abschluss bzw. Wechsel eines kontinuierlichen Verfahrens stattgefunden hat.
- Dokumentation (inkl. Überwachung, Organisation): Hierin enthalten sind alle anfallenden administrativen Aufgaben auf der Dialyseabteilung. Die ermittelte Gesamtzeit wird über alle am jeweiligen Tag behandelten Dialysepatienten verteilt.
- Lehre: Während der Studiendurchführung wurden Lehrtätigkeiten am Patientenbett durchgeführt. Um keine Verzerrungen auftreten zu lassen – da der Ärztliche Dienst in diesem Zeitraum für Tätigkeiten auf der Dialyseabteilung zu Verfügung stand – werden diese Zeiten im Folgenden mit in den Prozessblock „Dokumentation“ integriert.
- Konsile: Im Rahmen der Untersuchung wurden ebenfalls Konsile für Dritte erfasst. Diese sollen im Verlauf der weiteren Analyse jedoch keine Beachtung finden.
- Wege: Für Patienten auf Intensivstationen wurde die anteilige Wegezeit berechnet. Methodisch ergibt sich diese wie im Bereich der „Visite, Behandlung“ als Quotienten der Gesamtwegedauer und der Anzahl der Patienten, bei denen am entsprechenden Tag ein intermittierendes Dialyseverfahren bzw. ein An- bzw. Abschluss bzw. Wechsel eines kontinuierlichen Verfahrens stattgefunden hat.

Im Rahmen der Erhebung wurden insgesamt Visiten für 68 Patienten erfasst, davon 53 auf der Dialyseabteilung und 15 auf Intensivstationen. Hierbei ist anzumerken, dass Einflussparameter wie bei der Dialysepflege (Antikoagulation, Gefäßzugang oder Verfahrensart) nicht erhoben wurden. Tabelle 4.3 zeigt die Mittelwerte und Standardabweichungen der relevanten Prozesse.

**Tabelle 4.3** Prozesszeiten des Ärztlichen Dienstes bei intermittierenden Dialyseverfahren

	Visite auf Dialyseabteilung in s	Visite auf Intensivstation in s	Wegezeit in s	Dokumentation in s
Mittelwert in s	498	449	245	1.681
Standardabweichung in s	756	161	52	478
n	53	15	15	68

Quelle: Eigene Darstellung basierend auf Datenerhebung Krohn 2014

#### 4.2.1.1.2 Materialkosten

Im Rahmen der Arbeit „Materialeinsatz bei stationären intermittierenden Dialyseverfahren am Beispiel der Universitätsmedizin Greifswald“<sup>7</sup> wurden die Materialkosten (inklusive Arzneimittel) anhand von internen Kostendaten des Jahres 2013 untersucht. Zur Ermittlung der Gesamtkosten wird die Analyse in sieben Schritte unterteilt, in welchen zuerst die Kosten der Teilprozesse Gerätevorbereitung, Patientenvorbereitung, Patientenanschluss, Patientenüberwachung, Patientenabschluss und Gerätenachbereitung ermittelt wurden. Je Teilprozess different die Analyse zwischen zwei Optionen im Gerätetyp (Fresenius vs. Gambro), der Antikoagulans (Heparin vs. Citrat), dem Gefäßzugang (Katheter vs. Shunt) sowie dem Lumina des Gefäßzugangs (Single-Needle- vs. Double-Needle-Verfahren). Folglich resultieren je Prozessschritt Kostenwerte für 16 Prozessausprägungen. Neben der Erhebung der Kosten der sechs angeführten Prozessschritte erfolgt die Addition von umgelegten Gemeinkosten unabhängig von den 16 Ausprägungen. Im Ergebnis resultieren die in Tabelle 4.4 dargestellten Materialkosten.

Da auf Basis der Verfahrensdaten weder an der Universitätsmedizin Greifswald noch deutschlandweit nach Gerätetyp oder Lumina des Gefäßzugangs differenziert werden kann, wird jeweils das gewichtete Mittel der angeführten Kosten herangezogen. Wie in der zugrundeliegenden Analyse wird von einem Verhältnis von 50:50 zwischen Behandlungen mit den Geräten der Hersteller Fresenius und Gambro ausgegangen. Das Verhältnis von Double-Needle- zu Single-Needle-Verfahren wird mit 70:30 angenommen. Folglich verbleibt bei den Materialkosten einzig die Unterscheidung zwischen Gefäßzugang sowie Antikoagulans mit den in Tabelle 4.5 dargestellten Kostenwerten.

<sup>7</sup> Vgl. Timm 2015, S. 40 ff.

**Tabelle 4.4** Materialkosten der intermittierenden Hämodialyse

Verfahren	Gesamtkosten in €
F-C-K-DN	64,09
F-C-K-SN	66,41
F-C-S-DN	64,24
F-C-S-SN	65,96
F-H-K-DN	44,19
F-H-K-SN	46,52
F-H-S-DN	44,34
F-H-S-SN	46,07
G-C-K-DN	62,61
G-C-K-SN	66,19
G-C-S-DN	62,76
G-C-S-SN	65,75
G-H-K-DN	42,72
G-H-K-SN	46,30
G-H-S-DN	42,87
G-H-S-SN	45,86

F = Fresenius – G = Gambro

H = Heparin – C = Citrat

K = Katheter – S = Shunt

DN = Double-Needle – SN = Single-Needle

Quelle: Eigene Darstellung basierend auf Timm 2015

**Tabelle 4.5** Gewichtete Materialkosten der intermittierenden Hämodialyse

Verfahren	Gesamtkosten in €
C-K	64,24
C-S	64,21
H-K	44,34
H-S	44,31

H = Heparin – C = Citrat

K = Katheter – S = Shunt

Quelle: Eigene Darstellung basierend auf Timm 2015

Fraglich bleibt, inwieweit die Realkostendaten des Jahres 2013 für die Analysejahre bis 2019 angesetzt werden können bzw. ob es notwendig ist, diese einer Anpassung an die Kostenentwicklung zu unterziehen. Da die hier vorliegende Arbeit hauptsächlich Unterschiede in den Personaleinsatzzeiten bzw. in den Kosten aufgrund von Veränderungen im Leistungsspektrum bzw. Unterschiede aufgrund unterschiedlicher Leistungsspektren aufzeigen soll, wird auf eine Kostenanpassung im Zeitverlauf verzichtet. Diese Vorgehensweise kann durch zwei Aspekte unterstützt werden. Einerseits waren die Zusatzentgelte im Zeitraum relativ stabil (z. B. ZE01.01 zwischen 221,02€ und 227,58€ im Betrachtungszeitraum 2010 bis 2017)<sup>8,9</sup> und somit – unter der Annahme stets steigenden Personalkosten – in der Tendenz vermutlich von sinkenden Materialkosten geprägt. Andererseits zeigt ein Vergleich zwischen den Kostendaten des Jahres 2013<sup>10</sup> mit einer Preisliste für Dialysematerialien der B. Braun Avitum AG<sup>11</sup> aus dem Jahr 2020, dass kein allgemeiner Trend in den Materialkosten sichtbar ist. Vielmehr scheinen die Verhandlungsposition bzw. die Abnahmemenge den Preis je Produkt zu beeinflussen. Auf Basis dieser Umstände soll die Analyse mit den aufgezeigten Werten als „Datum“ arbeiten, um Effekte durch sich verändernde Materialkosten ausblenden zu können.

## **4.2.1.2 Kontinuierliche Verfahren**

### **4.2.1.2.1 Prozesse und Prozesszeiten**

Im Datensatz der Untersuchung „Personaleinsatzzeiten bei kontinuierlichen Dialyseverfahren“<sup>12</sup> wurden mittels Fortschrittszeitmessung die Prozesszeiten mit Dialysebezug der Dialysepflege, des Intensivpflegepersonals sowie des Ärztlichen Dienstes ermittelt.

Für das Dialysepersonal konnten Daten zu insgesamt 30 Dialyseverfahren gesammelt werden, wobei es die Eigenart kontinuierlicher Verfahren bedingt, dass durch die großen zeitlichen Abstände zwischen den Prozessschritten nicht jeder Prozess erfasst werden konnte. Von den 30 Beobachtungen erhielten 23 eine CVVHD mit der Antikoagulation Citrat und sieben eine CVVH mit der Antikoagulation Heparin.

---

<sup>8</sup> Vgl. InEK GmbH 2009, S. 129.

<sup>9</sup> Vgl. InEK GmbH 2016a, S. 132.

<sup>10</sup> Vgl. Timm 2015, S. 40 ff.

<sup>11</sup> Vgl. B. Braun Avitum AG 2020, o. S.

<sup>12</sup> Vgl. Harmsen et al. 2015, S. 62 ff.

Die Prozesse der Dialysepflege für kontinuierliche Verfahren werden wie folgt definiert:

- Vorbereitung auf Dialyseabteilung: Kommissionieren benötigter Verbrauchsmaterialien
- Wegezeit (Hin): Weg von der Dialyseabteilung zur Intensivstation bis ins Patientenzimmer inklusive Anlage benötigter Schutzkleidung
- Gerätevorbereitung: Beschaffung Verbrauchsmaterialien, Start des Dialysegerätes, Bestückung mit Dialysatbeuteln, bei CVVHD mit Citrat Anschluss der Citrat-Calcium-Lösung, Anbringen Filtratbeutel, Prüfung des Geräteaufbaus (Testlauf)
- Anschluss: Anschluss des Schlauchsystems an den Gefäßzugang, Einstellung am Dialysegerät zu Blutfluss, Dialysatfluss, Citratdosis und Calciumdosis, Start der Blutpumpe, Entnahme Blutprobe, Laboruntersuchung, Dokumentation im Informationssystem, eventuell Änderung von Geräteeinstellungen, Müllentsorgung
- Abschluss: Stoppen des Gerätes, Trennen des Patienten vom Gerät, Blockung des Gefäßzugangs
- Gerätenachbereitung: Start des Geräte Reinigungsmodus, Abbau verwendeter Verbrauchsmaterialien, Entleerung Filtratbeutel, Gerätedesinfektion, Müllentsorgung
- Wegezeit (Rück): Weg von der Intensivstation zur Dialyseabteilung
- Nachbereitung auf Dialyseabteilung: Tätigkeitsdokumentation, Terminplanung anstehender Verfahren, Materialbestellungen, Lagerbestandskontrolle

Basierend auf diesen Prozessschritten wurde deutlich, dass die Tätigkeiten der Vor- und Nachbereitung auf der Dialyseabteilung durchaus ineinander übergehen, wenn bereits bei der Nachbereitung Materialien für den Folgetag kommissioniert werden bzw. kommende Behandlungen geplant werden. Folglich wurden die Prozesse der Vor- und Nachbereitung zusammengezogen. Die entsprechenden Werte separiert nach CVVH mit Heparin oder CVVH mit Citrat werden in Tabelle 4.6 angeführt. Weitere Unterscheidungen wurden in der Erhebung nicht vorgenommen.

Auffällig ist, dass in der Erhebung keine „Stationsarbeit“ angeführt wird, obwohl diese in der Erhebung der intermittierenden Dialyse über alle Verfahren, also auch über alle kontinuierlichen Verfahren verteilt wurde. Im Folgenden wird der Wert der Stationsarbeit aus dem vorhergehenden Kapitel für jedes Verfahren herangezogen, wenn am entsprechenden Tag eine Tätigkeit des Dialysepersonals stattgefunden hat.

**Tabelle 4.6** Prozesszeiten der Dialysepflege bei kontinuierlicher Verfahren auf Intensivstationen

Einflussparameter	Gerätevorbereitung	Anschluss	Abschluss	Gerätenachbereitung	Weg (Hin)	Weg (Rück)	Vor- und Nachbereitung auf Dialyseabteilung
Gesamt	Mittelwert in s	792	450	501	215	151	312
	Standardabweichung in s	509	156	391	53	26	223
	n	21	19	17	15	11	22
CVVH-H	Mittelwert in s	624	551	783	226	155	170
	Standardabweichung in s	309	614	167	65	24	152
	n	5	5	3	7	5	7
CVVHD-C	Mittelwert in s	836	432	427	210	150	358
	Standardabweichung in s	472	488	152	48	27	225
	n	21	19	17	15	11	22

Quelle: Eigene Darstellung basierend auf Datenerhebung Harmsen et al. 2015

Die Eigenart eines kontinuierlichen Verfahrens mit einer geplanten Laufzeit von über 24 Stunden<sup>13</sup> impliziert, dass eine Betreuung des Verfahrens durch stets vorhandenes Personal erfolgen muss. Folglich sind die Pflegekräfte auf Intensivstationen an der Durchführung der Verfahren beteiligt.

Im Rahmen der Erhebung wurden die Tätigkeiten der Intensivpflege in mehreren Zeitabschnitten beobachtet. So erfolgte die Beobachtung 23-mal zwischen 6 und 10 Uhr, 17-mal zwischen 10 und 14 Uhr, 7-mal zwischen 14 und 18 Uhr sowie 7-mal zwischen 18 und 22 Uhr. Insgesamt wurden somit 216 Stunden Intensivpflege beobachtet.

Im Rahmen der Beobachtung wurden sämtliche Tätigkeiten des Intensivpflegepersonals in 13 Teilprozessen zusammengefasst, wobei fünf dieser Prozesse als relevant für dialysebezogene Tätigkeiten angesehen werden sollen. Diese Tätigkeiten definieren sich wie folgt:

- Geräteeinstellungen: Reaktion auf Gerätealarme, Einstellungen am Gerät
- Wechsel-Dialysatbeutel: Wechsel der Verbrauchsmaterialien
- Wechsel-Citratbeutel: Wechsel von Verbrauchsmaterialien der Citratverfahren (Citrat, Calcium)
- Entleerung Filtratbeutel: Entleerung in den Abfluss
- Materialbeschaffung: Bereitstellung neuer Dialysatbeutel, Citratbeutel aus dem Lager

Weiterhin ist zu erwähnen, dass Blutuntersuchungen bzw. die Dokumentation zeitlichen Aufwand verursacht. Da im Rahmen der Erhebung der durch die Dialyse verursachte zeitliche Aufwand in diesen Teilprozessen nicht vom Aufwand für anderweitig begründete Blutuntersuchungen bzw. Dokumentationstätigkeiten zu trennen war, werden diese Prozesse nicht einbezogen. Tabelle 4.7 zeigt die Prozesszeiten auf.

Auffällig ist, dass oftmals die Mittelwerte den Wert null annehmen, der entsprechende Prozess im Beobachtungszeitraum also nicht durchgeführt werden musste. Weiterhin ist ersichtlich, dass die Standardabweichung im Verhältnis zum Mittelwert relativ groß erscheint. Ursächlich hierfür ist, dass einige Teilprozesse relativ selten durchgeführt werden, im jeweils betrachteten Zeitraum von vier Stunden größtenteils nicht vorkamen und im Auswertungsdatensatz viele Nullwerte vorliegen. Wie mit diesem Problem im weiteren Verlauf der Arbeit umgegangen werden soll, wird im Bereich der Datenaufbereitung beschrieben.

---

<sup>13</sup> Vgl. DGfN 2021, S. 58.

**Tabelle 4.7** Prozesszeiten der dialysebezogenen Intensivpflege im nach Beobachtungszeitraum

Uhrzeit und Einflussparameter	Geräteeinstellungen in s	Wechsel-Dialysatbeutel in s	Wechsel-Citratbeutel in s	Entleerung Filtratbeutel in s	Materialbeschaffung in s	n
<b>6–10 Uhr</b>						
Gesamt	Mittelwert	59	31	215	48	23
	Standardabweichung	104	60	144	100	
CVVH-H	Mittelwert	169	0	257	97	5
	Standardabweichung	77	0	76	132	
CVVHD-C	Mittelwert	70	40	204	34	18
	Standardabweichung	133	65	158	88	
<b>10–14 Uhr</b>						
Gesamt	Mittelwert	60	23	247	55	17
	Standardabweichung	110	39	192	107	
CVVH-H	Mittelwert	36	0	433	101	3
	Standardabweichung	137	0	100	176	
CVVHD-C	Mittelwert	42	28	207	45	14
	Standardabweichung	66	41	185	94	
<b>14–18 Uhr</b>						
Gesamt	Mittelwert	175	17	378	63	7
	Standardabweichung	258	30	207	83	

(Fortsetzung)

**Tabelle 4.7** (Fortsetzung)

Uhrzeit und Einflussparameter	Geräteinstellungen in s	Wechsel-Dialysatbeutel in s	Wechsel-Citratbeutel in s	Entleerung Filtratbeutel in s	Materialbeschaffung in s	n
CVVH-H	Mittelwert	171	0	370	87	2
	Standardabweichung	49	0	121	122	
CVVHD-C	Mittelwert	176	24	381	53	5
	Standardabweichung	87	33	246	79	
18–22 Uhr						
Gesamt	Mittelwert	31	25	303	76	7
	Standardabweichung	44	44	83	95	
CVVH-H	Mittelwert	0	0	173	168	1
	Standardabweichung	–	–	–	–	
CVVHD-C	Mittelwert	51	29	325	61	6
	Standardabweichung	50	47	66	95	

Quelle: Eigene Darstellung basierend auf Datenerhebung Harmsen et al. 2015

Weiterhin wurden die Prozesszeiten des Ärztlichen Dienstes erhoben, wobei sich die Erhebung auf die Prozesse „Visite“ sowie „Wege“ fokussierte. Diese definieren sich wie folgt:

- Visite: Auf externen Stationen durchgeführte Visite. Konträr zur Erhebung der intermittierenden Verfahren ergibt sich der Wert nicht aus dem Quotienten der gesamten Visitedauer und der Anzahl der Patienten, bei denen am entsprechenden Tag ein intermittierendes Dialyseverfahren bzw. ein An- bzw. Abschluss bzw. Wechsel eines kontinuierlichen Verfahrens stattgefunden hat, sondern als Quotient aus der gesamten Visitedauer und der Anzahl an dialysepflichtigen Patienten, egal ob am Beobachtungstag ein Anschluss, Abschluss oder Wechsel bei einem kontinuierlichen Verfahren stattgefunden hat oder ob ein intermittierendes Verfahren durchgeführt wurde.
- Wege: Für Patienten auf Intensivstationen wurde die anteilige Wegezeit berechnet. Auch hier wird die Wegezeit wie bei der Visite über alle dialysepflichtigen Patienten verteilt und nicht wie in der Erhebung der intermittierenden Verfahren über die Anzahl der Patienten, die am entsprechenden Tag ein intermittierendes Verfahren oder einen Anschluss, Abschluss oder Wechsel an ein kontinuierlichen Verfahren erhalten haben.

Insgesamt wurden die Prozesszeiten für 61 dialysepflichtige Intensivpatienten erfasst. Tabelle 4.8 zeigt die Prozesszeiten auf. Es ist hierbei wiederum anzumerken, dass keine Einflussparameter gesondert erhoben wurden.

**Tabelle 4.8** Prozesszeiten des Ärztlichen Dienstes bei kontinuierlichen Dialyseverfahren

	Visite auf Intensivstation	Wegezeit
Mittelwert in s	177	107
Standardabweichung in s	70	27
n	61	61

Quelle: Eigene Darstellung basierend auf Datenerhebung Harmsen et al. 2015

Auffällig ist, dass in der Erhebung keine Tätigkeiten der „Dokumentation, Überwachung, Organisation“ angeführt werden, obwohl diese in der Erhebung der intermittierenden Dialyse über alle Verfahren, also auch über alle kontinuierlichen Verfahren verteilt wurde. Im Folgenden wird der entsprechende Wert aus

dem vorhergehenden Kapitel für jedes Verfahren herangezogen, wenn am entsprechenden Tag ein Anschluss, Abschluss oder Wechsel durch die Dialysepflege stattgefunden hat.

#### 4.2.1.2.2 Personal- und Materialkosten

Im Rahmen der Arbeit „Kostenanalyse bei extrakorporalen kontinuierlichen Dialyseverfahren an der Universitätsmedizin Greifswald“<sup>14</sup> wurden die Material- und Medikamentenkosten sowie die Personalkosten anhand von internen Kostendaten des Jahres 2015 untersucht. Zur Ermittlung der Gesamtkosten wird die Analyse in drei grundlegende Prozesse unterteilt. Dies sind die Prozesse „Anschluss“, „Abschluss“ bzw. „Wechsel“, wobei der Wechsel als „Abschluss mit erneutem Anschluss nach einer Therapiedauer von maximal 72 Stunden definiert werden kann“. Im Bereich des Wechsels wird zwischen Wechsel mit und ohne Katheterblockung unterschieden, im Bereich des Abschlusses zwischen endgültigem Abschluss und therapiebedingtem Abschluss. Die Analyse differenziert zusätzlich zwischen CVVH (mit Heparin) und CVVHD (mit Citrat). Die Kostenwerte sind in Tabelle 4.9 dargestellt. Hierbei ist zu beachten, dass der Verbrauch von Dialysat, Calciumchlorid und Natriumcitrat in Abhängigkeit der eingestellten Flussraten und der Behandlungszeit variiert. Die Kostenerfassung muss daher gesondert von den Kosten der Materialien bei Anschluss, Wechsel und Abschluss vorgenommen werden.

**Tabelle 4.9** Überblick der Materialgesamtkosten für CVVH und CVVHD ohne Dialysat, Calciumchlorid und Natriumcitrat

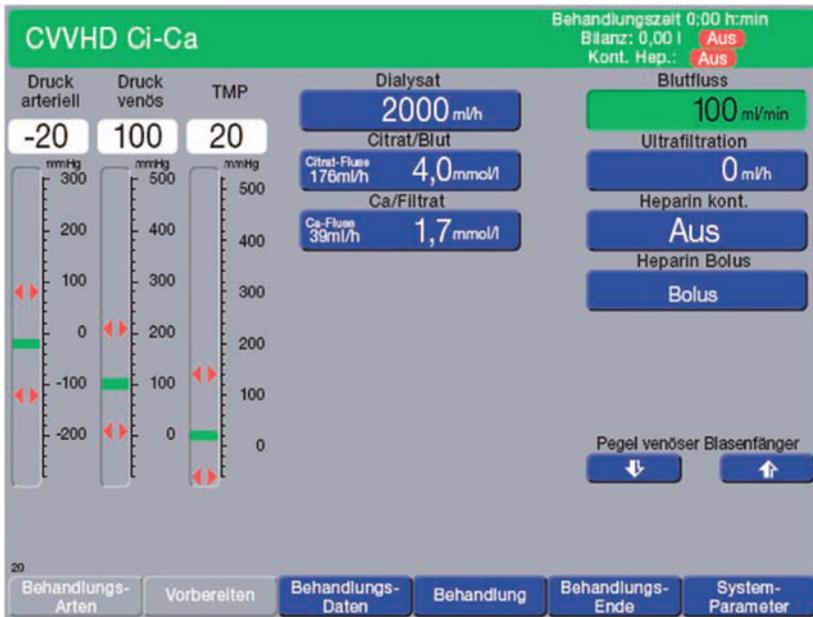
	CVVH	CVVHD
Anschluss	145,05 €	168,13 €
Abschluss	3,31 €	3,31 €
Wechsel ohne Katheterblockung	146,30 €	169,38 €
Wechsel mit Katheterblockung	147,12 €	170,20 €
Therapiebedingter Abschluss	3,44 €	3,44 €

Quelle: Eigene Darstellung basierend auf Opitz 2016

Bei der Berechnung der laufzeitabhängigen Kosten wird wiederum zwischen den Verfahren der CVVH und der CVVHD unterschieden. Bei der CVVH werden die Kosten für „Duosol“ (Duosol mit 2 mmol/l Kalium Hämofiltrationslösung) mit einem Literpreis von 2,14 € einbezogen. Weiterhin geht die Analyse im

<sup>14</sup> Vgl. Opitz 2016, S. 43 ff.

Folgenden von einer Flussrate von 900 ml/h ausgegangen. Dies entspricht dem Mittelwert der aus der Vorgabe von „600–1200 ml/h“ aus der entsprechenden Fachinformation.<sup>15</sup> Für die CVVHD sind neben dem „Ci-Ca Dialysat 2 mmol/l“ (3,23 €/l) zusätzlich Kosten für Natriumcitrat (14,59 €/l) sowie Calciumchlorid (12,53 €/l) einzubeziehen. Abbildung 4.1 zeigt auf, dass die entsprechenden Flussraten im Verhältnis 2000:176:39 ml/h zueinanderstehen.<sup>16</sup> Auf einen Liter Ci-Ca Dialysat (3,23€) kommen somit 88 ml Natriumcitrat (1,10 €) sowie 19,5 ml Calciumchlorid (0,28€). Je Liter Dialysat entstehen somit in Summe Kosten in Höhe von 4,62 €. Wie in Abbildung 4.1 wird im weiteren Verlauf der Analyse von einem Dialysatfluss von 2000 ml/h ausgegangen.



**Abbildung 4.1** Display der multiFiltrate Ci-Ca® während der Behandlung, dargestellt mit den hinterlegten Startwerten. (Quelle: Fresenius Medical Care 2013)

<sup>15</sup> Vgl. B. Braun Medizintechnologie GmbH o. J., o. S.

<sup>16</sup> Vgl. Fresenius Medical Care Deutschland GmbH 2013, S. 11.

## 4.2.2 Datenaufbereitung

### 4.2.2.1 Definition von Einflussfaktoren

In den bisherigen Datensatzbeschreibungen wurde deutlich, dass die Personaleinsatzzeiten sowie die Material- und Medikamentenkosten vielfältige Inhalte und Ausprägungsmöglichkeiten vorweisen. Während die Unterschiede in den Materialkosten relativ einfach zu erfassen sind, stellt sich die Frage, ob und welche Faktoren die Prozesszeiten der Dialysepflege beeinflussen. Während die vorliegenden Analysen die Unterschiede in den Prozesszeiten auf Basis ihrer Tätigkeitsinhalte begründen, soll zusätzlich ermittelt werden, ob signifikante Mittelwertunterschiede zwischen den Prozesszeiten separiert nach möglichen Einflussfaktoren bestehen. Mögliche Einflussfaktoren auf die Prozesszeiten können hierbei die Antikoagulation (Heparin vs. Citrat) oder der Gefäßzugang (Katheter, Shunt, ECMO) sein. Mittels t-Test bei zwei Stichproben bzw. mittels t-Test bei einer Stichprobe – bei nur einem verfügbaren Vergleichswert – wurde untersucht, ob die Mittelwerte je nach möglichem Einflussfaktor abweichen<sup>17</sup>. Für die Prozesse der Dialysepflege auf der Dialyseabteilung konnten folgende Zusammenhänge gefunden werden:

- Die Mittelwerte der Prozesse „Labor“ sowie „Dokumentation“ weichen beim bei der Unterscheidung zwischen Heparin vs. Citrat signifikant voneinander ab ( $p < 0,001$  bzw.  $p = 0,012$ )
- Die Mittelwerte der Prozesse „Abschluss“ und „Gerätenachbereitung“ weichen bei der Unterscheidung zwischen Shunt vs. Katheter signifikant voneinander ab ( $p = 0,016$  bzw.  $p = 0,050$ )
- Für die Prozesse „Gerätevorbereitung“, „Anschluss“ und „Betreuung“ existieren keine signifikanten Einflussparameter.
- Werden die Prozesse „An- bzw. Abschluss“ sowie „Gerätevor- und Nachbereitung“ als verbundene Stichproben betrachtet und je die Summe der zwei Teilprozesse auf Einflussparameter geprüft, so ergibt es sich, dass die Mittelwerte der Prozesse „Ab- bzw. Abschluss“ bei der Unterscheidung nach Shunt vs. Katheter signifikant voneinander abweichen ( $p = 0,044$ ), bei der

---

<sup>17</sup> Alpha-Niveau: 0,05.

„Gerätevor- und Nachbereitung“ jedoch keine signifikanten Einflussparameter existieren.

Da diese Ergebnisse in großen Teilen der Einteilung nach Prozessinhalten entsprechen, sollen im weiteren Verlauf der Untersuchung folgende Einflussparameter als gegeben für die Dialysepflege auf der Dialyseabteilung angenommen werden

- „Labor“ und „Dokumentation“ mit Einflussparameter „Antikoagulation“
- „Anschluss“ und „Abschluss“ mit Einflussparameter „Gefäßzugang“
- „Gerätevorbereitung“, „Gerätenachbereitung“ sowie „Betreuung“ ohne Einflussparameter

Für die Prozesszeiten der Dialysepflege auf Intensivstationen wurden die Prozesse ebenfalls auf mögliche Einflussparameter untersucht. Für intermittierende Verfahren wurden folgende Zusammenhänge erkannt.

- Die Prozesse „Labor“ sowie „Dokumentation“ fallen nur bei Patienten mit der Antikoagulation Citrat an.
- Die Mittelwerte des Prozesses „Abschluss“ mit den Unterscheidungen zwischen Shunt, Katheter oder ECMO weichen für Shunt vs. Katheter, Shunt vs. ECMO sowie kombiniert Katheter/ECMO vs. Shunt signifikant voneinander ab ( $p = 0,001$ ,  $p = 0,002$ ,  $p < 0,001$ ), für ECMO vs. Katheter resultieren kein signifikantes Ergebnis.
- Für die Prozesse „Gerätevorbereitung“, „Anschluss“, „Gerätenachbereitung“, „Wege“ sowie „Betreuung“ existiert keine signifikanten Einflussparameter, wobei bei Einsatz der Antikoagulation mittels Citrat zusätzlich ein Prozess der 1:1-Betreuung hinzukommt.
- Wird der Prozess „An- bzw. Abschluss“ als verbundene Stichprobe betrachtet und die Summe der zwei Teilprozesse auf Einflussparameter geprüft, so ergibt es sich, dass die Mittelwerte der Prozess „Ab- bzw. Abschluss“ bei der Unterscheidung nach Shunt vs. Katheter bzw. nach ECMO/Katheter vs. Shunt signifikant voneinander unterscheiden ( $p = 0,003$ ,  $p = 0,003$ ).

Da auch diese Ergebnisse in großen Teilen der Einteilung nach Prozessinhalten folgen, sollen auch hier folgende Einflussparameter als definiert für die

Dialysepflege bei intermittierenden Verfahren auf Intensivstationen angenommen werden.

- „Labor“, „Dokumentation“, „Betreuung (1:1-Erfordernis bei Citrateinsatz)“ mit Einflussparameter „Antikoagulation“
- „Anschluss“ und „Abschluss“ mit Einflussparameter „Gefäßzugang“
- „Gerätevorbereitung“, „Gerätenachbereitung“ sowie „Wege“ ohne Einflussparameter

Abschließend erfolgt die Prüfung, ob relevante Einflussparameter bei kontinuierlichen Verfahren auf Intensivstationen für das Personal der Dialysepflege vorliegen. Da in der Erhebung nur zwischen CVVH mit Heparin und CVVHD mittels Citrat unterschieden wurde, kann die Prüfung ausschließlich zum Einflussparameter der Antikoagulation erfolgen. Es ergibt sich:

- Der Mittelwert des Prozesses „Materialbeschaffung“ ist abhängig von der Antikoagulation ( $p = 0,024$ ).
- Für die Prozesse „Gerätevorbereitung“, „Anschluss“, „Abschluss“, „Gerätenachbereitung“, „Weg hin“ sowie „Weg zurück“ existieren keine signifikanten Einflussparameter.

Für die weite Analyse wird folglich nur die Materialbeschaffung als abhängig von der eingesetzten Antikoagulation definiert, alle weiteren Prozessschritte als unabhängig.

Eine Auswertung der Prozesszeiten des Ärztlichen Dienstes bzw. des Personals auf Intensivstationen mittels t-Test wird nicht vorgenommen, da in den unterschiedlichen Datensätzen Prozesse verschiedentlich definiert wurden bzw. Prozesse nur dann durchgeführt werden mussten, wenn ein spezieller Einfluss vorlag, z. B. „Wechsel Citratbeutel“ nur bei Verfahren mittels Citrat. Dieser Prozess kommt sonst bei Verfahren mittels Heparin nicht vor. Eine Analyse, ob die erhobene Prozesszeit signifikant vom Vergleichswert „0“ abweicht, ist nicht zielführend und somit zu vernachlässigen.

#### **4.2.2.2 Erstellung einer Definitionslogik und Datenumformung der Personaleinsatzzeiten**

Die Beschreibung der Datensätze hat gezeigt, dass die relevanten Prozesse von unterschiedlichen Berufsgruppen an unterschiedlichen Orten erbracht werden und die Prozesszeiten möglicherweise durch vielfältige Einflussparameter beeinflusst

sein können. Um für den weiteren Verlauf der Analyse die Vielzahl der Prozesse zu überblicken, ist es notwendig, die Prozesse so zu kodieren, dass eine zielführende Datenauswertung bzw. Modellbildung möglich wird.<sup>18</sup>

Es wurde ersichtlich, dass die erhobenen Prozesszeiten folgende Unterscheidungen vornehmen:

- Dialysepflege, Intensivpflege, Ärztlicher Dienst
- Verfahren auf Dialyseabteilung oder externer Station
- intermittierendes bzw. kontinuierliches Verfahren
- Antikoagulation mittels Heparin bzw. Citrat
- Gefäßzugang mittels Dialysekatheter (inkl. ECMO) bzw. Dialyseshunt

Im Folgenden wird nun jedem Prozessschritt ein Akronym zugewiesen. Hierbei verschlüsselt die erste Stelle die durchführende Berufsgruppe mittels eines Großbuchstabens.

- A    Ärztlicher Dienst
- D    Dialysepflege
- I    Intensivpflege

Die zweite Stelle zeigt, ob es sich um eine Prozesszeit für ein intermittierendes oder ein kontinuierliches Verfahren handelt. Hierbei wird nach Datenquelle unterschieden, d. h. im Rahmen welcher Erhebung die Werte erhoben wurden. Sollte ein entsprechender Wert im Rahmen der weiteren Analyse auch für ein anderes Verfahren angesetzt werden, wird dies mittels Fußnote angemerkt.

- i    intermittierendes Verfahren
- c    kontinuierliches Verfahren

Die dritte Stelle verschlüsselt den Behandlungsort. Hierbei wird zwischen Dialyseabteilung und externer Station (Intensivstation) unterschieden. Gilt die betroffene Prozesszeit unabhängig vom Behandlungsort, wird ein x an der entsprechenden Stelle angeführt.

---

<sup>18</sup> Hinweis: Die in diesem Kapitel definierten Akronyme sowie alle weiteren Prozess- bzw. Kostenwertakronyme des Simulationsmodells sind aus Gründen der Lesbarkeit nicht im Abkürzungsverzeichnis dargestellt. Die grundlegende Definitionslogik ergibt sich aus Tabelle 4.10.

- d Dialyseabteilung
- e Intensivstation
- x keine Unterscheidung

An der vierten und fünften Stelle wird der betreffende Prozess mit Hilfe zweier Großbuchstaben angegeben. Folgende Abkürzungen sind hierbei relevant:

- GV Gerätevorbereitung
- AN Anschluss
- LA Labor
- AB Abschluss
- GN Gerätenachbereitung
- BE Betreuung
- DO Dokumentation
- ST Stationsarbeit
- WE Wegezeit<sup>19</sup>
- WH Wegezeit-Hin
- WR Wegezeit-Rück
- VI Visite<sup>20</sup>
- VN Vor- und Nachbereitung auf Dialyseabteilung
- GE Geräteeinstellungen
- WD Wechsel Dialysatbeutel
- WC Wechsel Citratbeutel
- EF Entleerung Filtratbeutel
- MB Materialbeschaffung

Die sechste Stelle zeigt den jeweiligen „Einflussfaktor“ mittels Großbuchstaben an. Hierbei sind Unterscheidungen nach dem Gefäßzugang oder nach der

---

<sup>19</sup> Bemerkung: Bei intermittierenden Verfahren mit dem Bezug „je Dialyse“ für die Dialysepflege. Zeiten für kontinuierliche Verfahren über WH und WR „je Weg“. Zeiten der Ärztlichen Dienstes bei intermittierenden Verfahren mit dem Bezug „je Dialyse“, bei kontinuierlichen Verfahren mit dem Bezug „je Tag“.

<sup>20</sup> Bemerkung: Zeiten der Ärztlichen Dienstes bei intermittierenden Verfahren mit dem Bezug je Dialyse, bei kontinuierlichen Verfahren mit dem Bezug „je Tag“.

Antikoagulation möglich. Weiterhin ist, sollte kein definierter Einflussfaktor vorliegen, wiederum ein X vermerkt. Ausnahme hierbei bilden die Prozesse des Personals der Intensivpflege, da alle Prozesse – bis auf einen zusätzlichen Prozess bei Einsatz von Citrat – unabhängig sind. Hier wird das X ersetzt durch eine Zeitangabe mit den Werten „0610“, „1014“, „1418“ bzw. „1822“, um den tageszeitabhängigen Zeitaufwand abbilden zu können (06–10 Uhr, usw.).

- H Heparin
- C Citrat
- K Dialysekatheter (inkl. ECMO)
- S Dialysehunt
- X keine Unterscheidung

Da CVVH's in der Erhebung stets mit Heparin und CVVHD's stets mit Citrat durchgeführt worden, wird diese Unterscheidung folglich durch den möglichen Einflussfaktor der Antikoagulation abgedeckt, welcher sich in dem zusätzlichen Prozess des Wechsels des Citratbeutels äußert. Bis zu diesem Punkt sind 58 Teilprozesse definiert:

Während bei den Prozesszeiten des Ärztlichen Dienstes bzw. der Dialysepflege keine weitere Aufbereitung bzw. Umformung notwendig ist, müssen die Prozesszeiten der Intensivpflege genauer betrachtet werden. Hierbei stellte sich heraus, dass sich die im Vergleich zum Mittelwert hohe Standardabweichung vorrangig aus dem Umstand begründet, dass einige Teilprozesse relativ selten anfielen und somit viele Nullwerte in die Auswertung einfließen. Um dieses Problem zu umgehen, sollen die Daten so aufbereitet werden, dass nicht der Mittelwert über alle Beobachtungsschichten angeführt wird, sondern der Mittelwert der Prozessdauer sofern der Prozess auch durchgeführt wurde. Zusätzlich hierzu, um abzubilden wie häufig bzw. wie selten der Prozess durchgeführt werden muss, wird die jeweilige Eintrittswahrscheinlichkeit ermittelt. Folglich existiert zu jedem Prozess der mit dem Akronym „Ice“ beginnt, eine Eintrittswahrscheinlichkeit, welche als „pIce“ definiert wird. Die detaillierten Werte finden sich im Detail in Anhang „E“ im elektronischen Zusatzmaterial. Tabelle 4.11 zeigt aus Übersichtsgründen ausschließlich die Mittelwerte sowie die Eintrittswahrscheinlichkeiten auf.

**Tabelle 4.10** Teilprozesse der Personaleinsatzzeiten

Akronym	Personalkategorie	Intermittierend vs. kontinuierlich	Dialyseabteilung vs. Intensivstation	Prozess	Abhängigkeit
DidGVX	Dialysepflege	intermittierend	Dialyseabteilung	Gerätevorbereitung	unabhängig
DidGNX	Dialysepflege	intermittierend	Dialyseabteilung	Gerätenachbereitung	unabhängig
DidBEX	Dialysepflege	intermittierend	Dialyseabteilung	Betreuung	unabhängig
DidANS	Dialysepflege	intermittierend	Dialyseabteilung	Anschluss	Shunt
DidABS	Dialysepflege	intermittierend	Dialyseabteilung	Abschluss	Shunt
DidANK	Dialysepflege	intermittierend	Dialyseabteilung	Anschluss	Katheter
DidABK	Dialysepflege	intermittierend	Dialyseabteilung	Abschluss	Katheter
DidLAH	Dialysepflege	intermittierend	Dialyseabteilung	Labor	Heparin
DidDOH	Dialysepflege	intermittierend	Dialyseabteilung	Dokumentation	Heparin
DidLAC	Dialysepflege	intermittierend	Dialyseabteilung	Labor	Citrat
DidDOC	Dialysepflege	intermittierend	Dialyseabteilung	Dokumentation	Citrat
DieGVX	Dialysepflege	intermittierend	Intensivstation	Gerätevorbereitung	unabhängig
DieGNX	Dialysepflege	intermittierend	Intensivstation	Gerätenachbereitung	unabhängig
DieWEX	Dialysepflege	intermittierend	Intensivstation	Wegezeiten	unabhängig
DieANS	Dialysepflege	intermittierend	Intensivstation	Anschluss	Shunt
DieABS	Dialysepflege	intermittierend	Intensivstation	Abschluss	Shunt
DieANK	Dialysepflege	intermittierend	Intensivstation	Anschluss	Katheter
DieABK	Dialysepflege	intermittierend	Intensivstation	Abschluss	Katheter
DieBEH	Dialysepflege	intermittierend	Intensivstation	Betreuung	Heparin

(Fortsetzung)

**Tabelle 4.10** (Fortsetzung)

Akronym	Personalkategorie	Intermittierend vs. kontinuierlich	Dialyseabteilung vs. Intensivstation	Prozess	Abhängigkeit
DieDOH	Dialysepflege	intermittierend	Intensivstation	Dokumentation	Heparin
DieLAC	Dialysepflege	intermittierend	Intensivstation	Labor	Citrat
DieBEC	Dialysepflege	intermittierend	Intensivstation	Betreuung	Citrat
DieDOC	Dialysepflege	intermittierend	Intensivstation	Dokumentation	Citrat
DixST	Dialysepflege	intermittierend <sup>21</sup>	unabhängig	Stationsarbeit	unabhängig
DceGVX	Dialysepflege	kontinuierlich	Intensivstation	Gerätevorbereitung	unabhängig
DceANX	Dialysepflege	kontinuierlich	Intensivstation	Anschluss	unabhängig
DceABX	Dialysepflege	kontinuierlich	Intensivstation	Abschluss	unabhängig
DceGNX	Dialysepflege	kontinuierlich	Intensivstation	Gerätenachbereitung	unabhängig
DceWHX	Dialysepflege	kontinuierlich	Intensivstation	Wegezeit Hinweg	unabhängig
DceWRX	Dialysepflege	kontinuierlich	Intensivstation	Wegezeit Rückweg	unabhängig
DceVNH	Dialysepflege	kontinuierlich	Intensivstation	Vor-/Nachbereitung	Heparin
DceVNC	Dialysepflege	kontinuierlich	Intensivstation	Vor-/Nachbereitung	Citrat
AidVIX	Ärztlicher Dienst	intermittierend	Dialyseabteilung	Visite	unabhängig
AieVIX	Ärztlicher Dienst	intermittierend	Intensivstation	Visite	unabhängig

(Fortsetzung)

<sup>21</sup> Hinweis: Der Prozess wird als „Dix“ angegeben, da er im Rahmen der Erhebung der intermittierenden Verfahren gemessen wurde. Im weiteren Verlauf der Analyse wird der Wert aber auch je „Anschluss“, „Wechsel“ oder „Abschluss“ bei kontinuierlichen Verfahren herangezogen um den Aufwand des Personals der Dialyseabteilung adäquat abbilden zu können.

**Tabelle 4.10** (Fortsetzung)

Akronym	Personalkategorie	Intermittierend vs. kontinuierlich	Dialyseabteilung vs. Intensivstation	Prozess	Abhängigkeit
AceVIX	Ärztlicher Dienst	kontinuierlich	Intensivstation	Visite	unabhängig
AieWEX	Ärztlicher Dienst	intermittierend	Intensivstation	Wegezeit	unabhängig
AceWEX	Ärztlicher Dienst	kontinuierlich	Intensivstation	Wegezeit	unabhängig
AixDOX	Ärztlicher Dienst	intermittierend <sup>22</sup>	unabhängig	Dokumentation	unabhängig
IceGE0610	Intensivpflege	kontinuierlich	Intensivstation	Geräteeinstellungen	unabhängig
IceWD0610	Intensivpflege	kontinuierlich	Intensivstation	Wechsel Dialysatbeutel	unabhängig
IceEF0610	Intensivpflege	kontinuierlich	Intensivstation	Entleerung Filtratbeutel	unabhängig
IceMB0610	Intensivpflege	kontinuierlich	Intensivstation	Materialbeschaffung	unabhängig
IceGE1014	Intensivpflege	kontinuierlich	Intensivstation	Geräteeinstellungen	unabhängig
IceWD1014	Intensivpflege	kontinuierlich	Intensivstation	Wechsel Dialysatbeutel	unabhängig
IceEF1014	Intensivpflege	kontinuierlich	Intensivstation	Entleerung Filtratbeutel	unabhängig
IceMB1014	Intensivpflege	kontinuierlich	Intensivstation	Materialbeschaffung	unabhängig
IceGE1418	Intensivpflege	kontinuierlich	Intensivstation	Geräteeinstellungen	unabhängig
IceWD1418	Intensivpflege	kontinuierlich	Intensivstation	Wechsel Dialysatbeutel	unabhängig

(Fortsetzung)

<sup>22</sup> Hinweis: Der Prozess wird als „Aix“ angegeben, da er im Rahmen der Erhebung der intermittierenden Verfahren gemessen wurde. Im weiteren Verlauf der Analyse wird der Wert aber auch je „Anschluss“, „Wechsel“ oder „Abschluss“ bei kontinuierlichen Verfahren herangezogen um den Aufwand des Ärztlichen Dienstes adäquat abbilden zu können.

**Tabelle 4.10** (Fortsetzung)

Akronym	Personalkategorie	Intermittierend vs. kontinuierlich	Dialyseabteilung vs. Intensivstation	Prozess	Abhängigkeit
IceEF1418	Intensivpflege	kontinuierlich	Intensivstation	Entleerung Filtratbeutel	unabhängig
IceMB1418	Intensivpflege	kontinuierlich	Intensivstation	Materialbeschaffung	unabhängig
IceGE1822	Intensivpflege	kontinuierlich	Intensivstation	Geräteinstellungen	unabhängig
IceWD1822	Intensivpflege	kontinuierlich	Intensivstation	Wechsel Dialysatbeutel	unabhängig
IceEF1822	Intensivpflege	kontinuierlich	Intensivstation	Entleerung Filtratbeutel	unabhängig
IceMB1822	Intensivpflege	kontinuierlich	Intensivstation	Materialbeschaffung	unabhängig
IceWC0610	Intensivpflege	kontinuierlich	Intensivstation	Wechsel Citratbeutel	Citrat
IceWC1014	Intensivpflege	kontinuierlich	Intensivstation	Wechsel Citratbeutel	Citrat
IceWC1418	Intensivpflege	kontinuierlich	Intensivstation	Wechsel Citratbeutel	Citrat
IceWC1822	Intensivpflege	kontinuierlich	Intensivstation	Wechsel Citratbeutel	Citrat

Quelle: Eigene Darstellung

**Tabelle 4.11** Mittelwerte und Eintrittswahrscheinlichkeiten der Prozesse im Bereich der Intensivpflege

Uhrzeit und Einflussparameter	Geräteinstellungen (unabhängig)	Wechsel-Dialysatbeutel (unabhängig)	Wechsel-Citratbeutel (Citrat)	Entleerung Filtratbeutel (unabhängig)	Materialbeschaffung (unabhängig)
6–10 Uhr	Mittelwert in s 123 Eintr. wahrsch. 52,17 %	169 34,78 %	119 33,33 %	247 86,96 %	220 21,74 %
10–14 Uhr	Mittelwert in s 114 Eintr. wahrsch. 47,06 %	205 29,41 %	78 35,71 %	323 76,47 %	235 23,53 %
14–18 Uhr	Mittelwert in s 114 Eintr. wahrsch. 47,06 %	205 29,41 %	78 35,71 %	323 76,47 %	235 23,53 %
18–22 Uhr	Mittelwert in s 77 Eintr. wahrsch. 57,14 %	73 42,86 %	87 33,33 %	303 100,00 %	178 42,86 %

Quelle: Eigene Darstellung basierend auf Datenerhebung Harmsen et al. 2015

## 4.2.3 Modellierung

### 4.2.3.1 Vorbemerkung

Neben den zuvor beschriebenen Eintrittswahrscheinlichkeiten und den Prozesszeiten sind für eine Kostenanalyse zusätzlich Personalminutensätze, Material sowie die Medikamentenkosten einzubeziehen. Weiterhin spielt – wie in Abschnitt 3.5 beschrieben – das Portfolio der verschiedenen Verfahrensoptionen eine entscheidende Rolle bei der Kostenermittlung. Um trotz steigender Komplexität die Modellierung nachvollziehbar darzustellen, soll das Modell in den folgenden Kapiteln schrittweise aufgebaut werden.

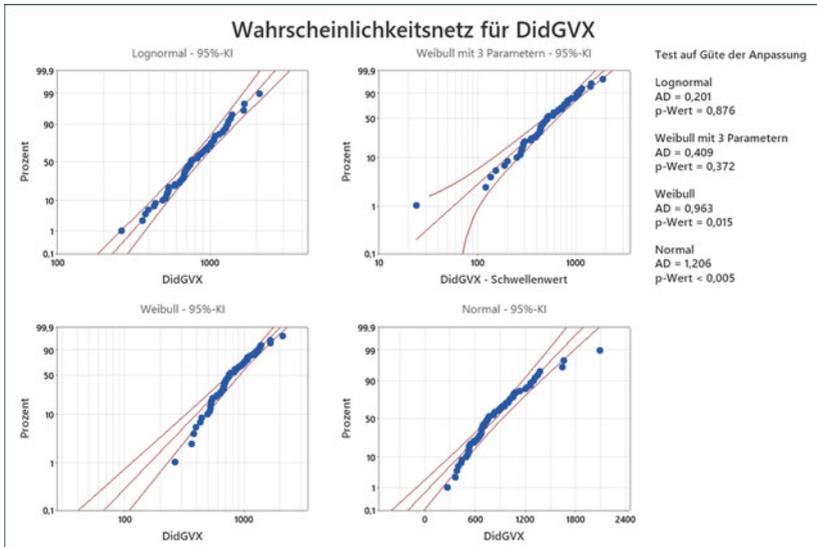
### 4.2.3.2 Verteilungsidentifikation und Bildung von Prozessblöcken

Die Identifikation der theoretischen Verteilungen hinter den erhobenen Prozesszeiten erfolgte mittels Minitab 21.1. Die Datensätze wurden jeweils auf die Normalverteilung, auf die Lognormalverteilung sowie auf die Weibullverteilung mit zwei und drei Parametern geprüft. Basierend den Tests auf Güte der Anpassung wurde stets die Verteilung mit dem höchsten p-Wert ausgewählt. Sofern sich die klassische Normalverteilung als Best-Option erwies, wurde diese für die Simulation Minitab Workspace als „Truncated Normal“ (abgeschnittene Normalverteilung) angesetzt, um der Nichtnegativitätsbedingung der Prozesszeiten gerecht zu werden. Die Abbildung 4.2 zeigt exemplarisch die Verteilungsidentifikation für den Prozess DidGVX. In diesem Fall weist die Lognormalverteilung mit einem p-Wert von 0,876 die beste Anpassung auf. Folglich fließt der Teilprozess als lognormalverteilt mit einer Lage von 6,65749 und einer Skala von 0,39292 in die Simulation ein. Die weiteren ausführlichen Abbildungen und Statistiken zur Verteilungsidentifikation finden sich im Anhang „F“ im elektronischen Zusatzmaterial.

Neben der Verteilungsidentifikation wurden die Teilprozesse zu Prozessblöcken zusammengefasst. Die im Folgenden kursiv gedruckte Überschrift definiert jeweils den Namen des Prozessblocks. Innerhalb der Blöcke sind jeweils die Teilprozesse, die identifizierte Verteilung sowie die Gleichung der Zusammenfassung (Equation) angegeben.

So ergeben sich für die Personaleinsatzzeiten des Dialysepersonals auf der Dialyseabteilung bei intermittierenden Verfahren (Did) folgende Prozessblöcke:

- unabhängige Prozesse – Did\_\_X
- Abhängigkeit Shunt – Did\_\_S
- Abhängigkeit Katheter – Did\_\_K



Test auf Güte der Anpassung				
Verteilung	AD	p		
Lognormal	0,201	0,876		
Schätzwerte der Verteilungsparameter				
Verteilung	Lage	Form	Skala	
Lognormal (Skala: Korrigierte ML-Schätzung)*	6,65749		0,39292	

**Abbildung 4.2** Identifikation der Verteilung des Prozesses DidGVX: Wahrscheinlichkeitsnetze, Test auf Güte der Anpassung und Schätzwerte der Verteilungsparameter der Lognormalverteilung. (Quelle: Eigene Darstellung erstellt mit Minitab 21)

- Abhängigkeit Heparin – Did\_\_H
- Abhängigkeit Citrat – Did\_\_C

Abbildung 4.3 zeigt die Inputs sowie die Zusammenführung zu Prozessblöcken auf.

Die Abbildung 4.3 zeigt, dass die Analyse in allen Punkten die Definition von unteren bzw. oberen Spezifikationsgrenzen erlaubt, also LSL bzw. USL – Lower Specification Limit bzw. Upper Specification Limit. Eine entsprechende Eingrenzung des Wertebereichs ist auf Basis der Inputs hier sowie im gesamten weiteren Verlauf jedoch nicht notwendig. Somit leiben die Felder LSL und USL stets leer.

*Did\_X*

X Name	Distribution	Parameters			Preview
DidGVX	Lognormal	Location: 6,6575	Scale: 0,39292		
DidGNX	Lognormal	Location: 6,4066	Scale: 0,49429		
DidBEX	Weibull	Shape: 1,2526	Scale: 1,083,86	Threshold: 11,4274	

Y Name	Equation	Spec Limits (Optional)	
Did_X	DidGVX+DidGNX+DidBEX	LSL:	USL:

*Did\_S*

X Name	Distribution	Parameters			Preview
DidANS	Lognormal	Location: 7,237	Scale: 0,38609		
DidABS	Truncated Normal	Mean: 1,096,42	St Dev: 435,529	Lower: 0 Upper: —	

Y Name	Equation	Spec Limits (Optional)	
Did_S	DidANS+DidABS	LSL:	USL:

*Did\_K*

X Name	Distribution	Parameters			Preview
DidANK	Lognormal	Location: 7,0803	Scale: 0,37063		
DidABK	Weibull	Shape: 2,1865	Scale: 788,449	Threshold: 140,493	

Y Name	Equation	Spec Limits (Optional)	
Did_K	DidANK+DidABK	LSL:	USL:

*Did\_H*

X Name	Distribution	Parameters			Preview
DidLAH	Lognormal	Location: 5,474	Scale: 0,43992		
DidDOH	Lognormal	Location: 6,3051	Scale: 0,58854		

Y Name	Equation	Spec Limits (Optional)	
Did_H	DidLAH+DidDOH	LSL:	USL:

*Did\_C*

X Name	Distribution	Parameters			Preview
DidLAC	Truncated Normal	Mean: 769,765	St Dev: 242,917	Lower: 0 Upper: —	
DidDOC	Weibull	Shape: 1,718	Scale: 689,979	Threshold: 321,753	

Y Name	Equation	Spec Limits (Optional)	
Did_C	DidLAC+DidDOC	LSL:	USL:

**Abbildung 4.3** Modellinputs und Berechnungen – Prozessbereich „Did“. (Quelle: Eigene Darstellung erstellt mit Minitab Workspace)

Es wird ersichtlich, dass durch die Bildung von Prozessblöcken nach Abhängigkeiten (hier ohne Stationsarbeit) weiterhin die Möglichkeit besteht, alle Kombinationsmöglichkeiten darstellen zu können. Gleichwohl wird an dieser Stelle noch auf prozentuale Anteile der Verfahrensoptionen verzichtet, da diese Prozentwerte zwischen den Szenarien variieren und dessen Einbezug folglich erst bei der Definition der spezifischen Inputs sinnvoll erscheint.

Die weiteren zu betrachtenden Prozesse sind die Personaleinsatzzeiten des Dialysepersonals auf Intensivstationen bei intermittierenden Verfahren(Die):

- unabhängigen Prozesse – Die\_\_X
- Abhängigkeit Shunt – Die\_\_S
- Abhängigkeit Katheter – Die\_\_K
- Abhängigkeit Heparin – Die\_\_H
- Abhängigkeit Citrat – Die\_\_C

Die detaillierten Inputwerte finden sich in Abbildung 4.4.

Das vorliegende Modell weist in den Bereichen Die\_\_H sowie Die\_\_C zwei Besonderheiten auf. So wurde ersichtlich, dass der Prozess der Patientenbetreuung – vornehmlich bestehend aus Gesprächen und Erklärungen – nicht zwingend auftrat, insbesondere wenn der Zustand des Patienten entsprechende Konversationen nicht ermöglichte. Folglich wird an dieser Stelle ein „pDieBEH“ eingeführt. In der Erhebung trat der Prozess mit einer Wahrscheinlichkeit von 56,25 % auf. Folglich wird hier pDieBEH als bernoulliverteilt angenommen. Somit wird bei jedem Simulationslauf mit der angegebenen Wahrscheinlichkeit entschieden, ob der Prozess stattfindet. Die weitere Besonderheit betrifft die Prozesse im Block Die\_\_C. Hier werden alle drei Prozess als „Fixed“ definiert. Einerseits weil die Prozesse DieLAC und DieDOC nur je einmal beobachtet werden konnten, andererseits, weil bei intermittierenden Dialysen mit Citrat auf Intensivstationen von einer 1:1-Betreuung durch das Dialysepersonal ausgegangen werden soll.<sup>23</sup> Die Zeit des DieBEC beschreibt somit die Zeit zwischen dem Ende des Anschluss und dem Beginn des Abschlusses abzüglich der Zeiten für Labor und Betreuung.<sup>24</sup> Um jedoch im weiteren Verlauf der Arbeit den Einfluss der Notwendigkeit der 1:1-Betreuung diskutieren zu können, führt das Modell ein „sDieBEC“ in der Berechnung ein. sDieBEC dient hierbei als Schaltvariable mit „eins“ für „mit 1:1-Betreuung“ und „null“ für „ohne 1:1-Betreuung“.

---

<sup>23</sup> Vgl. DGfN 2022, S. 11.

<sup>24</sup> Vgl. Krohn 2014, S. 66.

*Die\_\_X*

X Name	Distribution	Parameters	Preview
DieGVX	Lognormal	Location: 7,267 Scale: 0,33511	
DieGNX	Lognormal	Location: 6,0013 Scale: 0,54772	
DieWEX	Lognormal	Location: 7,5048 Scale: 0,21615	
Y Name	Equation	Spec Limits (Optional)	
Die__X	DieGVX+DieGNX+DieWEX	LSL:	USL:

*Die\_\_S*

X Name	Distribution	Parameters	Preview
DieANS	Truncated Normal	Mean: 1,099,1 St Dev: 303,956 Lower: 0 Upper: —	
DieABS	Weibull	Shape: 1,4186 Scale: 401,394 Threshold: 910,974	
Y Name	Equation	Spec Limits (Optional)	
Die__S	DieANS+DieABS	LSL:	USL:

*Die\_\_K*

X Name	Distribution	Parameters	Preview
DieANK	Weibull	Shape: 1,3009 Scale: 560,763 Threshold: 288,975	
DieABK	Truncated Normal	Mean: 656,571 St Dev: 217,16 Lower: 0 Upper: —	
Y Name	Equation	Spec Limits (Optional)	
Die__K	DieANK+DieABK	LSL:	USL:

*Die\_\_H*

X Name	Distribution	Parameters	Preview
DieBEH	Weibull	Shape: 1,0591 Scale: 221,951 Threshold: 18,5362	
DieDOH	Lognormal	Location: 5,8416 Scale: 0,53039	
pDieBEH	Bernoulli	Probability: 0,5625	
Y Name	Equation	Spec Limits (Optional)	
Die__H	pDieBEH*DieBEH+DieDOH	LSL:	USL:

*Die\_\_C*

X Name	Distribution	Parameters	Preview
DieLAC	Fixed	Value: 1,116	
DieBEC	Fixed	Value: 12,225	
DieDOC	Fixed	Value: 924	
Y Name	Equation	Spec Limits (Optional)	
Die__C	DieLAC+sDieBEC*DieBEC+DieDOC	LSL:	USL:

**Abbildung 4.4** Modellinputs und Berechnungen – Prozessbereich „Die“. (Quelle: Eigene Darstellung erstellt mit Minitab Workspace)

Zusätzlich zu den bisher betrachteten Zeiten soll je Verfahren die Stationsarbeit DixSTX, welche bei der Erhebung intermittierender Verfahren erhoben wurde, einbezogen wurde (siehe Abbildung 4.5).

### DixSTX

X Name	Distribution	Parameters			Preview
DixST	Weibull	Shape: 1,5596	Scale: 2,854,2	Threshold: 659,451	

Y Name	Equation	Spec Limits (Optional)	
DixSTX	sDixST*DixST	LSL:	USL:

**Abbildung 4.5** Modellinputs und Berechnungen – Prozessbereich „DixSTX“. (Quelle: Eigene Darstellung erstellt mit Minitab Workspace)

DixSTX ergibt sich im Modell aus DixST multipliziert mit einer Schaltvariable sDixSTX. Die Schaltvariable wurde eingeführt, um den Einfluss der Stationsarbeit quantifizieren zu können. Die Abweichung bei DixST (ohne X) begründet sich durch den Umstand, dass im Modell die Outputbezeichnung (DixSTX) und Inputbezeichnung (DixST) nicht identisch sein dürfen.

Die weiteren zu betrachtenden Prozesse sind die Personaleinsatzzeiten des Dialysepersonals auf Intensivstationen bei kontinuierlichen Verfahren (Dce), deren Inputwerte in Abbildung 4.6 aufgezeigt werden:

- unabhängige Prozesse – Dce\_\_X
- Abhängigkeit Heparin – Dce\_\_H
- Abhängigkeit Citrat – Dce\_\_C

Es wird deutlich, dass Unterschiede für das Dialysepersonal ausschließlich in den Vor- und Nachbereitungszeiten bestehen. Wichtig für das Modell ist jedoch, dass der Prozessblock „Dce\_\_X“ den Wechselprozess (Abschluss mit nachfolgendem erneutem Anschluss) beschreibt. Den Erstanschluss bzw. den Letztabschluss bei kontinuierlichen Verfahren wird das Modell in weiteren Schritten integrieren, sobald die Verfahrenslaufzeit zusätzlich Beachtung findet.

Für das Personal auf Intensivstationen bei kontinuierlichen Dialyseverfahren (Ice) fallen Prozesse rund um die Uhr an. Die Erhebung fand während der Analyse von Harmsen et al.<sup>25</sup> jedoch nur im Zeitraum von 06 bis 22 Uhr statt. Im Folgenden wird davon ausgegangen, dass der Aufwand zwischen 18 und 22 Uhr identisch zum Aufwand zwischen 22 bis 02 Uhr und 02 bis 06 Uhr ist, der Wert

<sup>25</sup> Harmsen et al. 2015.

*Dce\_X*

X Name	Distribution	Parameters				Preview
DceGVX	Truncated Normal	Mean: 1,418,46	St Dev: 460,507	Lower: 0	Upper: —	
DceANX	Lognormal	Location: 6,4964	Scale: 0,60365			
DceABX	Weibull	Shape: 3,3299	Scale: 501,11	Threshold: 0		
DceGNX	Weibull	Shape: 1,372	Scale: 399,541	Threshold: 73,7966		
DceWHX	Lognormal	Location: 5,3354	Scale: 0,27448			
DceWRX	Lognormal	Location: 4,995	Scale: 0,20786			

Y Name	Equation	Spec Limits (Optional)
Dce_X	DceWHX+DceGVX+DceABX+DceANX+DceGNX+DceWRX	LSL: USL:

*Dce\_H*

X Name	Distribution	Parameters				Preview
DceVNH	Truncated Normal	Mean: 295,333	St Dev: 146,678	Lower: 0	Upper: —	

Y Name	Equation	Spec Limits (Optional)
Dce_H	DceVNH	LSL: USL:

*Dce\_C*

X Name	Distribution	Parameters				Preview
DceVNC	Truncated Normal	Mean: 407,846	St Dev: 211,678	Lower: 0	Upper: —	

Y Name	Equation	Spec Limits (Optional)
Dce_C	DceVNC	LSL: USL:

**Abbildung 4.6** Modellinputs und Berechnungen – Prozessbereich „Dce“. (Quelle: Eigene Darstellung erstellt mit Minitab Workspace)

von 18 bis 22 Uhr also dreifach in das Modell eingebracht werden kann. Weiterhin wird jeder Prozess mit der beschriebenen Eintrittswahrscheinlichkeit (z. B. „pIceGE0610) hinterlegt. Hierbei wird wiederum auf eine Bernoulli-Verteilung zurückgegriffen. Neben dem Prozessblock „Ice\_X“ ist bei Verfahren mittels Citrat noch der Block „Ice\_C“ zu berücksichtigen. Abbildung 4.7 und Abbildung 4.8 zeigen die Inputwerte und Berechnungen der einzelnen Prozessblöcke auf.

Neben der Addition der Prozesszeiten unter Berücksichtigung der Eintrittswahrscheinlichkeiten wird deutlich, dass zusätzlich ein „round(tce/24)“ in der Gleichung eingeführt wurde. „tce“ definiert hierbei die Laufzeit des kontinuierlichen Verfahrens in Stunden „time – continuous – external“. Mit Hilfe des Ausdrucks „round“ wird je auf einen vollen Tag bzw. aufgerundet. Da im weiteren Verlauf der Arbeit jedoch nur „ganztägige“ Stundenwerte als Input betrachtet werden, sind Abweichungen durch diese Definition ausgeschlossen.

Ice\_X

X Name	Distribution	Parameters	Preview
IceGE0610	Lognormal	Location: 4,1191 Scale: 1,0516	
IceWD0610	Lognormal	Location: 4,9318 Scale: 0,69919	
IceEF0610	Weibull	Shape: 1,1074 Scale: 121,206 Threshold: 131,198	
IceMB0610	Truncated Normal	Mean: 220 St Dev: 84,3 Lower: 0 Upper: —	
IceGE1014	Truncated Normal	Mean: 127,429 St Dev: 80,0601 Lower: 0 Upper: —	
IceWD1014	Truncated Normal	Mean: 205,2 St Dev: 106,826 Lower: 0 Upper: —	
IceEF1014	Lognormal	Location: 5,6477 Scale: 0,57579	
IceMB1014	Truncated Normal	Mean: 235 St Dev: 72,9292 Lower: 0 Upper: —	
IceGE1418	Truncated Normal	Mean: 89,8 St Dev: 84,7125 Lower: 0 Upper: —	
IceWD1418	Weibull	Shape: 2,1948 Scale: 138,47 Threshold: 81,7931	
IceEF1418	Lognormal	Location: 6,0506 Scale: 0,30404	
IceMB1418	Truncated Normal	Mean: 146 St Dev: 48,5077 Lower: 0 Upper: —	
IceGE1822	Weibull	Shape: 1,1889 Scale: 40,4177 Threshold: 39,1247	
IceWD1822	Weibull	Shape: 2,7632 Scale: 82,8254 Threshold: 0	
IceEF1822	Weibull	Shape: 2,5733 Scale: 208,503 Threshold: 117,847	
IceMB1822	Truncated Normal	Mean: 178 St Dev: 9,1652 Lower: 0 Upper: —	
pIceGE0610	Bernoulli	Probability: 0,5217	
pIceWD0610	Bernoulli	Probability: 0,3478	
pIceEF0610	Bernoulli	Probability: 0,8696	
pIceMB0610	Bernoulli	Probability: 0,2174	
pIceGE1014	Bernoulli	Probability: 0,4706	
pIceWD1014	Bernoulli	Probability: 0,2941	
pIceEF1014	Bernoulli	Probability: 0,7647	
pIceMB1014	Bernoulli	Probability: 0,2353	
pIceGE1418	Bernoulli	Probability: 0,8571	
pIceWD1418	Bernoulli	Probability: 0,8571	
pIceEF1418	Bernoulli	Probability: 0,8571	
pIceMB1418	Bernoulli	Probability: 0,4286	
pIceGE1822	Bernoulli	Probability: 0,5714	
pIceWD1822	Bernoulli	Probability: 0,4286	
pIceEF1822	Fixed	Value: 1	
pIceMB1822	Bernoulli	Probability: 0,4286	

Y Name	Equation	Spec Limits (Optional)
Ice_X	(IceGE0610*pIceGE0610+IceWD0610*pIceWD0610+IceEF0610*pIceEF0610 +IceMB0610*pIceMB0610+IceGE1014*pIceGE1014+IceWD1014*pIceWD1014 +IceEF1014*pIceEF1014+IceMB1014*pIceMB1014+IceGE1418*pIceGE1418 +IceWD1418*pIceWD1418+IceEF1418*pIceEF1418+IceMB1418*pIceMB1418 +IceGE1822*pIceGE1822+IceWD1822*pIceWD1822+IceEF1822*pIceEF1822 +IceMB1822*pIceMB1822+IceGE1822*pIceGE1822+IceWD1822*pIceWD1822 +IceEF1822*pIceEF1822+IceMB1822*pIceMB1822+IceGE1822*pIceGE1822 +IceWD1822*pIceWD1822+IceEF1822*pIceEF1822+IceMB1822*pIceMB1822)*round(tc2/24)	LSL:      USL:

**Abbildung 4.7** Modellinputs und Berechnungen – Prozessbereich „Ice\_X“. (Quelle: Eigene Darstellung erstellt mit Minitab Workspace)

*Ice\_C*

X Name	Distribution	Parameters	Preview
IceWC0610	Lognormal	Location: 4,6796 Scale: 0,47476	
IceWC1014	Weibull	Shape: 2,3698 Scale: 57,9307 Threshold: 26,9667	
IceWC1418	Weibull	Shape: 16,0992 Scale: 62,5978 Threshold: 0	
IceWC1822	Weibull	Shape: 4,9658 Scale: 94,7027 Threshold: 0	
plceWC0610	Bernoulli	Probability: 0,3333	
plceWC1014	Bernoulli	Probability: 0,3571	
plceWC1418	Bernoulli	Probability: 0,4	
plceWC1822	Bernoulli	Probability: 0,333	

Y Name	Equation	Spec Limits (Optional)
Ice_C	$(IceWC0610 * plceWC0610 + IceWC1014 * plceWC1014 + IceWC1418 * plceWC1418 + IceWC1822 * plceWC1822 + IceWC1822 * plceWC1822) * round(Ice/24)$	LSL: USL:

**Abbildung 4.8** Modellinputs und Berechnungen – Prozessbereich „Ice\_C“. (Quelle: Eigene Darstellung erstellt mit Minitab Workspace)

Abschließend bleiben die Personalzeiten des Ärztlichen Dienstes anzuführen. Abweichend vom bisherigen Vorgehen werden an dieser Stelle ausschließlich die identifizierten Verteilungen dargelegt, nicht aber die Gleichungen. Ursache hierfür ist, dass es keine nach der Abhängigkeit von Shunt vs. Katheter oder Heparin vs. Citrat differenzierten Prozessblöcke gibt. Die Inputparameter werden in [Abbildung 4.9](#) dargestellt. Die Auswertungsmethodik nach intermittierenden oder kontinuierlichen Verfahren und nach Orten wird im nachfolgenden Kapitel beschrieben.

*Ärztlicher Dienst*

X Name	Distribution	Parameters	Preview
AidVIX	Lognormal	Location: 5,4413 Scale: 0,76249	
AieVIX	Lognormal	Location: 6,1494 Scale: 0,35634	
AceVIX	Weibull	Shape: 1,2448 Scale: 104,825 Threshold: 83,1684	
AieWEX	Weibull	Shape: 2,8153 Scale: 149,993 Threshold: 125,579	
AceWEX	Lognormal	Location: 4,6656 Scale: 0,27489	
AixDOX	Weibull	Shape: 1,4469 Scale: 801,679 Threshold: 1.040,93	

**Abbildung 4.9** Modellinputs – Prozessbereich „Ai“. (Quelle: Eigene Darstellung erstellt mit Minitab Workspace)

### 4.2.3.3 Auswertung nach Anzahl der Einflussfaktoren

Nachdem die einzelnen Prozessblöcke definiert wurden, erfolgt nun die weitere Zusammenfassung der Personaleinsatzzeiten unter Berücksichtigung der Anzahl der möglichen Einflussfaktoren. Hierbei werden die zuvor dargestellten Prozessblöcke so kombiniert, dass im Ergebnis die Personaleinsatzzeiten für jede Berufsgruppe je Dialyseverfahren resultieren. Um die unterschiedlichen Prozessausprägungen zu berücksichtigen, reicht der Detailgrad von „drei“ (Behandlungsort, Gefäßzugang, Antikoagulation) bis „null“ (unabhängig der Einflussgrößen) Einflussfaktoren. Unabhängig von der Anzahl der Einflussflussfaktoren erscheint dieses Vorgehen wie die Bildung eines „gewichteten Mittelwertes“. Dies ist jedoch nicht der Fall. Innerhalb der Simulation wird je Simulationslauf basierend auf Bernoulli-Verteilungen definiert, welche Verfahrensausprägungen vorliegen. Mit Hilfe der Modellgleichungen wird vorgegeben, welcher Wert je Simulationslauf in die Auswertung „über alle“ einfließt. Das Vorgehen wird im Auswertungsbereich „Di-Zwei“ gesondert beschrieben.

Im Bereich der intermittierenden Verfahren ist es möglich, für die Prozesszeiten des Dialysepersonals zwischen drei bis null Einflussfaktoren zu differenzieren. Da der Ort nun auch ein Einflussfaktor sein kann, werden die Blöcke der Simulation „Di-Drei“, „Di-Zwei“, „Di-Eins“ und „Di-Null“ definiert, wobei „Di“ für Dialysepersonal bei intermittierenden Verfahren steht.

#### Di-Drei

Y Name	Equation	Spec Limits (Optional)	
Did_Katheter_Heparin	$Di \times STX + Did\_X + Did\_K + Did\_H$	LSL:	USL:
Did_Katheter_Citrat	$Di \times STX + Did\_X + Did\_K + Did\_C$	LSL:	USL:
Did_Shunt_Heparin	$Di \times STX + Did\_X + Did\_S + Did\_H$	LSL:	USL:
Did_Shunt_Citrat	$Di \times STX + Did\_X + Did\_S + Did\_C$	LSL:	USL:
Die_Katheter_Heparin	$Di \times STX + Die\_X + Die\_K + Die\_H$	LSL:	USL:
Die_Katheter_Citrat	$Di \times STX + Die\_X + Die\_K + Die\_C$	LSL:	USL:
Die_Shunt_Heparin	$Di \times STX + Die\_X + Die\_S + Die\_H$	LSL:	USL:
Die_Shunt_Citrat	$Di \times STX + Die\_X + Die\_S + Die\_C$	LSL:	USL:

**Abbildung 4.10** Berechnungen – Prozessbereich „Di-Drei“. (Quelle: Eigene Darstellung erstellt mit Minitab Workspace)

Bei drei klar definierten Abhängigkeiten (Behandlungsort, Gefäßzugang, Antikoagulation) ergeben sich folglich acht Kombinationsmöglichkeiten ( $2^3$ ). In der Abbildung 4.10 wird ersichtlich, dass sich die Prozesse jeweils aus der Stationsarbeit, den unabhängigen Prozesszeiten sowie den Prozesszeiten der jeweiligen

Abhängigkeit zusammensetzen. Wird nun in einem weiteren Schritt der Detailgrad reduziert – also werden nur noch zwei Abhängigkeiten betrachtet – so liegt die Vermutung nahe, dass nur noch vier Prozessausprägungen existieren ( $2^2$ ). Da jedoch nicht definiert ist, welche der drei Abhängigkeiten (Behandlungsort, Gefäßzugang, Antikoagulation) „vernachlässigt“ sein soll, muss die Auswertung berücksichtigen, dass jede dieser Abhängigkeiten „egal“ sein kann. Folglich ergeben sich die vier Prozessausprägungen je dreimal ( $3 \cdot 2^2$ ), insgesamt also zwölf Teilergebnisse für „Di-Zwei“. Die Ausprägungen sind in Abbildung 4.11 dargestellt.

### Di-Zwei

Y Name	Equation	Spec Limits (Optional)	
Did_Katheter	Did_Katheter_Heparin*aidH+if(aidH=1;0;1)*Did_Katheter_Citrat	LSL:	USL:
Did_Shunt	Did_Shunt_Heparin*aidH+if(aidH=1;0;1)*Did_Shunt_Citrat	LSL:	USL:
Did_Heparin	Did_Katheter_Heparin*aidK+if(aidK=1;0;1)*Did_Shunt_Heparin	LSL:	USL:
Did_Citrat	Did_Katheter_Citrat*aidK+if(aidK=1;0;1)*Did_Shunt_Citrat	LSL:	USL:
Die_Katheter	Die_Katheter_Heparin*aiEH+if(aiEH=1;0;1)*Die_Katheter_Citrat	LSL:	USL:
Die_Shunt	Die_Shunt_Heparin*aiEH+if(aiEH=1;0;1)*Die_Shunt_Citrat	LSL:	USL:
Die_Heparin	Die_Katheter_Heparin*aiEK+if(aiEK=1;0;1)*Die_Shunt_Heparin	LSL:	USL:
Die_Citrat	Die_Katheter_Citrat*aiEK+if(aiEK=1;0;1)*Die_Shunt_Citrat	LSL:	USL:
Dix_Katheter_Heparin	Did_Katheter_Heparin*aid+if(aid=1;0;1)*Die_Katheter_Heparin	LSL:	USL:
Dix_Katheter_Citrat	Did_Katheter_Citrat*aid+if(aid=1;0;1)*Die_Katheter_Citrat	LSL:	USL:
Dix_Shunt_Heparin	Did_Shunt_Heparin*aid+if(aid=1;0;1)*Die_Shunt_Heparin	LSL:	USL:
Dix_Shunt_Citrat	Did_Shunt_Citrat*aid+if(aid=1;0;1)*Die_Shunt_Citrat	LSL:	USL:

**Abbildung 4.11** Berechnungen – Prozessbereich „Di-Zwei“. (Quelle: Eigene Darstellung erstellt mit Minitab Workspace)

Die Gleichungen zeigen, dass jeweils stets eine Abhängigkeit ausgeblendet wird. So beschreibt „Did\_Katheter“ ein intermittierendes Verfahren auf der Dialyseabteilung (d) mittels des Gefäßzugangs „Katheter“, die Antikoagulation wird vernachlässigt. Um Verfahren beider Antikoagulationen einzubeziehen, müssen Werte der Verfahren Did\_Katheter\_Heparin und Did\_Katheter\_Citrat einbezogen werden – ohne dieses je Simulationslauf zu gewichten. Hierzu wird eine Bernoulli-Verteilung genutzt, die mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit, definiert als „aidH“ für Heparin den Wert 1 und für Citrat den Wert 0 annimmt. Die Gleichung

$$\begin{aligned} Did\_Katheter &= Did\_Katheter\_Heparin * aidH \\ &+ if(aidH = 1; 0; 1) * Did\_Katheter\_Citrat \end{aligned}$$

erklärt sich wie folgt. Ist in einem Simulationslauf  $aidH = 1$  so bezieht die Analyse den Wert  $Did\_Katheter\_Heparin$  ein. Ist  $aidH = 0$ , so ist  $Did\_Katheter\_Heparin * aidH$  ebenfalls null. Zusätzlich wird durch  $if(aidH = 1;0;1)$  (wenn  $aidH = 1$  dann „0“, sonst „1“) der Wert für  $Did\_Katheter\_Citrat$  einbezogen. Je Simulationslauf geht entweder der Wert für ein Verfahren mit Heparin oder Citrat in die Analyse ein – es erfolgt keine Gewichtung. Gleiches gilt analog für die weiteren Gleichungen, wobei neben  $aidH$  weitere Anteile mittels Bernoulli-Verteilungen in die Analyse integriert werden. Dies sind im Bereich „Di-Zwei“:

- $aidH$  – Anteil intermittierender Verfahren mit Heparin auf Dialyseabteilung
- $aidK$  – Anteil intermittierender Verfahren mit Katheter auf Dialyseabteilung
- $aiEH$  – Anteil intermittierender Verfahren mit Heparin auf Intensivstation
- $aiEK$  – Anteil intermittierender Verfahren mit Katheter auf Intensivstation
- $aid$  – Anteil intermittierender Verfahren auf Dialyseabteilung

Als Gegenwert sind jeweils die Anteile „ $aidC$ “, „ $aidS$ “, „ $aiEC$ “, „ $aiES$ “ und „ $aiE$ “ zu definieren, wobei deren Einbezug in die Gleichungen durch die Nutzung von  $if(ai. = 1;0;1)$  nicht notwendig ist.

Im weiteren Schritt erfolgt die Reduktion auf ausschließlich eine Abhängigkeit. Da auch hier jeweils Ort, Gefäßzugang oder Antikoagulation ausgeblendet werden könne, resultieren in Summe sechs Möglichkeiten ( $3 * 2^1$ ). Die resultierenden Berechnungen sind in Abbildung 4.12 dargestellt.

#### Di-Eins

Y Name	Equation	Spec Limits (Optional)	
Did_Katheter	$Did\_Katheter * aid + if(aid = 1;0;1) * Die\_Katheter$	LSL:	USL:
Did_Shunt	$Did\_Shunt * aid + if(aid = 1;0;1) * Die\_Shunt$	LSL:	USL:
Did_Heparin	$Did\_Heparin * aid + if(aid = 1;0;1) * Die\_Heparin$	LSL:	USL:
Did_Citrat	$Did\_Citrat * aid + if(aid = 1;0;1) * Die\_Citrat$	LSL:	USL:
Did_V1	$Did\_Katheter * aidK + if(aidK = 1;0;1) * Did\_Shunt$	LSL:	USL:
Did_V2	$Did\_Heparin * aidH + if(aidH = 1;0;1) * Did\_Citrat$	LSL:	USL:
Die_V1	$Die\_Katheter * aiEK + if(aiEK = 1;0;1) * Die\_Shunt$	LSL:	USL:
Die_V2	$Die\_Heparin * aiEH + if(aiEH = 1;0;1) * Die\_Citrat$	LSL:	USL:

**Abbildung 4.12** Berechnungen – Prozessbereich „Di-Eins“. (Quelle: Eigene Darstellung erstellt mit Minitab Workspace)

Die Abbildung zeigt acht Gleichungen wobei „ $Did\_V1$ “ und „ $Did\_V2$ “ (also Dialysepersonal bei intermittierenden Verfahren auf der Dialyseabteilung) sowie „ $Die\_V1$ “ und „ $Die\_V2$ “ (also Dialysepersonal bei intermittierenden Verfahren

auf Intensivstationen) stets zum identischen Ergebnis kommen, jedoch über verschiedene Berechnungswege definiert sind. Integriert wurde dieser Schritt als Modellkontrolle. Abschließend ist es für die Prozesszeiten des Dialysepersonals bei intermittierenden Verfahren notwendig, das Ergebnis ohne Betrachtung von Behandlungsort, Gefäßzugang und Antikoagulation aufzuzeigen. Folglich verbleibt für „Di-Null“ nur ein Ergebnis, welches als „Dix“ (Dialysepersonal bei intermittierenden Verfahren) zu beschreiben ist. Die Abbildung 4.13 zeigt die Möglichkeiten zur Berechnung auf.

#### Di-Null

Y Name	Equation	Spec Limits (Optional)	
Dix_V1	$\text{if}(\{\text{aid}+\text{aidK}\}=2;1;0)*\text{Did\_Katheter}+\text{if}(\{\text{aid}+\text{aidS}\}=2;1;0)*\text{Did\_Shunt}+\text{if}(\{\text{aie}+\text{aieK}\}=2;1;0)*\text{Die\_Katheter}+\text{if}(\{\text{aie}+\text{aieS}\}=2;1;0)*\text{Die\_Shunt}$	LSL:	USL:
Dix_V2	$\text{if}(\{\text{aid}+\text{aidH}\}=2;1;0)*\text{Did\_Heparin}+\text{if}(\{\text{aid}+\text{aidC}\}=2;1;0)*\text{Did\_Citrat}+\text{if}(\{\text{aie}+\text{aieH}\}=2;1;0)*\text{Die\_Heparin}+\text{if}(\{\text{aie}+\text{aieC}\}=2;1;0)*\text{Die\_Citrat}$	LSL:	USL:
Dix_V3	$\text{Dix\_V1}*\text{aid}+\text{if}(\text{aid}=1;0;1)*\text{Die\_V1}$	LSL:	USL:
Dix_V4	$\text{Dix\_V2}*\text{aid}+\text{if}(\text{aid}=1;0;1)*\text{Die\_V2}$	LSL:	USL:

**Abbildung 4.13** Berechnungen – Prozessbereich „Di-Null“. (Quelle: Eigene Darstellung erstellt mit Minitab Workspace)

Um auch bei dieser Verdichtung ein funktionierendes Modell gewährleisten zu können, wurden vier verschiedene Rechenwege für „Dix\_V1“ bis „Dix\_V4“ aufgezeigt. Alle Varianten führen zum identischen Ergebnis.

Weiterhin müssen die Prozesszeiten des Dialysepersonals bei kontinuierlichen Verfahren auf Intensivstationen einbezogen werden. Da hierbei nur die Antikoagulation als Einflussparameter definiert wurde, resultieren nur die Blöcke „Dc-Eins“ und „Dc-Null“.

#### Dc-Eins

Y Name	Equation	Spec Limits (Optional)	
Dce_Heparin	$\text{Dce\_X}+\text{DceWHX}+\text{DceWRX}+2*(\text{Dce\_H}+\text{DceSTX})+\text{round}((\text{tce}-36,1)/72)*(\text{Dce\_X}+\text{Dce\_H}+\text{DceSTX})$	LSL:	USL:
Dce_Citrat	$\text{Dce\_X}+\text{DceWHX}+\text{DceWRX}+2*(\text{Dce\_C}+\text{DceSTX})+\text{round}((\text{tce}-36,1)/72)*(\text{Dce\_X}+\text{Dce\_C}+\text{DceSTX})$	LSL:	USL:

**Abbildung 4.14** Berechnungen – Prozessbereich „Dc-Eins“. (Quelle: Eigene Darstellung erstellt mit Minitab Workspace)

Die Berechnung von „Dce\_Heparin“ und „Dce\_Citrat“ (siehe Abbildung 4.14) weisen einige Besonderheiten auf. In Abschnitt 4.2.3.2 wurde aufgezeigt, dass

„Dce\_X“ den Wechselprozess beschreibt, also „Hinweg, Abschluss, Gerätenachbereitung, Gerätevorbereitung, Anschluss und Rückweg“. Wird ein Patient erstangeschlossen, also „Hinweg, Gerätevorbereitung, Anschluss, Rückweg“, und wird die Therapie beendet, also „Hinweg, Abschluss, Gerätenachbereitung, Rückweg“ so fallen für den ersten Anschluss und den letzten Abschluss zusätzlich zu Dce\_X noch je ein zusätzlicher Hin- bzw. Rückweg an (DceWHX und DceWRX). Weiterhin wird je Anschluss bzw. Abschluss einmal die Vor- und Nachbereitungsprozesse je nach Antikoagulation (Dce\_H bzw. Dce\_C) sowie die Stationsarbeit (DixSTX) angesetzt (also  $2 * (Dce\_H \text{ bzw. } Dce\_C + DixSTX)$ ). Weiterhin ist je Wechsel jeweils einmal Dce\_X, Dce\_H bzw. Dce\_C sowie DixSTX einzubeziehen. Die Anzahl der Wechsel wird definiert als „ $\text{round}((tce-36,1)/72)$ “. Ursächlich ist hierfür, dass ein Wechsel alle 72 Stunden vorzunehmen ist und „tce“ die Laufzeit in Stunden angibt. Bei einer Laufzeit von 71 bzw. 72 Stunden ergeben sich Werte von 0,4847 bzw. 0,4986, somit wird bis zu einer Laufzeit von 72 Stunden ohne Wechsel kalkuliert. Der Wert „ $(tce-36,1)/72$ “ vermeidet somit, dass bei einem Vielfachen von 72 Stunden fehlerhaft ein zusätzlicher Wechsel einkalkuliert wird. Wird auf die Unterscheidung nach Art der Antikoagulation verzichtet, ergibt sich ein „Dc-Null“ wie folgt (siehe Abbildung 4.15)

#### Dc-Null

Y Name	Equation	Spec Limits (Optional)	
Dce	$\text{if}(\text{aceH}=1;1;0)*\text{Dce\_Heparin}+\text{if}(\text{aceC}=1;1;0)*\text{Dce\_Citrat}$	LSL:	USL:

**Abbildung 4.15** Berechnungen – Prozessbereich „Dc-Null“. (Quelle: Eigene Darstellung erstellt mit Minitab Workspace)

Für die Prozesszeiten des Intensivpflegepersonals bei kontinuierlichen Verfahren resultieren ebenfalls nur die Blöcke für einen bzw. keinen Einflussparameter. Der vorgestellten Beschreibungslogik folgend ergeben sich die Blöcke „Ic-Eins“ und „Ic-Null“, deren Berechnungen in Abbildung 4.16 und Abbildung 4.17 dargestellt werden.

Es wird deutlich, dass sich die Prozesszeiten für Citrat ausschließlich durch zusätzliche Prozesse ergeben. Die Laufzeit von „tce“ muss hier nicht beachtet werden, da dies schon vormals bei der Beschreibung von Ice\_X bzw. Ice\_C vorgenommen wurde.

Für die Bestimmung von „Ice“, also den Prozesszeiten des Intensivpersonals bei kontinuierlichen Verfahren ist wiederum ein aceH, also der Anteil der kontinuierlichen Verfahren mit Heparin zu definieren. Weiterhin wird hier ebenfalls ein

*Ic-Eins*

Y Name	Equation	Spec Limits (Optional)	
Ice_Heparin	Ice_X	LSL:	USL:
Ice_Citrat	Ice_X+Ice_C	LSL:	USL:

**Abbildung 4.16** Berechnungen – Prozessbereich „Ic-Eins“. (Quelle: Eigene Darstellung erstellt mit Minitab Workspace)

*Ic-Null*

Y Name	Equation	Spec Limits (Optional)	
Ice	if(aceH=1;1;0)*Ice_Heparin+if(aceC=1;1;0)*Ice_Citrat	LSL:	USL:

**Abbildung 4.17** Berechnungen – Prozessbereich „Ic-Null“. (Quelle: Eigene Darstellung erstellt mit Minitab Workspace)

aceC definiert (Anteil der kontinuierlichen Verfahren mit Citrat) wobei sich dieser aus der Differenz  $1 - aceH$  ergibt. An dieser Stelle wäre anstatt  $if(aceC:1;1;0)$  ebenfalls  $if(aceH:1;0;1)$  inhaltlich identisch gewesen.

Als letzten Punkt der Personaleinsatzzeiten sind die Tätigkeiten des Ärztlichen Dienstes einzubeziehen. Prinzipiell können diese auch nach Ort unterschieden werden, jedoch sollen aus Übersichtlichkeitsgründen die ärztlichen Tätigkeiten in einem Block aufgezeigt werden, der – nicht komplett trennscharf – als „A-Null“ bezeichnet wird, da er zumindest bei kontinuierlichen Verfahren ohne vorhergehende Schritte keinen Einflussparameter definiert. Die Abbildung 4.18 zeigt die Berechnungen für den Ärztlichen Dienst auf.

*A-Null*

Y Name	Equation	Spec Limits (Optional)	
AidX	AidVIX+sAixDOX*AixDOX	LSL:	USL:
AieX	AieVIX+sAixDOX*AixDOX+AieWEX	LSL:	USL:
AioX	AidX*if(aid=1;1;0)+AieX*if(aie=1;1;0)	LSL:	USL:
AceX	(round(tce/24)+1)*(AceVIX+AceWEX)+(round((tce-36,1)/72)+2)*AixDOX*sAixDOX	LSL:	USL:

**Abbildung 4.18** Berechnungen – Prozessbereich „A-Null“. (Quelle: Eigene Darstellung erstellt mit Minitab Workspace)

In den ersten beiden Gleichungen werden die Zeiten bei intermittierenden Verfahren aufgezeigt, AidX bei Verfahren auf der Dialyseabteilung, AieX für Verfahren auf Intensivstationen. Weiterhin wird mit „sAixDOX“ eine Schaltvariable für den Dokumentationsaufwand eingefügt, um im weiteren Verlauf der

Auswertung den Einfluss der Dokumentation bestimmen zu können. Die Verdichtung der Visitenzeit ohne Berücksichtigung des Behandlungsortes erfolgt durch den bereits definierten Anteil intermittierender Verfahren auf der Dialyseabteilung „aid“ und seinen Gegenwert „aie“. Für die Gesamtzeit des Ärztlichen Dienstes bei kontinuierlichen Verfahren werden folgende Annahmen getroffen:

- Zeiten für Visiten und Wege fallen jeden Tag während der Behandlung an, da bei einer Laufzeit von z. B. 72 Stunden jedoch auch am Tag des Anschlusses sowie Abschlusses Visiten anfallen, wird die Anzahl der Visiten bzw. Wege als „ $\text{round}(tce/24) + 1$ “ definiert
- Der Dokumentationsaufwand AixDOX, erhoben während der Analyse der intermittierenden Verfahren gilt ebenso für kontinuierliche Verfahren. Der entsprechende Aufwand wird für jeden Wechsel sowie für den Tag des Anschlusses und des Abschlusses angesetzt. Er wird über den Ausdruck „ $(\text{round}(tce-36,1)/72) + 2$ “ definiert.

Ebenfalls wird für Personaleinsatzzeiten des Ärztlichen Dienstes die bereits definierte Schaltvariable „sAixDOX“ eingeführt.

Die bisherigen Ausführungen haben gezeigt, wie die Personaleinsatzzeiten im Modell zusammengeführt werden. Die Überführung in Personalkosten und die Integration von Material- und Medikamentenkosten wird in den folgenden Kapiteln vorgenommen.

#### 4.2.3.4 Integration von Personal und Materialkosten

Zur Integration der Personalkosten sind die Personaleinsatzminuten mit den Kostensätzen für die jeweiligen Personalkategorien zu gewichten. Hierzu werden die folgenden Kostensätze als Euro je Minute eingeführt:

- kD Minutensatz Dialysepersonal
- kA Minutensatz Ärztlicher Dienst
- kI Minutensatz Intensivpflegepersonal

Mittels „kD/60“, „kA/60“ bis „kI/60“ werden die Minutensätze in Euro je Sekunde überführt. Die Bezeichnungen der Outputs ändert sich durch das Vorstellen eines „K\_“. So wird aus der Prozesszeit „Did\_Katheter\_Heparin“ der Output „K\_Did\_Katheter\_Heparin“, welcher die Personalkosten angibt. Abbildung 4.19 zeigt die resultierenden Outputs. Die Berechnung der Personalminutensätze wird im Kapitel der Definition der Basisinputs (4.2.3.6) vorgenommen.

### Personalkosten nach Berufsgruppe

Y Name	Equation	Spec Limits (Optional)	
K_Did_Katheter_Heparin	Did_Katheter_Heparin*(kD/60)	LSL:	USL:
K_Did_Katheter_Citrat	Did_Katheter_Citrat*(kD/60)	LSL:	USL:
K_Did_Shunt_Heparin	Did_Shunt_Heparin*(kD/60)	LSL:	USL:
K_Did_Shunt_Citrat	Did_Shunt_Citrat*(kD/60)	LSL:	USL:
K_Die_Katheter_Heparin	Die_Katheter_Heparin*(kD/60)	LSL:	USL:
K_Die_Katheter_Citrat	Die_Katheter_Citrat*(kD/60)	LSL:	USL:
K_Die_Shunt_Heparin	Die_Shunt_Heparin*(kD/60)	LSL:	USL:
K_Die_Shunt_Citrat	Die_Shunt_Citrat*(kD/60)	LSL:	USL:
K_Did_Katheter	Did_Katheter*(kD/60)	LSL:	USL:
K_Did_Shunt	Did_Shunt*(kD/60)	LSL:	USL:
K_Did_Heparin	Did_Heparin*(kD/60)	LSL:	USL:
K_Did_Citrat	Did_Citrat*(kD/60)	LSL:	USL:
K_Die_Katheter	Die_Katheter*(kD/60)	LSL:	USL:
K_Die_Shunt	Die_Shunt*(kD/60)	LSL:	USL:
K_Die_Heparin	Die_Heparin*(kD/60)	LSL:	USL:
K_Die_Citrat	Die_Citrat*(kD/60)	LSL:	USL:
K_Dix_Katheter_Heparin	Dix_Katheter_Heparin*(kD/60)	LSL:	USL:
K_Dix_Katheter_Citrat	Dix_Katheter_Citrat*(kD/60)	LSL:	USL:
K_Dix_Shunt_Heparin	Dix_Shunt_Heparin*(kD/60)	LSL:	USL:
K_Dix_Shunt_Citrat	Dix_Shunt_Citrat*(kD/60)	LSL:	USL:
K_Dix_Katheter	Dix_Katheter*(kD/60)	LSL:	USL:
K_Dix_Shunt	Dix_Shunt*(kD/60)	LSL:	USL:
K_Dix_Heparin	Dix_Heparin*(kD/60)	LSL:	USL:
K_Dix_Citrat	Dix_Citrat*(kD/60)	LSL:	USL:
K_Did_V1	Did_V1*(kD/60)	LSL:	USL:
K_Did_V2	Did_V2*(kD/60)	LSL:	USL:
K_Die_V1	Die_V1*(kD/60)	LSL:	USL:
K_Die_V2	Die_V2*(kD/60)	LSL:	USL:
K_Dix_V1	Dix_V1*(kD/60)	LSL:	USL:
K_Dix_V2	Dix_V2*(kD/60)	LSL:	USL:
K_Dce_Heparin	Dce_Heparin*(kD/60)	LSL:	USL:
K_Dce_Citrat	Dce_Citrat*(kD/60)	LSL:	USL:
K_Dce	Dce*(kD/60)	LSL:	USL:
K_AidX	AidX*(kA/60)	LSL:	USL:
K_AieX	AieX*(kA/60)	LSL:	USL:
K_AixX	AixX*(kA/60)	LSL:	USL:
K_AceX	AceX*(kA/60)	LSL:	USL:
K_Ice_Heparin	Ice_Heparin*(kI/60)	LSL:	USL:
K_Ice_Citrat	Ice_Citrat*(kI/60)	LSL:	USL:
K_Ice	Ice*(kI/60)	LSL:	USL:

**Abbildung 4.19** Berechnung Personalkosten nach Berufsgruppe. (Quelle: Eigene Darstellung erstellt mit Minitab Workspace)

Ferner ist es notwendig, die Personalkosten je Verfahren zu bestimmen, d. h. die Personalkosten der beteiligten Berufsgruppen zu aggregieren. Hierzu werden die Personalkosten zusammengeführt. Es resultiert ein Output, welcher definiert mit „PK\_“ beginnt. So ergeben sich die gesamten Personalkosten einer intermittierenden Dialyse auf der Dialyseabteilung mit Katheter und Heparin aus „K\_Did\_Katheter\_Heparin“ und „K\_AidX“. Das Ergebnis bezeichnet sich aus „PK\_id\_Katheter\_Heparin“. In der Bezeichnung ist auffällig, dass die Definition der Berufsgruppen (hier „D“ und „A“) entfällt. Die im Modell berechneten Outputs werden in [Abbildung 4.20](#) dargestellt.

Zu beachten bleibt weiterhin, dass im Bereich der kontinuierlichen Verfahren „PK\_ce“ stets eine Schaltvariable „skI“ eingeführt wird. Diese Schaltvariable des Minutensatzes des Intensivpersonals erlaubt es, die Kosten der Intensivpflege zu Diskussionszwecken aus dem Modell zu entfernen.

Neben den Personalkosten sind weiterhin die Material- und Medikamentenkosten einzubeziehen. Hierbei soll zwischen den Blöcken der intermittierenden Verfahren „i-Materialkosten“ und der kontinuierlichen Verfahren „c-Materialkosten“ unterschieden werden. In den jeweiligen Blöcken sind die Medikamentenkosten – sofern sie nicht als laufzeitabhängig definiert wurden – inkludiert.

Wie bereits in [Abschnitt 4.2.1.1.2](#) beschrieben, sollen die Materialkosten als unverändertes Datum in die Analyse einfließen. Folglich werden diese nicht als in der Analyse zu variierende Basisinputs definiert, sondern hier als „fixed“ einbezogen. Insgesamt werden vier Optionen definiert, wobei „mix“ das Akronym für „Materialkosten bei intermittierenden Verfahren unabhängig vom Ort des Verfahrens“ darstellt:

- mixKH – bei Verwendung von Katheter und Heparin
- mixKC – bei Verwendung von Katheter und Citrat
- mixSH – bei Verwendung von Shunt und Heparin
- mixSC – bei Verwendung von Shunt und Citrat

Diese Optionen werden wie bei den Personalkosten wiederum verdichtet zu „einem“ bzw. „keinem“ Einflussparameter, also zu

- mixK
- mixS
- mixH
- mixC
- mid

*Personalkosten gesamt*

Y Name	Equation	Spec Limits (Optional)	
PK_id_Katheter_Heparin	$K\_Did\_Katheter\_Heparin + K\_AidX$	LSL:	USL:
PK_id_Katheter_Citrat	$K\_Did\_Katheter\_Citrat + K\_AidX$	LSL:	USL:
PK_id_Shunt_Heparin	$K\_Did\_Shunt\_Heparin + K\_AidX$	LSL:	USL:
PK_id_Shunt_Citrat	$K\_Did\_Shunt\_Citrat + K\_AidX$	LSL:	USL:
PK_je_Katheter_Heparin	$K\_Die\_Katheter\_Heparin + K\_AieX$	LSL:	USL:
PK_je_Katheter_Citrat	$K\_Die\_Katheter\_Citrat + K\_AieX$	LSL:	USL:
PK_je_Shunt_Heparin	$K\_Die\_Shunt\_Heparin + K\_AieX$	LSL:	USL:
PK_je_Shunt_Citrat	$K\_Die\_Shunt\_Citrat + K\_AieX$	LSL:	USL:
PK_id_Katheter	$K\_Did\_Katheter + K\_AidX$	LSL:	USL:
PK_id_Shunt	$K\_Did\_Shunt + K\_AidX$	LSL:	USL:
PK_id_Heparin	$K\_Did\_Heparin + K\_AidX$	LSL:	USL:
PK_id_Citrat	$K\_Did\_Citrat + K\_AidX$	LSL:	USL:
PK_je_Katheter	$K\_Die\_Katheter + K\_AieX$	LSL:	USL:
PK_je_Shunt	$K\_Die\_Shunt + K\_AieX$	LSL:	USL:
PK_je_Heparin	$K\_Die\_Heparin + K\_AieX$	LSL:	USL:
PK_je_Citrat	$K\_Die\_Citrat + K\_AieX$	LSL:	USL:
PK_ix_Katheter_Heparin	$K\_Dix\_Katheter\_Heparin + K\_AioX$	LSL:	USL:
PK_ix_Katheter_Citrat	$K\_Dix\_Katheter\_Citrat + K\_AioX$	LSL:	USL:
PK_ix_Shunt_Heparin	$K\_Dix\_Shunt\_Heparin + K\_AioX$	LSL:	USL:
PK_ix_Shunt_Citrat	$K\_Dix\_Shunt\_Citrat + K\_AioX$	LSL:	USL:
PK_ix_Katheter	$K\_Dix\_Katheter + K\_AioX$	LSL:	USL:
PK_ix_Shunt	$K\_Dix\_Shunt + K\_AioX$	LSL:	USL:
PK_ix_Heparin	$K\_Dix\_Heparin + K\_AioX$	LSL:	USL:
PK_ix_Citrat	$K\_Dix\_Citrat + K\_AioX$	LSL:	USL:
PK_id_V1	$K\_Did\_V1 + K\_AidX$	LSL:	USL:
PK_id_V2	$K\_Did\_V2 + K\_AidX$	LSL:	USL:
PK_je_V1	$K\_Die\_V1 + K\_AieX$	LSL:	USL:
PK_je_V2	$K\_Die\_V2 + K\_AieX$	LSL:	USL:
PK_ix_V1	$K\_Dix\_V1 + K\_AioX$	LSL:	USL:
PK_ix_V2	$K\_Dix\_V2 + K\_AioX$	LSL:	USL:
PK_je_Heparin	$K\_Dce\_Heparin + K\_AceX + K\_Jce\_Heparin * skl$	LSL:	USL:
PK_je_Citrat	$K\_Dce\_Citrat + K\_AceX + K\_Jce\_Citrat * skl$	LSL:	USL:
PK_je	$K\_Dce + K\_AceX + K\_Jce * skl$	LSL:	USL:

**Abbildung 4.20** Berechnung Personalkosten gesamt. (Quelle: Eigene Darstellung erstellt mit Minitab Workspace)

- mie
- mix

Letzte Definition wird im Modell wiederum mit mix\_V1 und mix\_V2 dargestellt. Hierbei handelt es sich erneut ausschließlich um eine Prüfung der Modellgleichungen. „mix\_V1“ und „mix\_V2“ führen zum identischen Ergebnis. Im

Folgenden sind die Inputs sowie die Berechnung der Werte nach zwei, einer bzw. keinem Einflussparameter dargestellt. Die Berechnung folgt der zuvor bei den Personaleinsatzzeiten vorgestellten Logik. Relevant sind wiederum die bereits definierten Anteile „aid“, „aidH“, „aidC“, „aidS“, „aidK“, „aie“, „aieH“, „aieC“, „aieS“ und „aieK“. Abbildung 4.21 zeigt die Inputs sowie Berechnungen.

*i-Materialkosten*

X Name	Distribution	Parameters	Preview
mixKH	Fixed	Value: 44,34	
mixKC	Fixed	Value: 64,24	
mixSH	Fixed	Value: 44,31	
mixSC	Fixed	Value: 64,21	

Y Name	Equation	Spec Limits (Optional)
mixK	$mixKH * I(aid + aidH = 2; 1,0) + mixKC * I(aid + aidC = 2; 1,0) + mixKH * I(aie + aieH = 2; 1,0) + mixKC * I(aie + aieC = 2; 1,0)$	LSL: USL:
mixS	$mixSH * I(aid + aidH = 2; 1,0) + mixSC * I(aid + aidC = 2; 1,0) + mixSH * I(aie + aieH = 2; 1,0) + mixSC * I(aie + aieC = 2; 1,0)$	LSL: USL:
mixH	$mixKH * I(aid + aidK = 2; 1,0) + mixSH * I(aid + aidS = 2; 1,0) + mixKH * I(aie + aieK = 2; 1,0) + mixSH * I(aie + aieS = 2; 1,0)$	LSL: USL:
mixC	$mixKC * I(aid + aidK = 2; 1,0) + mixSC * I(aid + aidS = 2; 1,0) + mixKC * I(aie + aieK = 2; 1,0) + mixSC * I(aie + aieS = 2; 1,0)$	LSL: USL:
mix_V1	$mixK * I(aid + aidK = 2; 1,0) + mixK * I(aie + aieK = 2; 1,0) + mixS * I(aid + aidS = 2; 1,0) + mixS * I(aie + aieS = 2; 1,0)$	LSL: USL:
mix_V2	$mixH * I(aid + aidH = 2; 1,0) + mixH * I(aie + aieH = 2; 1,0) + mixC * I(aid + aidC = 2; 1,0) + mixC * I(aie + aieC = 2; 1,0)$	LSL: USL:
mid	$mixKH * I(aidK + aidH = 2; 1,0) + mixKC * I(aidK + aidC = 2; 1,0) + mixSH * I(aidS + aidH = 2; 1,0) + mixSC * I(aidS + aidC = 2; 1,0)$	LSL: USL:
mie	$mixKH * I(aieK + aieH = 2; 1,0) + mixKC * I(aieK + aieC = 2; 1,0) + mixSH * I(aieS + aieH = 2; 1,0) + mixSC * I(aieS + aieC = 2; 1,0)$	LSL: USL:

**Abbildung 4.21** Inputs und Berechnung der Materialkosten intermittierender Verfahren. (Quelle: Eigene Darstellung erstellt mit Minitab Workspace)

Im Bereich der Materialkosten der kontinuierlichen Verfahren sind die Kosten für den Anschluss (AN), den Wechsel (CH) sowie den Abschluss (AB) einzubeziehen. Diese unterscheiden sich nach den Angaben in Abschnitt 4.2.1.2.2 nach der Antikoagulation (H vs. C), folglich ergeben sich Werte für:

- mceANH
- mceCHH
- mceABH
- mceCHC

## – mceABC

„mce“ definiert hierbei „Materialkosten bei kontinuierlichen Verfahren für Intensivstationen. Neben diesen Kosten sind die laufzeitabhängigen Kosten einzubeziehen. Diese werden definiert als „mceHI“ bzw. „mceCI“, wobei diese die Kosten für einen Liter verbrauchtes Dialysat beschreiben. Weiterhin werden die Flussraten „fCVVH“ und „fCVVHD“ einbezogen. Diese definieren den Dialysatfluss in Milliliter je Stunde. Für das Modell ergeben sich Inputs und Berechnungen für die Material- und Medikamentenkosten bei kontinuierlichen Verfahren (siehe Abbildung 4.22).

*c-Materialkosten*

X Name	Distribution	Parameters	Preview
mceANH	Fixed	Value: 145,05	
mceCHH	Fixed	Value: 147,12	
mceABH	Fixed	Value: 3,31	
mceANC	Fixed	Value: 168,13	
mceCHC	Fixed	Value: 169,38	
mceABC	Fixed	Value: 3,31	
fCVVH	Fixed	Value: 900	
fCVVHD	Fixed	Value: 2.000	
mceHI	Fixed	Value: 2,14	
mceCI	Fixed	Value: 4,62	

Y Name	Equation	Spec Limits (Optional)
mceH	$mceANH + mceABH + \text{round}((tce - 36,1)/72) * mceCHH + (fCVVH/1000) * mceHI * tce$	LSL:      USL:
mceC	$mceANC + mceABC + \text{round}((tce - 36,1)/72) * mceCHC + (fCVVHD/1000) * mceCI * tce$	LSL:      USL:
mce	$mceH * \text{if}(aceH = 1; 1; 0) + mceC * \text{if}(aceC = 1; 1; 0)$	LSL:      USL:

**Abbildung 4.22** Inputs und Berechnung der Materialkosten kontinuierlicher Verfahren. (Quelle: Eigene Darstellung erstellt mit Minitab Workspace)

Für die Outputs „mceH“ und „mceC“ zeigt es sich, dass jeweils die Kosten für einen Anschluss sowie einen Abschluss einbezogen werden. Weiterhin errechnet sich die Anzahl der notwendigen Wechsel wiederum über „ $\text{round}((tce - 36,1)/72)$ “. Für die gleichmäßig über die Laufzeit anfallenden Kosten wird mit „ $fCVVH/1000$ “ bzw. „ $fCVVHD/1000$ “ der Verbrauch in Litern je Stunde bestimmt. Dieser wird mit dem Kostenwert je Liter („mceHI“ bzw. „mceCI“) sowie mit der Laufzeit in Stunden („tce“) multipliziert. Die Zusammenführung zu einem „mce“ erfolgt auf Basis der bereits beschriebenen Logik.

Abschließend zieht das Modell die Personal- sowie die Materialkosten zusammen. Hierbei ergeben sich die identischen Optionen wie im Bereich der „*Personalkosten gesamt*“. Waren diese mit „PK\_“ beschrieben, so werden die um die jeweiligen Material- und Medikamentenkosten ergänzten Personalkosten nun als Gesamtkosten „GK\_“ beschrieben. Abbildung 4.23 zeigt die Berechnung der Gesamtkosten auf.

### Gesamtkosten

Y Name	Equation	Spec Limits (Optional)	
GK_id_Katheter_Heparin	PK_id_Katheter_Heparin+mixKH	LSL:	USL:
GK_id_Katheter_Citrat	PK_id_Katheter_Citrat+mixKC	LSL:	USL:
GK_id_Shunt_Heparin	PK_id_Shunt_Heparin+mixSH	LSL:	USL:
GK_id_Shunt_Citrat	PK_id_Shunt_Citrat+mixSC	LSL:	USL:
GK_ie_Katheter_Heparin	PK_ie_Katheter_Heparin+mixKH	LSL:	USL:
GK_ie_Katheter_Citrat	PK_ie_Katheter_Citrat+mixKC	LSL:	USL:
GK_ie_Shunt_Heparin	PK_ie_Shunt_Heparin+mixSH	LSL:	USL:
GK_ie_Shunt_Citrat	PK_ie_Shunt_Citrat+mixSC	LSL:	USL:
GK_id_Katheter	PK_id_Katheter+mixK	LSL:	USL:
GK_id_Shunt	PK_id_Shunt+mixS	LSL:	USL:
GK_id_Heparin	PK_id_Heparin+mixH	LSL:	USL:
GK_id_Citrat	PK_id_Citrat+mixC	LSL:	USL:
GK_ie_Katheter	PK_ie_Katheter+mixK	LSL:	USL:
GK_ie_Shunt	PK_ie_Shunt+mixS	LSL:	USL:
GK_ie_Heparin	PK_ie_Heparin+mixH	LSL:	USL:
GK_ie_Citrat	PK_ie_Citrat+mixC	LSL:	USL:
GK_ix_Katheter_Heparin	PK_ix_Katheter_Heparin+mixKH	LSL:	USL:
GK_ix_Katheter_Citrat	PK_ix_Katheter_Citrat+mixKC	LSL:	USL:
GK_ix_Shunt_Heparin	PK_ix_Shunt_Heparin+mixSH	LSL:	USL:
GK_ix_Shunt_Citrat	PK_ix_Shunt_Citrat+mixSC	LSL:	USL:
GK_ix_Katheter	PK_ix_Katheter+mixK	LSL:	USL:
GK_ix_Shunt	PK_ix_Shunt+mixS	LSL:	USL:
GK_ix_Heparin	PK_ix_Heparin+mixH	LSL:	USL:
GK_ix_Citrat	PK_ix_Citrat+mixC	LSL:	USL:
GK_id	PK_id_V1+mid	LSL:	USL:
GK_ie	PK_ie_V1+mie	LSL:	USL:
GK_ix_V1	PK_ix_V1+mix_V1	LSL:	USL:
GK_ix_V2	PK_ix_V2+mix_V2	LSL:	USL:
GK_ce_Heparin	PK_ce_Heparin+mceH	LSL:	USL:
GK_ce_Citrat	PK_ce_Citrat+mceC	LSL:	USL:
GK_ce	PK_ce+mce	LSL:	USL:

**Abbildung 4.23** Berechnung Gesamtkosten. (Quelle: Eigene Darstellung erstellt mit Minitab Workspace)

Es resultieren folglich Ergebnisse, die Personal- sowie Materialkosten beinhalten. Diese reichen vom Detailgrad mit bis zu drei Einflussparametern wie „GK\_id\_Katheter\_Heparin“ – intermittierend, Dialyseabteilung, Katheter, Heparin – bis zu keinem Einflussfaktor „GK\_ix\_V1“ bzw. „GK\_ix\_V2“, also intermittierende Dialyse ohne Berücksichtigung von Behandlungsort, Gefäßzugang und Antikoagulation.

#### 4.2.3.5 Gesamtübersicht Monte-Carlo-Simulation

Nachdem das Modell Schritt für Schritt erläutert wurde, soll an dieser Stelle ein Gesamtüberblick gegeben werden. Bedingt durch die Vielzahl der In- und Outputs ist die Übersichtlichkeit der Beziehungen eingeschränkt, jedoch wurden diese mit Hilfe der Gleichungen in den vorangegangenen Schritten deutlich aufgezeigt. Die Modellabbildung befindet in Anhang „G“ im elektronischen Zusatzmaterial. Die Abbildung dient vorrangig der Darstellung der Inputs („blau“) sowie der Outputs („rot“), unabhängig davon ob es sich um Zwischenergebnisse oder Gesamtergebnisse handelt. Während die Inputs in Teilen – sei es durch fixierte Werte oder Verteilungen – bereits definiert wurden, existieren Inputs, die im weiteren Verlauf der Arbeit je Szenario variiert werden bzw. im Rahmen der Diskussion Bedeutung gewinnen. Diese Inputs sollen als „Basisinputs“ definiert werden, und werden hier nochmals hervorgehoben.

##### *Basisinputs – Schaltvariablen:*

- sDieBEC (Notwendigkeit einer 1:1-Betreuung bei intermittierenden Dialysen mit Citrat auf Intensivstationen [ja = 1; nein = 0])
- sDixSTX – Einbezug der Stationsarbeit [ja = 1; nein = 0]
- sAixDOX – Einbezug Dokumentations-/ Überwachungsaufwand [ja = 1; nein = 0]
- skI – Einbezug der Kosten des Intensivpflegepersonals [ja = 1; nein = 0]

##### *Basisinputs – Personalminutensätze*

- kD, kA, kI – Personalminutensätze des Dialysepersonals, der Intensivpflege, des Ärztlichen Dienstes

##### *Basisinputs – Anteile*

- aidH, aidK, aieH, aieK, aid, aceH – Anteile zum Gefäßzugang, zur Antikoagulation und zum Behandlungsort

*Basisinput – Laufzeit*

- tce – Laufzeit eines kontinuierlichen Dialyseverfahrens

Je Szenario liegt die Anzahl der Simulationsläufe bei 10.000, d. h. für jeden Output liegen stets 10.000 Ergebnisse vor.

**4.2.3.6 Definition der Basisinputs**

Für die Auswertung der Personaleinsatzzeiten sowie der Kosten an der Universitätsmedizin Greifswald wird das bereits definierte Szenario „Universitätsmedizin Greifswald – Prognosejahr 2019“ herangezogen. Die Behandlungsanteile sind in Tabelle 4.12 dargestellt.

**Tabelle 4.12** Eingangsdaten Universitätsmedizin Greifswald – Prognosejahr 2019

OPS-Kode	Szenario – P-UMG 2019
8–853.7	11,92 %
8–853.8	0,12 %
8–854.2	28,67 %
davon „innen“	79,43 %
davon „außen“	20,57 %
8–854.3	25,01 %
davon „innen“	58,08 %
davon „außen“	41,92 %
8–854.4	2,80 %
8–854.6	3,99 %
8–854.7	27,26 %
SONSTIGE	0,22 %

Quelle: Eigene Darstellung basierend auf Datenexport LORENZO

Hieraus sind die Anteile aidH, aieH, aidK, aieK, aid, aceH zu berechnen. *aidH* – Anteil der intermittierenden Verfahren auf der Dialyseabteilung mit Heparin Zur Berechnung werden hierbei die Werte der OPS 8–854.2 und 8–854.3 herangezogen und der Anteil der Antikoagulation Heparin unter Berücksichtigung des Behandlungsortes ermittelt:

$$aidH = \frac{\alpha_{8-854.2} * \beta_{8-854.2}}{\alpha_{8-854.2} * \beta_{8-854.2} + \alpha_{8-854.3} * \beta_{8-854.3}}$$

mit:

aidH	Anteil intermittierender Dialyseverfahren mit Heparin auf Dialyseabteilung
$\alpha_{8-854.2}$ bzw. $\alpha_{8-854.3}$	prozentualer Anteil OPS-Kode gemäß Tabelle 4.12
$\beta_{8-854.2}$ bzw. $\beta_{8-854.3}$	prozentualer Anteil des betrachteten OPS-Kode auf Dialyseabteilung gemäß Tabelle 4.12

also:

$$aidH = \frac{0,2867 * 0,7943}{0,2867 * 0,7943 + 0,2501 * 0,5808} = 0,610631$$

*ai eH – Anteil der intermittierenden Verfahren auf Intensivstationen mit Heparin*

Ebenfalls werden hier die Werte der OPS 8–854.2 und 8–854.3 herangezogen, jedoch müssen nun die Werte für externe Stationen einbezogen werden.

$$ai eH = \frac{\alpha_{8-854.2} * \gamma_{8-854.2}}{\alpha_{8-854.2} * \gamma_{8-854.2} + \alpha_{8-854.3} * \gamma_{8-854.3}}$$

mit:

ai eH	Anteil intermittierender Dialyseverfahren mit Heparin auf externen Stationen
$\alpha_{8-854.2}$ bzw. $\alpha_{8-854.3}$	prozentualer Anteil OPS-Kode gemäß Tabelle 4.12
$\gamma_{8-854.2}$ bzw. $\gamma_{8-854.3}$	prozentualer Anteil des betrachteten OPS-Kode auf externen Stationen gemäß Tabelle 4.12

also:

$$ai eH = \frac{0,2867 * 0,2057}{0,2867 * 0,2057 + 0,2501 * 0,4192} = 0,360061$$

*aidK* sowie *aieK* – Anteil der intermittierenden Verfahren mit dem Gefäßzugang Katheter (auf der Dialyseabteilung bzw. Intensivstation)

Der Wert *aidK* kann aufgrund nicht vorliegender Daten nur angenommen werden. So wird davon ausgegangen, dass der Anteil der intermittierenden Verfahren mittels Dialysekatheter auf der Dialyseabteilung bei 33,33 % liegt (*aidK*) und bei 66,67 % auf Intensivstationen (*aieK*).

*aid* – Anteil der intermittierenden Verfahren auf der Dialyseabteilung

Zur Ermittlung des Anteils sind die Verfahren auf der Dialyseabteilung ins Verhältnis zu allen Verfahren zu setzen. Auf Basis der vorliegenden Prozentwerte ergibt sich folglich:

$$aid = \frac{\alpha_{8-854.2} * \beta_{8-854.2} + \alpha_{8-854.3} * \beta_{8-854.3}}{\alpha_{8-854.2} + \alpha_{8-854.3}}$$

mit:

<i>aid</i>	Anteil intermittierender Verfahren auf der Dialyseabteilung
$\alpha_{8-854.2}$ bzw. 8-854.3	prozentualer Anteil OPS-Kode gemäß Tabelle 4.12
$\beta_{8-854.2}$ bzw. 8-854.3	prozentualer Anteil des betrachteten OPS-Kode auf Dialyseabteilung (d) gemäß Tabelle 4.12

also:

$$aid = \frac{0,2867 * 0,7943 + 0,2501 * 0,5808}{0,2867 + 0,2501} = 0,694829$$

*aceH* – Anteil der kontinuierlichen Verfahrenstage mit Heparin (bzw. identisch zu Anteil CVVH)

Der Anteil ergibt sich aus dem Verhältnis der Verfahrenstage der OPS 8-853.7 im Verhältnis zu den Verfahrenstagen der OPS 8-853.7 sowie 8-854.7.<sup>26</sup>

$$aceH = \frac{\alpha_{8-853.7}}{\alpha_{8-853.7} + \alpha_{8-854.7}}$$

<sup>26</sup> Hinweis: Für das weitere Szenario „D 2019“ wird eine andere Berechnung zu Ermittlung des Heparinanteils herangezogen. Hierfür werden die Werte der OPS 8-853.7 (CVVH-H), OPS 8-854.6 (CVVHD-H) und OPS 8-855.7 (CVVHDF-H) ins Verhältnis zu den Verfahrenstagen der 8-853.7, 8-853.8, 8-854.6, 8-854.7, 8-855.7 sowie 8-855.8 gesetzt.

mit:

aceH Anteil kontinuierlicher Verfahren mit Heparin  
 $\alpha_{8-853.7}$  bzw.  $8-854.7$  prozentualer Anteil OPS-Kode gemäß Tabelle 4.12

also:

$$aceH = \frac{0,1192}{0,1192 + 0,2726} = 0,304234$$

### *Schaltvariablen und Verfahrenlaufzeit*

Die Schaltvariablen sDieBEC, sDixSTX, sAixDoX sowie skl werden jeweils auf den Wert „1“ fixiert. Folglich werden alle Prozesse und deren Kosten einbezogen. Ferner wird die Laufzeit einer intermittierenden Dialyse mit 48 Stunden angesetzt, da die entsprechenden OPS-Kodes (Laufzeit 24 bis 72 Stunden) deutschlandweit am häufigsten kodiert werden.<sup>27</sup>

### *Personalminutensätze*

Für die Dialyse- sowie die Intensivpflege wird von einer Eingruppierung in die Gruppe „KR9“ des Tarifvertrag für Pflegekräfte im Öffentlichen Dienst der Länder (TV-L Kr 2021) ausgegangen.<sup>28</sup> Es wird die Erfahrungsstufe 3 sowie eine Jahressonderzahlung in Höhe von 50 % eines Monatslohns angenommen. Der Arbeitgeberzuschlag zur Sozialversicherung wird mit 23,5 % definiert.<sup>29</sup> Folglich ergibt sich aus einem Arbeitnehmerbrutto von 3.539,13 € ein Jahresarbeitgeberbrutto in Höhe von 54.635,32 €. Unter Annahme von einer Personalverfügbarkeit von 200 Tagen im Jahr<sup>30</sup> und einer täglichen Arbeitszeit von acht Stunden ergibt sich ein Minutensatz von 0,57 €.

Für den Ärztlichen Dienst wird unter deckungsgleichen Annahmen zu Arbeitszeiten und Sozialversicherungsbeiträgen eine Eingruppierung in den „TV-Ärzte – Ärzte an Universitätskliniken“ in Gruppe Ä2 Stufe 3 aus dem Jahr 2021 angenommen.<sup>31</sup> Dies entspricht einem Arbeitnehmerbrutto in Höhe von

<sup>27</sup> RI Innovation GmbH 2022.

<sup>28</sup> Vgl. Niedersächsisches Finanzministerium 2019, S. 11.

<sup>29</sup> Vgl. Universität Greifswald 2022, S. 2.

<sup>30</sup> Hinweis: Ergibt sich aus 365 Tagen je Jahr abzüglich 104 Tagen Wochenende, 10 Feiertagen, 30 Tagen Urlaub, 16 Tagen Krankheit und fünf Tagen Abwesenheit für Fort- und Weiterbildung.

<sup>31</sup> Vgl. Tarifgemeinschaft deutscher Länder 2020, S. 39.

Basisinputs zu P-UMG 2019

X Name	Distribution	Parameters	Preview
sDieBEC	Fixed	Value: 1	
aidH	Bernoulli	Probability: 0,61063	
aidK	Bernoulli	Probability: 0,33333	
aiEH	Bernoulli	Probability: 0,36006	
aiEK	Bernoulli	Probability: 0,66666	
aid	Bernoulli	Probability: 0,69482	
tce	Fixed	Value: 48	
aceH	Bernoulli	Probability: 0,30423	
kD	Fixed	Value: 0,57	
kA	Fixed	Value: 1,19	
ki	Fixed	Value: 0,57	
sDivSTX	Fixed	Value: 1	
sAivDOIX	Fixed	Value: 1	
ski	Fixed	Value: 1	

Y Name	Equation	Spec Limits (Optional)
aidC	1-aidH	LSL: USL:
aidS	1-aidK	LSL: USL:
aiEC	1-aiEH	LSL: USL:
aiES	1-aiEK	LSL: USL:
aiE	1-aid	LSL: USL:
aceC	1-aceH	LSL: USL:

**Abbildung 4.24** Basisinputs zu P-UMG 2019. (Quelle: Eigene Darstellung erstellt mit Minitab Workspace)

7.396,90 €. <sup>32</sup> Es ergibt sich ein Personalminutensatz in Höhe von 1,19 €. Auch wenn hier das Prognosejahr 2019 und das Datenjahr 2021 nicht übereinstimmen, so ist durchaus davon auszugehen, dass der Wert von 1,19 € auch 2019 für die Universitätsmedizin Greifswald als angemessen betrachtet werden kann. So lag der Wert laut Controlling im Jahr 2015 bei 1,07 €/Minute, <sup>33</sup> was bei einem jährlichen Wachstum von ca. 2,5 % einem Wert von ca. 1,19 €/Minute im Jahr 2019 entspräche.

Auf Basis der in diesem Kapitel getätigten Berechnungen ergeben sich für das Basisszenario „Universitätsmedizin Greifswald – Prognosejahr 2019 (P-UMG 2019)“ die Modellinputs (siehe Abbildung 4.24).

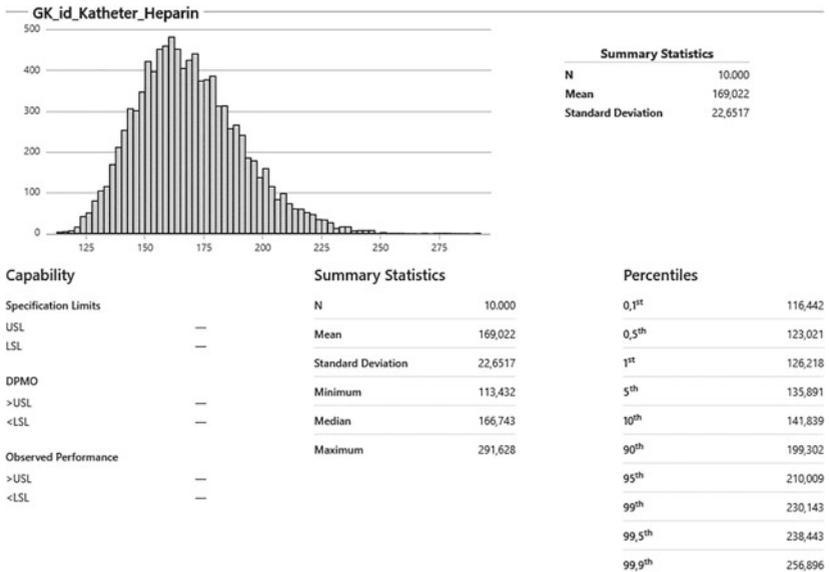
<sup>32</sup> Hinweis: Dies entspricht weiterhin in etwa dem Ä“ Stufe 4 des TV-Ärzte an kommunalen Krankenhäusern.

<sup>33</sup> Vgl. Opitz 2016, S. 52.

## 4.3 Ergebnisse

### 4.3.1 Vorbemerkungen

Im Kapitel der Methodik wurde die Vielzahl der Outputs aufgezeigt. Die Monte-Carlo-Simulation erzeugt für jeden Output eine Ergebnisdarstellung basierend auf 10.000 Simulationsläufen. Für jeden Output liegen eine graphische Darstellung sowie statistische Informationen vor. Die Übersicht in Abbildung 4.25 soll die vorliegenden Daten je Output am Beispiel der Gesamtkosten einer intermittierenden Dialyse mit Katheter und Heparin (GK\_id\_Katheter\_Heparin) visualisieren.



**Abbildung 4.25** Ergebnisübersicht GK\_id\_Katheter\_Heparin. (Quelle: Eigene Darstellung erstellt mit Minitab Workspace)

Es wird ersichtlich, dass zu jedem Output die Kennzahlen zum Mittelwert, Median, Minimum, Maximum, zur Standardabweichung sowie die dargestellten Perzentile vorliegen. Die Achsenbeschriftung der Abbildung ergibt sich aus dem dargestellten Output. Handelt es sich um Prozesszeiten, stellt die Abszisse den Wert in Sekunden dar, handelt es sich um Kosten, sind die Werte in Euro

angegeben. Die Ordinate stellt die Häufigkeit der Beobachtungen innerhalb der Simulation dar.

Aufgrund der Fülle der Outputs sollen im weiteren Verlauf der Arbeit nicht alle Ergebnisse für alle Outputs vorgestellt werden, sondern nur die zentralen Outputs. Anstatt der soeben vorgestellten Präsentationsform wird im weiteren Verlauf der Arbeit vorrangig auf eine tabellarische Darstellung zurückgegriffen. Hierbei sollen folgende statistische Kenngrößen vorrangig angeführt werden:

- Mittelwert
- Standardabweichung
- Median
- 90. Perzentil
- Minimum
- Maximum
- Homogenitätskoeffizient

Bei der Darstellung von Sekundenwerten wird hierbei auf Nachkommastellen verzichtet, Eurowerte werden mit jeweils zwei Nachkommastellen angegeben.

Mit Hilfe der angeführten Werte lässt sich die Unsicherheit über die tatsächlichen Prozesszeiten bzw. Kosten in Teilen quantifizieren. So ist der, über Mittelwert und Standardabweichung berechnete, Homogenitätskoeffizient ein Maß für die Gleichartigkeit der Werte innerhalb der betrachteten Gruppe. Je größer dieser Wert ist, desto unwahrscheinlicher ist das Auftreten von Ausreißern einzuschätzen. Ergänzt wird die Betrachtung durch die Angabe des 90. Perzentils. Der Wert zeigt somit auf, mit welchem zeitlichen Aufwand bzw. mit welchen Kosten für die 10 % der aufwändigsten Verfahren innerhalb der Betrachtungsgruppe mindestens zu rechnen ist. Gleichwohl basieren die Ergebnisse jeweils auf 10.000 Simulationsläufen. Die bei kleinen Verfahrenszahlen resultierende Unsicherheit bzw. das Risiko von höheren Durchschnittskosten und höheren Streuungen beim Auftreten von Ausreißern ist somit in großen Teilen ausgeblendet. Um aber auch diesen Effekt zu berücksichtigen, ist im Abschnitt [5.3.1.7](#) innerhalb der vergleichenden Diskussion und Szenarienanalyse ein Unterkapitel zu Unsicherheiten durch Verfahrenszahlveränderungen eingefügt.

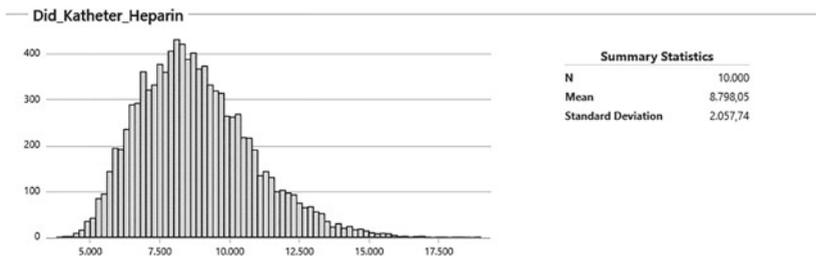
## 4.3.2 Prozesszeiten

### 4.3.2.1 Dialysepflege

#### 4.3.2.1.1 Intermittierende Verfahren

##### 4.3.2.1.1.1 Differenzierung nach drei Einflussparametern

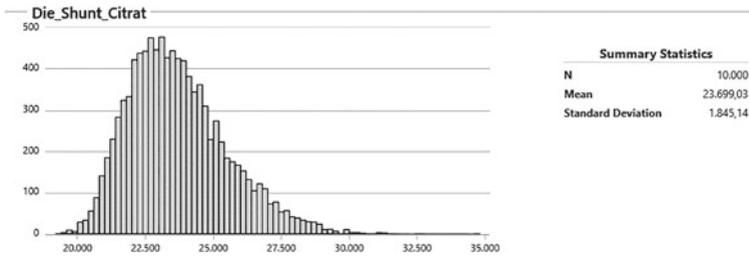
Die Differenzierung nach drei Parametern beinhaltet die gleichzeitige Unterscheidung nach Behandlungsort, Gefäßzugang sowie Antikoagulation. Im Rahmen der Simulation ergaben sich Mittelwerte zwischen 8.798 Sekunden für intermittierende Verfahren auf der Dialyseabteilung mit Katheter und Heparin sowie 23.699 Sekunden für intermittierende Verfahren auf Intensivstationen mit Shunt und Citrat. Folglich wird deutlich, dass selbst bei Betrachtung der Mittelwerte ein Verfahren ca. 2,7-fachen Personalaufwand verursacht. Die Abbildung 4.26 und die Abbildung 4.27 zeigen die Ergebnisse der Simulationsläufe dieser beiden Verfahren auf.



**Abbildung 4.26** Simulation Did\_Katheter\_Heparin. (Quelle: Eigene Darstellung erstellt mit Minitab Workspace)

Aus den Abbildungen wird deutlich, dass die Spannweite der Prozesszeiten relativ identisch zu sein scheint, die Prozesszeiten beim Verfahren auf der Intensivstation mit Citrat durch die 1:1-Betreuung jedoch höher und deutlich homogener sind. Generell ist bei einem hohen Grad der Differenzierung von einer hohen Homogenität auszugehen. Tabelle 4.13 zeigt die statistischen Daten aller acht Differenzierungsmöglichkeiten auf.

Es wird deutlich, dass die Mittelwerte relativ nah beieinanderliegen sofern es sich nicht um Verfahren mit Citrat auf Intensivstationen handelt. Die für diese Verfahren definierte durchgängige Anwesenheit der Dialysepflege erhöht den Mittelwert um einen in den Inputs definierten fixen Wert (DieBEC) zwischen dem Anschluss sowie dem Abschluss des Patienten. Folglich führt dies zu



**Abbildung 4.27** Simulation Die\_Shunt\_Citrat. (Quelle: Eigene Darstellung erstellt mit Minitab Workspace)

einem erhöhten Mittelwert – nicht jedoch zu einer sich erhöhenden Standardabweichung. Es resultiert ein höherer Homogenitätskoeffizient. So liegt dieser für Verfahren mittels Citrat auf Intensivstationen bei 0,92 bzw. 0,93. Die weiteren Verfahren liegen bei Homogenitätskoeffizienten zwischen 0,81 und 0,84. Folglich sind die Personaleinsatzzeiten innerhalb der einzelnen Differenzierungen als sehr homogen einzuschätzen. Mit sinkendem Differenzierungsgrad ist jedoch davon auszugehen, dass sich diese Homogenität verringern wird.

**Tabelle 4.13** Prozesszeiten bei Differenzierung nach drei Einflussparametern

Output	Mittelwert in s	Standardabweichung in s	Median in s	90. Perzentil in s	Minimum in s	Maximum in s	Homogenitätskoeffizient
Did_ Katheter_ Heparin	8.798	2.076	8.564	11.555	3.935	18.944	0,81
Did_ Katheter_ Citrat	9.588	2.046	9.353	12.312	4.691	19.893	0,82
Did_ Shunt_ Heparin	9.281	2.096	9.065	12.055	4.048	21.230	0,82
Did_ Shunt_ Citrat	10.071	2.094	9.834	12.856	4.651	20.897	0,83
Die_ Katheter_ Heparin	9.048	1.878	8.826	11.562	4.630	21.509	0,83
Die_ Katheter_ Citrat	22.787	1.857	22.556	25.302	18.417	34.858	0,92

(Fortsetzung)

**Tabelle 4.13** (Fortsetzung)

Output	Mittelwert in s	Standardabweichung in s	Median in s	90. Perzentil in s	Minimum in s	Maximum in s	Homogenitätskoeffizient
Die_ Shunt_ Heparin	9.959	1.866	9.716	12.509	5.277	21.278	0,84
Die_ Shunt_ Citrat	23.699	1.845	23.454	26.230	19.312	34.626	0,93

Quelle: Eigene Darstellung

#### 4.3.2.1.1.2 Differenzierung nach zwei Einflussparametern

Bei der Differenzierung nach zwei Einflussparametern wird jeweils einer der drei Einflussfaktoren (Behandlungsort, Gefäßzugang bzw. Antikoagulation) ausgeblendet. Folglich ergeben sich drei mal vier Kombinationsmöglichkeiten. Tabelle 4.14 zeigt die Ergebnisse.

Die Tabelle zeigt deutlich, dass die Vernachlässigung nur eines Einflussparameters deutlichen Einfluss auf die Homogenität innerhalb der Gruppen haben kann. Lag die Homogenität bei drei Einflussparametern noch zwischen 0,81 und 0,93, ergeben sich nun Gruppenhomogenitäten zwischen 0,68 und 0,92. So zeigt es sich, dass die Vernachlässigung des Einflussparameters „Gefäßzugang“ zu keiner nennenswerten Veränderung der Homogenität in den Gruppen führt. Die resultierenden Homogenitätskoeffizienten liegen zwischen 0,81 und 0,83 bzw. bei 0,92. Ebenfalls führt die Vernachlässigung des Einflussparameters der Antikoagulation auf der Dialyseabteilung zu einem Homogenitätskoeffizienten von 0,81 bzw. 0,82. Folglich ergibt sich ein identisches Niveau wie in der Unterteilung nach drei Einflussparametern.

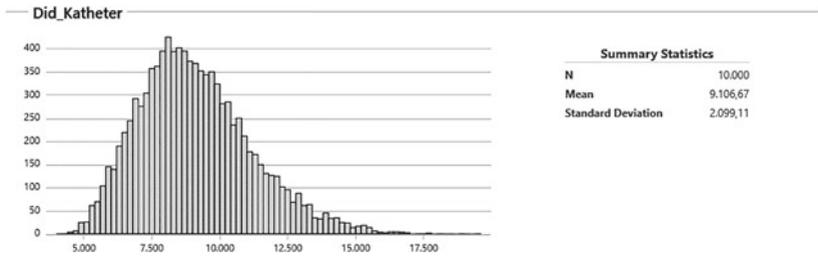
Wird jedoch auf Intensivstationen die Antikoagulation als Einflussparameter vernachlässigt, ergeben sich Homogenitätskoeffizienten von 0,72 bzw. 0,73. Wird statt der Antikoagulation der Behandlungsort ausgeblendet, ergeben sich für die Verfahren mittels Citrat Homogenitätskoeffizienten von je 0,68. Die Ursache dieses deutlichen Absinkens der Gruppenhomogenität wird in Abbildung 4.28 und Abbildung 4.29 deutlich. Abbildung 4.28 zeigt die Ergebnisse für Did\_Katheter. Der Homogenitätskoeffizient liegt bei 0,81, es sind Verfahren mit Heparin sowie mit Citrat enthalten, welche auf der Dialyseabteilung nur zu relativ geringen Differenzen in den Personalzeiten führen. Abbildung 4.29 zeigt die Simulation für Die\_Katheter, also alle intermittierenden Verfahren mit dem Gefäßzugang Katheter auf Intensivstationen. Es zeigen sich zwei „Peaks“. Diese zeigen geringe Prozesszeiten auf der Intensivstation bei Einsatz von Heparin (geringe Zeiten) und hohe Zeiten beim Einsatz von Citrat mit 1:1-Betreuung.

Die gleiche Argumentationslogik ist bei der Nichtbeachtung des Behandlungsortes anzuführen. Die Abbildung 4.30 zeigt die Prozesszeiten von Verfahren mittels Shunt und Citrat unabhängig vom Behandlungsort. Auch hier ergeben sich zwei „Peaks“. Auf der linken Seite befinden sich alle Verfahren mit Shunt und Citrat auf der Dialyseabteilung. Die rechte Seite zeigt alle Verfahren mit 1:1-Betreuung auf Intensivstationen. Es wird deutlich, dass sobald Verfahren mit Citrat auf Intensivstationen mit 1:1-Betreuung mit anderen Optionen zusammengefasst werden, ein deutlich verringerter Homogenitätskoeffizient resultiert.

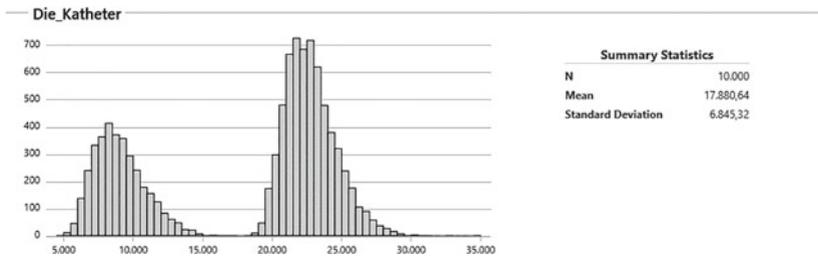
**Tabelle 4.14** Prozesszeiten bei Differenzierung nach zwei Einflussparametern

Output	Mittelwert in s	Standardabweichung in s	Median in s	90. Perzentil in s	Minimum in s	Maximum in s	Homogenitätskoeffizient
Did_Katheter	9.107	2.099	8.867	11.946	4.139	19.569	0,81
Did_Shunt	9.590	2.135	9.353	12.447	4.048	21.230	0,82
Die_Katheter	17.881	6.845	21.323	24.644	4.630	34.858	0,72
Die_Shunt	18.792	6.836	22.246	25.562	5.602	34.626	0,73
Did_Heparin	9.113	2.096	8.893	11.923	4.139	21.230	0,81
Did_Citrat	9.903	2.082	9.658	12.698	4.934	20.897	0,83
Die_Heparin	9.353	1.930	9.142	11.922	4.630	21.509	0,83
Die_Citrat	23.093	1.908	22.878	25.628	18.609	34.858	0,92
(Dix_)Katheter_ Heparin	8.862	2.009	8.651	11.558	3.935	18.944	0,82
(Dix_)Katheter_ Citrat	13.642	6.417	10.604	23.414	4.691	30.683	0,68
(Dix_)Shunt_ Heparin	9.487	2.043	9.279	12.214	4.048	21.230	0,82
(Dix_)Shunt_ Citrat	14.267	6.611	11.154	24.329	4.651	31.278	0,68

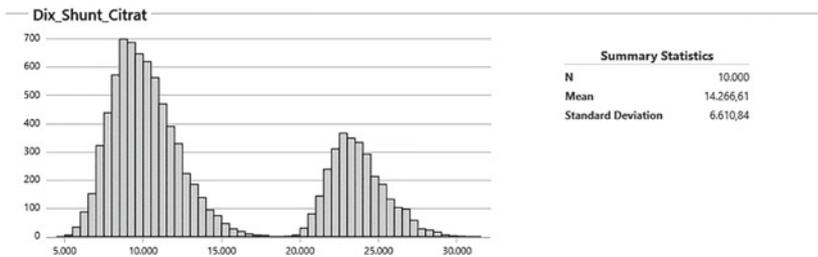
Quelle: Eigene Darstellung



**Abbildung 4.28** Simulation Did\_Katheter. (Quelle: Eigene Darstellung erstellt mit Minitab Workspace)



**Abbildung 4.29** Simulation Die\_Katheter. (Quelle: Eigene Darstellung erstellt mit Minitab Workspace)



**Abbildung 4.30** Simulation Dix\_Shunt\_Citrat. (Quelle: Eigene Darstellung erstellt mit Minitab Workspace)

#### 4.3.2.1.1.3 Differenzierung nach einem Einflussparameter

Bei der Betrachtung ausschließlich eines Einflussfaktors wird entweder nach der Antikoagulation, dem Gefäßzugang oder dem Ort des intermittierenden

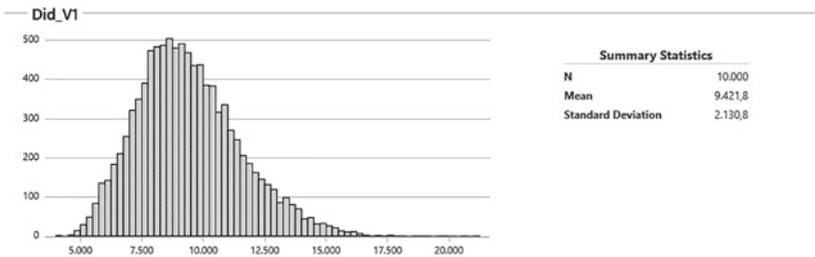
**Tabelle 4.15** Prozesszeiten bei Differenzierung nach einem Einflussparameter

Output	Mittelwert in s	Standardabweichung in s	Median in s	90. Perzentil in s	Minimum in s	Maximum in s	Homogenitätskoeffizient
(Dix_)Katheter	11.773	5.798	9.514	22.545	4.139	30.683	0,67
(Dix_)Shunt	12.398	5.936	10.079	23.425	4.048	30.997	0,68
(Dix_)Heparin	9.182	2.039	8.987	11.916	4.139	21.230	0,82
(Dix_)Citrat	13.961	6.417	10.951	23.777	4.934	30.997	0,69
Did	9.421	2.131	9.191	12.302	4.139	21.230	0,82
Die	18.186	6.862	21.595	25.005	4.630	34.858	0,73

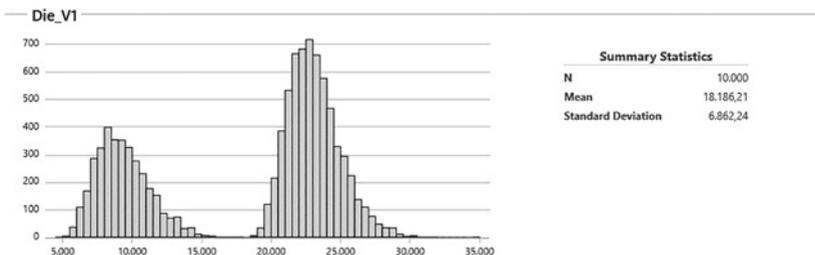
Quelle: Eigene Darstellung

Verfahrens unterschieden. Tabelle 4.15 zeigt die Ergebnisse in der gewohnten Form auf.

Die Analyse zeigt, dass sich die Reduktion der betrachteten Einflussparameter deutlich auf die Homogenität auswirkt. So sind Koeffizienten zwischen 0,67 und 0,82 existent. Wird nach der Antikoagulation separiert, ergibt sich für intermittierende Verfahren mit Heparin ein Wert von 0,82. Ein identischer Wert resultiert, wenn alle Verfahren auf der Dialyseabteilung gemeinsam betrachtet werden (Did). Die pauschale Unterteilung nach dem Gefäßzugang bzw. dass pauschale Zusammenfassen von Verfahren mit Citrat resultieren in Homogenitätskoeffizienten unter 0,70. Ursächlich hierfür ist wiederum das Zusammenfassen von Verfahren mit und ohne Notwendigkeit einer 1:1-Betreuung. Abbildung 4.31 und Abbildung 4.32 zeigen die Prozesszeiten nach dem Behandlungsort, also auf der Dialyseabteilung (Did) und auf Intensivstationen (Die).



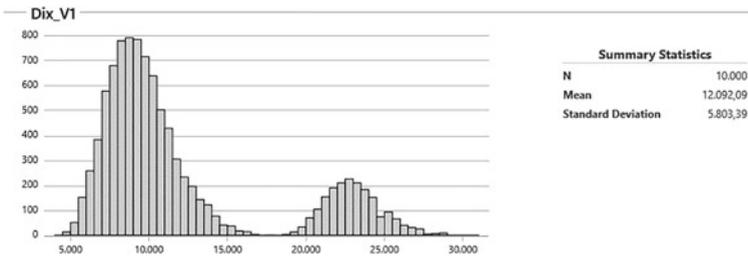
**Abbildung 4.31** Simulation Did\_V1. (Quelle: Eigene Darstellung erstellt mit Minitab Workspace)



**Abbildung 4.32** Simulation Die\_V1. (Quelle: Eigene Darstellung erstellt mit Minitab Workspace)

#### 4.3.2.1.1.4 Ohne Differenzierung nach Einflussparametern

Werden alle intermittierenden Verfahren ohne Definition von Einflussfaktoren betrachtet, ergibt sich das in Abbildung 4.33 dargestellte Ergebnis. Es zeigt sich ein Mittelwert von 12.092 Sekunden mit einer Standardabweichung von 5.803 Sekunden. Wiederum sind zwei Peaks auffällig- Während der linke Peak alle Verfahren mit Heparin und Verfahren mit Citrat auf der Dialyseabteilung enthält, stellt der rechte Peak die Verfahren mit Citrat auf Intensivstationen dar. Die statistischen Kenngrößen sind in Tabelle 4.16 angegeben.



**Abbildung 4.33** Simulation Dix\_V1. (Quelle: Eigene Darstellung erstellt mit Minitab Workspace)

**Tabelle 4.16** Prozesszeiten ohne Differenzierung nach Einflussparameter

Output	Mittelwert in s	Standardabweichung in s	Median in s	90. Perzentil in s	Minimum in s	Maximum in s	Homogenitätskoeffizient
Dix	12.092	5.803	9.850	22.859	4.139	30.997	0,68

Quelle: Eigene Darstellung

Über alle intermittierenden Verfahren zeigt sich ein Homogenitätskoeffizient von 0,68. Das Auswertungsvorgehen hat gezeigt, dass eine zunehmende Verdichtung verschiedener Prozessoptionen zu einem stetig sinkenden Homogenitätskoeffizienten führte.

#### 4.3.2.1.2 Kontinuierliche Verfahren

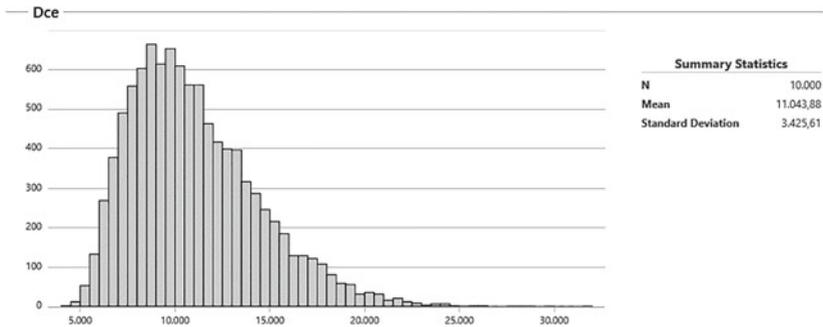
Für die Dialysepflege ergeben sich im Bereich der kontinuierlichen Verfahren Verfahrenszeiten für den Erstanschluss, den Wechsel bzw. den Abschluss des Patienten vom Gerät inklusive aller zuvor aufgeführten Tätigkeiten. Da in der Simulation von einer Verfahrenslaufzeit von 48 Stunden ausgegangen wird, stellen die Prozesszeiten die Gesamtzeiten für ein kontinuierliches Verfahren dar, in dem kein Systemwechsel notwendig wird. Unterscheidungen nach Heparin bzw. Citrat sind möglich, was in der vorliegenden Analyse mit der Unterscheidung zwischen CVVH und CVVHD gleichgesetzt werden kann. Tabelle 4.17 zeigt die Ergebnisstatistik für die Einteilung nach dem Einflussparameter der Antikoagulation und ohne Berücksichtigung dieses Einflusses auf.

**Tabelle 4.17** Prozesszeiten bei kontinuierlichen Verfahren

Output	Mittelwert in s	Standardabweichung in s	Median in s	90. Perzentil in s	Minimum in s	Maximum in s	Homogenitätskoeffizient
Dce_Heparin	10.880	3.417	10.285	15.522	3.883	31.908	0,76
Dce_Citrat	11.116	3.426	10.524	15.736	4.037	32.487	0,76
Dce	11.044	3.426	10.455	15.703	4.037	31.908	0,76

Quelle: Eigene Darstellung

Es wird deutlich, dass sich die Mittelwerte in den Simulationen kaum unterscheiden. Auch ergibt sich stets ein Homogenitätskoeffizient von 0,76. Für die Prozesszeiten der Dialysepflege scheint die Art der Antikoagulation bei kontinuierlichen Verfahren somit kaum Bedeutung zu besitzen. Abbildung 4.34 veranschaulicht die Verteilung der Prozesszeiten bei kontinuierlichen Verfahren ohne Berücksichtigung der Antikoagulation.



**Abbildung 4.34** Simulation Dce. (Quelle: Eigene Darstellung erstellt mit Minitab Workspace)

### 4.3.2.2 Ärztlicher Dienst

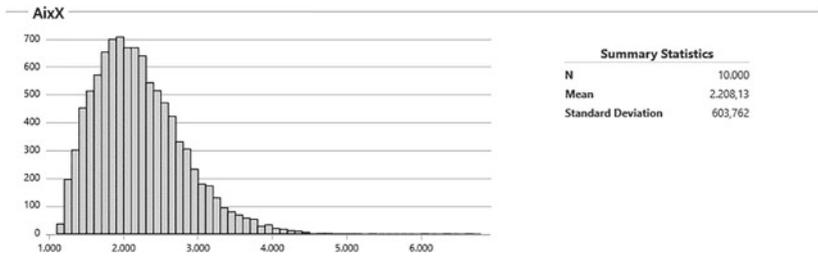
#### 4.3.2.2.1 Intermittierende Verfahren

Die Simulation für die Prozesszeiten des Ärztlichen Dienstes differenziert bei intermittierenden Verfahren ausschließlich nach dem Behandlungsort. Zusätzlich erfolgt eine Simulation der Prozesszeiten ohne Betrachtung des Behandlungsortes. Folglich können drei Ergebnisse präsentiert werden. Es zeigt sich, dass die Prozesszeit des Ärztlichen Dienstes bei Verfahren auf externen Stationen im Mittel ca. 22 Prozent über den Zeiten auf der Dialyseabteilung liegt. Die Prozesszeiten mit ca. 2.518 und 2.072 Sekunden je intermittierender Dialyse verteilen sich relativ homogen, die Homogenitätskoeffizienten liegen bei 0,78 und 0,82. Wird der Behandlungsort ausgeblendet, liegt der Wert bei 0,79. Folglich scheint die Bedeutung des Behandlungsortes für die Prozesszeiten eher zweitrangig zu sein. Tabelle 4.18 zeigt die Werte detailliert auf. Abbildung 4.35 zeigt die Prozesszeiten ohne Berücksichtigung des Behandlungsortes.

**Tabelle 4.18** Prozesszeiten des Ärztlichen Dienstes bei intermittierenden Verfahren

Output	Mittelwert in s	Standardabweichung in s	Median in s	90. Perzentil in s	Minimum in s	Maximum in s	Homogenitätskoeffizient
AidX	2.072	582	1.964	2.835	1.102	8.653	0,78
AieX	2.518	540	2.427	3.231	1.469	5.181	0,82
AixX	2.208	604	2.124	3.007	1.134	6.630	0,79

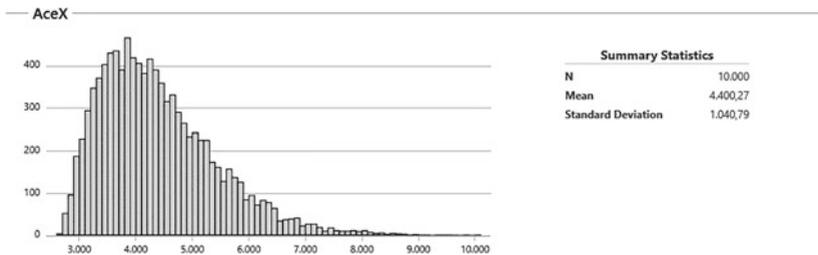
Quelle: Eigene Darstellung



**Abbildung 4.35** Simulation AixX. (Quelle: Eigene Darstellung erstellt mit Minitab Workspace)

#### 4.3.2.2 Kontinuierliche Verfahren

Im Rahmen von kontinuierlichen Verfahren ergibt sich für den Ärztlichen Dienst unter der Annahme einer Verfahrenslaufzeit von 48 Stunden eine Personalzeit von 4.400 Sekunden mit einer Standardabweichung von 1.041 Sekunden. Der Homogenitätskoeffizient liegt bei 0,81 und somit ca. auf dem Niveau der Koeffizienten bei intermittierenden Verfahren. [Abbildung 4.36](#) zeigt die Simulationsergebnisse und [Tabelle 4.19](#) stellt die Werte zusätzlich im Detail dar.



**Abbildung 4.36** Simulation AceX. (Quelle: Eigene Darstellung erstellt mit Minitab Workspace)

**Tabelle 4.19** Prozesszeiten des ärztlichen Dienstes bei kontinuierlichen Verfahren

Output	Mittelwert in s	Standardabweichung in s	Median in s	90. Perzentil in s	Minimum in s	Maximum in s	Homogenitätskoeffizient
AceX	4400	1041	4217	5806	2620	10047	0,81

Quelle: Eigene Darstellung

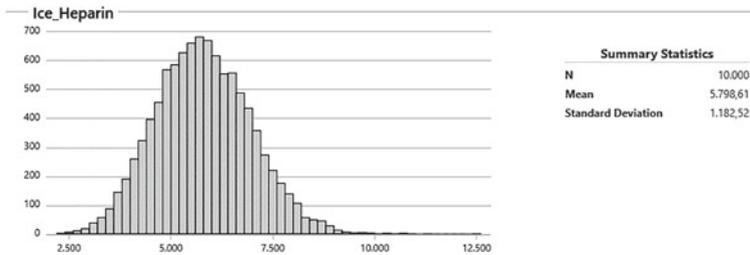
### 4.3.2.3 Intensivpflege bei kontinuierlichen Verfahren

Im Rahmen kontinuierlicher Verfahren sind die Prozesszeiten des Intensivpflegepersonals einzubeziehen. Die vorliegenden Werte beziehen sich auf die angesetzte Verfahrenslaufzeit von 48 Stunden (tce) und beschreiben die Zeit der dialysebezogenen Tätigkeiten des Intensivpflegepersonals. Es kann zwischen Verfahren mit Heparin und Citrat differenziert werden, wobei die vorliegende Differenzierung auch als Vergleich von CVVH mit Heparin und CVVHD mit Citrat angesehen werden kann. Neben dieser Differenzierung wird wiederum das Ergebnis ohne Betrachtung der Antikoagulation herangezogen. So liegt der mittlere Wert bei 48 Stunden Verfahrenslaufzeit bei 6.050 Sekunden mit einer Standardabweichung von 1.217 Sekunden, woraus ein Homogenitätskoeffizient von 0,83 folgt. Tabelle 4.20 zeigt die Ergebnisse im Detail. Abbildung 4.37 veranschaulicht exemplarisch die Verteilung der Prozesszeiten bei Verfahren mittels Citrat.

**Tabelle 4.20** Prozesszeiten der Intensivpflege bei kontinuierlichen Verfahren

Output	Mittelwert in s	Standardabweichung in s	Median in s	90. Perzentil in s	Minimum in s	Maximum in s	Homogenitätskoeffizient
Ice_ Heparin	5.799	1.183	5.753	7.315	2.248	12.567	0,83
Ice_ Citrat	6.156	1.217	6.107	7.730	2.357	12.567	0,83
Ice	6.050	1.217	6.005	7.626	2.320	12.567	0,83

Quelle: Eigene Darstellung



**Abbildung 4.37** Simulation Ice\_Citrat. (Quelle: Eigene Darstellung erstellt mit Minitab Workspace)

Es zeigt sich, dass selbst ohne Differenzierung der Homogenitätskoeffizient mit 0,83 hoch bleibt. Folglich scheint die Antikoagulation kein maßgeblicher Faktor für die Personalzeiten des Intensivpflegepersonals zu sein.

### 4.3.3 Verfahrenskosten

#### 4.3.3.1 Vorbemerkung

Nachdem im vorangegangenen Kapitel die Prozesszeiten detailliert vorgestellt wurden, sollen nun die Verfahrenskosten dargelegt werden. Prinzipiell ist hierbei folgendes Auswertungsvorgehen denkbar:

1. Vorstellung der Personalkosten nach Berufsgruppe
2. Vorstellung der aggregierten Personalkosten
3. Vorstellung der Materialkosten
4. Vorstellung der Gesamtkosten

Die aufgezeigte Reihenfolge mag stringent erscheinen, sie bietet jedoch eine Reihe von Nachteilen. So wären die Ergebnisse des ersten Punktes deckungsgleich mit den Ergebnissen des vorangegangenen Kapitels, da die Personalkosten ausschließlich aus der Gewichtung der Prozesszeiten mit den Minutensätzen resultieren. Die Vorstellung der aggregierten Personalkosten hätte nur geringe

Aussagekraft, da die Frage nach der Entscheidungsrelevanz einzelner Personalkosten – auch vor dem Hintergrund der noch anzusprechenden Pflegepersonalkostenausgliederung – unberücksichtigt bliebe. Die gesonderte Vorstellung der Materialkosten wäre ebenfalls von geringem Mehrwert, da diese zumeist fixierten Inputwerte im Kapitel der Methodik bereits ausführlich dargelegt wurden. Folglich resultiert der höchste Erkenntnisgewinn aus der Vorstellung und Diskussion der Gesamtkosten.

Im weiteren Verlauf sollen daher die Gesamtkosten auf allen Stufen der möglichen Differenzierung untersucht werden. Die angeführten statistischen Kenngrößen bleiben identisch zur Auswertung der Prozesszeiten, wobei die nun genutzte Einheit der Kostenwert in Euro ist. Nach der Vorstellung der Verfahrenskosten folgt die Diskussion zu den Prozesszeiten sowie den Gesamtkosten.

### **4.3.3.2 Intermittierende Verfahren**

#### **4.3.3.2.1 Differenzierung nach drei Einflussparametern**

Bei der Differenzierung nach den bekannten Optionen des Behandlungsortes, des Gefäßzugangs sowie der Antikoagulation ergeben sich je intermittierender Dialyse mittlere Kosten zwischen 169,02 € und 339,28 €. Die geringsten Durchschnittskosten verursachte die intermittierende Dialyse auf der Dialyseabteilung mit Katheter und Heparin (GK\_id\_Katheter\_Heparin), die höchsten mittleren Kosten verursacht die intermittierende Dialyse mit Shunt und Citrat (mit 1:1-Betreuung) auf Intensivstationen (GK\_ie\_Shunt\_Citrat). Tabelle 4.21 zeigt einen Überblick über alle acht möglichen Optionen.

Es wird ersichtlich, dass die Homogenitätskoeffizienten der Verfahrenskosten mit 0,88 bis 0,94 über den Homogenitätskoeffizienten der reinen Personalzeiten liegen. Ursächlich hierfür sind fixen Materialkosten je Option. Diese führen zu einer Erhöhung des Mittelwertes, nicht aber zu einer Erhöhung der Standardabweichung. Da sich die Materialkosten der Verfahren unterscheiden, ist bei einer Reduktion des Differenzierungsgrades von einem Absinken des Homogenitätskoeffizienten auch bedingt durch die Material- und Medikamentenkosten auszugehen. Zur graphischen Darstellung der Kostenverteilung werden die Verfahren „GK\_id\_Shunt\_Heparin“ und „GK\_ie\_Shunt\_Citrat“ in Abbildung 4.38 und Abbildung 4.39 dargestellt. Es wird deutlich, dass zwischen den Verfahren deutliche Mittelwertunterschiede vorliegen, während die Standardabweichungen vergleichbar sind.

**Tabelle 4.21** Gesamtkosten bei Differenzierung nach drei Einflussparametern

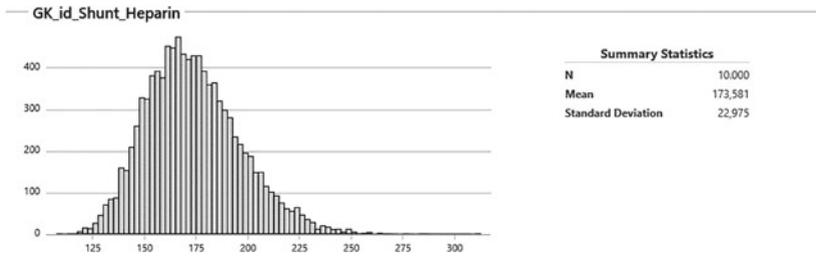
Output	Mittelwert in €	Standardabweichung in €	Median in €	90. Perzentil in €	Minimum in €	Maximum in €	Homogenitätskoeffizient
GK_id_ Katheter_ Heparin	169,02	22,65	166,74	199,30	113,43	291,63	0,88
GK_id_ Katheter_ Citrat	196,43	22,54	194,23	226,23	138,93	314,19	0,90
GK_id_ Shunt_ Heparin	173,58	22,98	171,39	204,16	109,84	310,87	0,88
GK_id_ Shunt_ Citrat	200,99	22,87	198,85	231,38	135,47	333,43	0,90
GK_ie_ Katheter_ Heparin	180,22	20,80	177,97	208,08	125,57	297,69	0,90
GK_ie_ Katheter_ Citrat	330,65	20,61	328,40	358,21	278,67	444,41	0,94

(Fortsetzung)

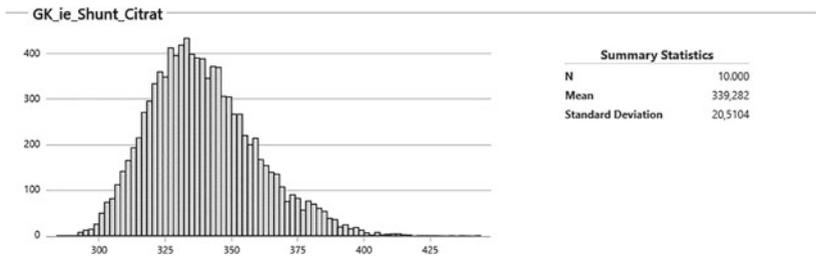
**Tabelle 4.21** (Fortsetzung)

Output	Mittelwert in €	Standardabweichung in €	Median in €	90. Perzentil in €	Minimum in €	Maximum in €	Homogenitätskoeffizient
GK_ie_ Shunt_ Heparin	188,85	20,70	186,58	216,24	134,16	295,47	0,90
GK_ie_ Shunt_ Citrat	339,28	20,51	336,94	366,70	285,88	442,17	0,94

Quelle: Eigene Darstellung



**Abbildung 4.38** Simulation GK\_id\_Shunt\_Heparin. (Quelle: Eigene Darstellung erstellt mit Minitab Workspace)



**Abbildung 4.39** Simulation GK\_ie\_Shunt\_Citrat. (Quelle: Eigene Darstellung erstellt mit Minitab Workspace)

#### 4.3.3.2 Differenzierung nach zwei Einflussparametern

Erfolgt eine Einteilung nach zwei der drei Einflussparameter sind zwölf Optionen zu berücksichtigen. Neben den Effekten der 1:1-Betreuung sind nun ebenfalls Effekte zu berücksichtigen, welche durch unterschiedliche Materialkosten resultieren. Tabelle 4.22 zeigt die zwölf Optionen auf.

Die Ergebnisse zeigen, dass der Homogenitätskoeffizient relativ stark sinkt sobald Verfahren auf Intensivstationen mit 1:1-Betreuung nicht separat betrachtet werden. Die resultierenden Koeffizienten liegen zwischen 0,78 und 0,80. Weiterhin wird ersichtlich, dass die Unterscheidung zwischen Katheter und Shunt auf der Dialyseabteilung zu Koeffizienten von 0,87 bzw. 0,88 führt, jedoch nur zu relativ geringen Mittelwertunterschieden (181,19 € zu 185,75 €). Erfolgt eine Einteilung nach Art der Antikoagulation steigt der Mittelwertunterschied (172,00 € zu 199,40 €) bedingt durch die unterschiedlichen Materialkosten bei Homogenitätskoeffizienten von 0,88 bzw. 0,90. Abbildung 4.40 sowie die Abbildung 4.41

**Tabelle 4.22** Gesamtkosten bei Differenzierung nach zwei Einflussparametern

Output	Mittelwert in €	Standardabweichung in €	Median in €	90. Perzentil in €	Minimum in €	Maximum in €	Homogenitätskoeffizient
GK_id_ Katheter	181,19	26,17	179,48	215,93	113,43	303,60	0,87
GK_id_ Shunt	185,75	26,45	183,99	220,41	109,84	313,53	0,88
GK_ie_ Katheter	273,37	69,35	303,77	345,14	129,39	424,51	0,80
GK_ie_ Shunt	282,00	69,27	312,54	353,74	140,42	425,61	0,80
GK_id_ Heparin	172,00	22,97	169,88	202,52	114,69	310,90	0,88
GK_id_ Citrat	199,40	22,84	197,21	229,47	140,49	333,46	0,90
GK_ie_ Heparin	183,11	21,21	181,05	211,52	128,70	296,66	0,90
GK_ie_ Citrat	333,54	21,02	331,41	361,83	281,32	444,38	0,94
GK_ix_ Katheter_ Heparin	172,33	22,76	170,74	202,00	113,43	278,10	0,88

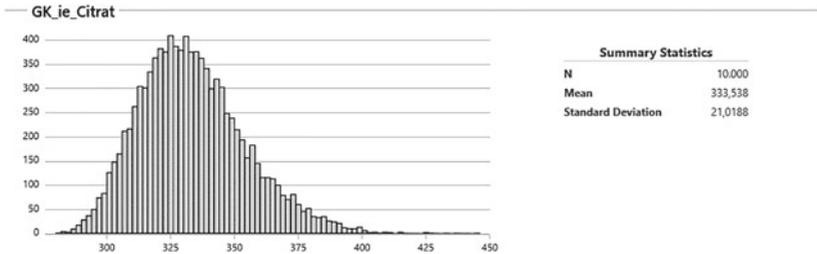
(Fortsetzung)

**Tabelle 4.22** (Fortsetzung)

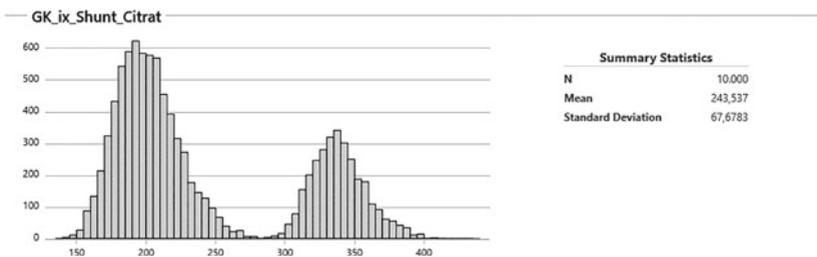
Output	Mittelwert in €	Standardabweichung in €	Median in €	90. Perzentil in €	Minimum in €	Maximum in €	Homogenitätskoeffizient
GK_ix_ Katheter_ Citrat	237,63	65,85	207,91	337,58	138,93	425,05	0,78
GK_ix_ Shunt_ Heparin	178,24	23,38	176,82	208,70	109,84	286,21	0,88
GK_ix_ Shunt_ Citrat	243,54	67,68	212,89	346,24	135,47	432,44	0,78

Quelle: Eigene Darstellung

zeigen die Option mit der höchsten Homogenität (GK\_ie\_Citrat) sowie die Option mit der niedrigsten Homogenität (GK\_ix\_Shunt\_Citrat).



**Abbildung 4.40** Simulation GK\_ie\_Citrat. (Quelle: Eigene Darstellung erstellt mit Minitab Workspace)



**Abbildung 4.41** Simulation GK\_ix\_Shunt\_Citrat. (Quelle: Eigene Darstellung erstellt mit Minitab Workspace)

#### 4.3.3.2.3 Differenzierung nach einem Einflussparameter

Die Differenzierung nach nur einem Parameter mit sechs resultierenden Verfahrensausprägungen erscheint besonders interessant, da sie zeigt, welcher der drei Einflussfaktoren unter den getroffenen Annahmen als am bedeutendsten anzusehen ist. So ergeben sich Homogenitätskoeffizienten zwischen 0,76 und 0,88. Tabelle 4.23 zeigt die Daten im Detail auf.

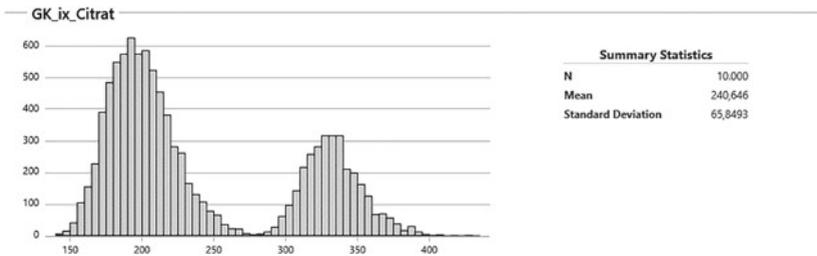
Es wird deutlich, dass die Unterscheidung nach Katheter bzw. Shunt als alleiniges Unterscheidungsmerkmal die geringsten Homogenitätskoeffizienten

**Tabelle 4.23** Gesamtkosten bei Differenzierung einem Einflussparameter

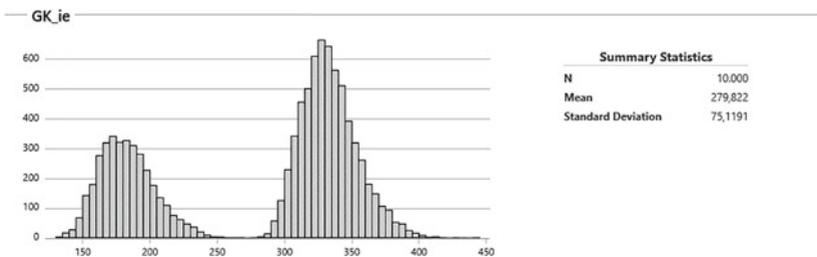
Output	Mittelwert in €	Standardabweichung in €	Median in €	90. Perzentil in €	Minimum in €	Maximum in €	Homogenitätskoeffizient
GK_ix_ Katheter	209,21	64,83	185,73	328,23	113,43	410,94	0,76
GK_ix_ Shunt	215,12	66,12	191,43	336,60	109,84	425,61	0,76
GK_ix_ Heparin	175,34	22,99	173,86	205,45	114,69	286,21	0,88
GK_ix_ Citrat	240,65	65,85	211,35	340,31	140,49	426,38	0,79
GK_id	182,65	26,73	180,94	217,95	116,44	333,43	0,87
GK_ie	279,82	75,12	317,15	354,40	130,92	444,41	0,79

Quelle: Eigene Darstellung

hervorbringt, also nicht zielführend sein kann. Vielmehr resultiert für alle Verfahren auf der Dialyseabteilung ein Wert von 0,87 sowie pauschal für alle Verfahren mit Heparin ein Wert von 0,88. Die Werte der zu diesen Optionen korrespondierenden Gruppen (GK\_je bzw. GK\_ix\_Citrat) erreichen jedoch nur Homogenitätskoeffizienten von jeweils 0,79. Die Ursache der Heterogenität dieser beiden Gruppen resultiert bei GK\_ix\_Citrat wiederum aus dem Kosteneinfluss der 1:1-Betreuung sowie bei GK\_je aus dem Kosteneinfluss der 1:1-Betreuung und aus unterschiedlichen Materialkosten bei den Verfahrensoptionen auf Intensivstationen. Abbildung 4.42 und Abbildung 4.43 zeigen die beiden angesprochenen Optionen auf.



**Abbildung 4.42** Simulation GK\_ix\_Citrat. (Quelle: Eigene Darstellung erstellt mit Minitab Workspace)



**Abbildung 4.43** Simulation GK\_je. (Quelle: Eigene Darstellung erstellt mit Minitab Workspace)

**4.3.3.2.4 Ohne Differenzierung nach Einflussparametern**

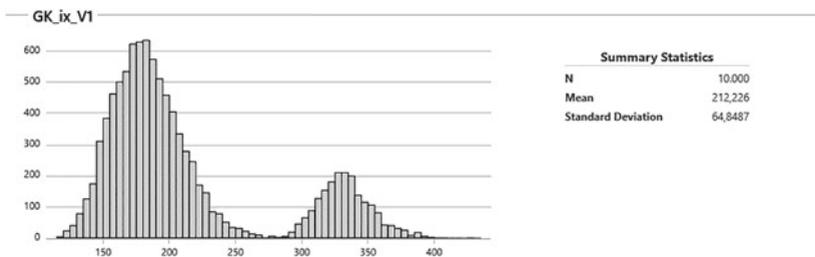
Abschließend zu den intermittierenden Verfahren ist das Simulationsergebnis ohne Einflussparameter vorzustellen. Diesem Ergebnis – auch wenn es wie eine zu starke Verdichtung von Daten erscheinen mag – kommt eine besondere Bedeutung zu. Es vereint alle Inputs zu den intermittierenden Verfahren und stellt den Gesamtdurchschnitt dar. Es beantwortet folglich die Frage nach den Kosten eines durchschnittlichen intermittierenden Verfahrens. Es ist – insbesondere in Bezug auf die kommenden Szenarienanalysen – ein wichtiger Benchmark zu Beantwortung der Frage, ob andere Leistungsspektren zu niedrigeren oder höheren Kosten führen.

Es zeigen sich mittlere Kosten in Höhe von 212,23 € mit einer Standardabweichung von 64,85 €. Hieraus resultiert ein Homogenitätskoeffizient von 0,77. Tabelle 4.24 zeigt die Daten im Detail. Abbildung 4.44 zeigt die Verteilung der Kosten und bildet gleichzeitig den Abschluss der Ergebnisdarstellung zu den Verfahrenskosten der intermittierenden Verfahren.

**Tabelle 4.24** Gesamtkosten ohne Differenzierung nach Einflussparameter

Output	Mittelwert in €	Standardabweichung in €	Median in €	90. Perzentil in €	Minimum in €	Maximum in €	Homogenitätskoeffizient
GK_ix	212,23	64,85	188,80	330,98	116,44	425,61	0,77

Quelle: Eigene Darstellung



**Abbildung 4.44** Simulation GK\_ix. (Quelle: Eigene Darstellung erstellt mit Minitab Workspace)

### 4.3.3.3 Kontinuierliche Verfahren

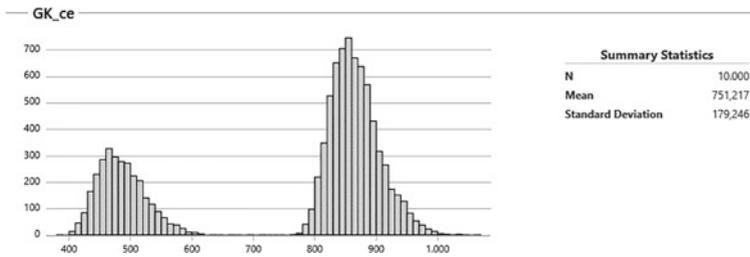
Kontinuierliche Verfahren differenzieren sich in der Analyse nach der Antikoagulation. Die Unterscheidung zwischen Heparin und Citrat stellt in der vorliegenden Analyse ebenfalls die Unterscheidung zwischen CVVH mit Heparin und CVVHD mit Citrat dar, da keine Daten bzw. Beobachtungen zur CVVH mit Citrat bzw. zur CVVHD mit Heparin vorlagen. Während im Bereich der Personalzeitauswertung keine deutlich auffälligen Unterschiede zwischen den Prozesszeiten aufgezeigt werden konnten, bedingen die Materialkosten im Gesamtergebnis ein deutlich unterschiedliches Bild zwischen den Optionen. So ergibt sich bei der Nichtberücksichtigung der Antikoagulation eine Verteilung mit zwei Peaks. Auf der linken Seite sind die Kosten für Verfahren mit Heparin und rechts für Verfahren mittels Citrat dargestellt. Es wird deutlich, dass die getrennt betrachteten hohen Homogenitätskoeffizienten von 0,92 bzw. 0,96 bei einer gemeinsamen Betrachtung auf den Wert von 0,81 sinkt. Tabelle 4.25 zeigt die Ergebnisse im Detail auf. Abbildung 4.45 zeigt die Simulationsergebnisse für GK\_ce, also für alle kontinuierlichen Verfahren bei einer Laufzeit von 48 Stunden unabhängig von der Antikoagulation.

**Tabelle 4.25** Gesamtkosten bei kontinuierlichen Verfahren

Output	Mittelwert in €	Standardabweichung in €	Median in €	90. Perzentil in €	Minimum in €	Maximum in €	Homogenitätskoeffizient
GK_ce_Heparin	486,53	40,05	481,96	540,43	384,79	711,21	0,92
GK_ce_Citrat	866,31	40,16	861,52	920,15	763,627	1100,76	0,96
GK_ce	751,22	179,25	840,89	909,03	384,79	1064,26	0,81

Quelle: Eigene Darstellung

Die Unterschiede in den Verfahrenskosten resultieren hauptsächlich aus den zeitabhängigen Medikamentenkosten. So liegen die angenommenen Kosten je Stunde bei einer CVVH mit Heparin bei ca. 1,93 €. Die Kosten einer CVVHD mit Citrat liegen bei 9,24 € je Stunde. Dieser Unterschied von 7,31 € je Stunde führt bei einer Laufzeit von 48 Stunden zu einer Differenz von 350,88 €. Folglich können 92,39 % des Mittelwertunterschiedes von 379,78 € auf die Kosten für Medikamente zurückgeführt werden.



**Abbildung 4.45** Simulation GK\_ce. (Quelle: Eigene Darstellung erstellt mit Minitab Workspace)

Die folgende Diskussion der Personalzeiten sowie der Gesamtkosten des Szenarios P-UMG 2019 soll wesentliche Einflussparameter diskutieren und die Szenarienanalyse bzw. die vergleichende Diskussion vorbereiten.

## 4.4 Diskussion

### 4.4.1 Verfahrenszeiten

Die Darstellung der Prozesszeiten hat gezeigt, dass verschiedene Differenzierungen bzw. die Betrachtung einer unterschiedlichen Anzahl an Einflussparametern die Homogenität der Prozesszeiten maßgeblich beeinflusst. So lagen die vorgefundenen Homogenitätskoeffizienten der Dialysepflege im Bereich der intermittierenden Verfahren zwischen 0,93 bei Verfahren mit Shunt und Citrat auf Intensivstationen und 0,67 über alle Verfahren mit dem Gefäßzugang Katheter unabhängig von Ort und der Antikoagulation. Fraglich ist nun, welche Differenzierung sinnvoll erscheint. Hierzu ist es zielführend, die Differenzierungsreihenfolge umzudrehen, und der Frage nachzugehen, welche Unterteilung die Gruppenhomogenität erhöht bzw. ob eine Unterteilung in der Praxis abbildbar wäre. Ausgehend von der Homogenität von 0,68 ohne Differenzierung, wäre es möglich diese Gruppe nach Gefäßzugang, Behandlungsort oder Antikoagulation zu splitten. Hier zeigt es sich, dass ein Split nach Gefäßzugang die Homogenität nicht erhöhen würde, die Teilgruppen hätten eine Homogenität von 0,67 bzw. 0,68. Folglich kann festgehalten werden, dass bezogen auf die Prozesszeiten ein Split nach Gefäßzugang nicht zielführend ist. Ein Splitting nach Antikoagulation würde für Verfahren mit Heparin zu einem Homogenitätskoeffizient vom 0,82

und für Citrat von 0,69 führen, ein Split nach dem Behandlungsort resultiert in einem Homogenitätskoeffizient von 0,82 auf der Dialyseabteilung und 0,73 für Verfahren auf externen Stationen. Beide Alternativen zeigen somit in einer Untergruppe eine deutlich gestiegene Homogenität. Die resultierenden Werte von 0,82 liegen dabei so nah am durch weitere Differenzierung erreichbaren Maximum<sup>34</sup> von 0,83 bzw. 0,84, dass eine weitere Unterteilung der Verfahren mit Heparin nach Ort oder Gefäßzugang bzw. der Verfahren auf der Dialyseabteilung nach Antikoagulation oder Gefäßzugang nicht zielführend erscheint.

Fraglich bleibt, welcher Splittingansatz vorzuziehen ist? Beide Untergliederungsansätze haben ihre Vorzüge. Während die anfängliche Unterteilung nach Antikoagulation durch die OPS-Kode-Systematik abbildbar ist, werden jedoch unterschiedliche Prozessinhalte zusammengefasst. So würden Verfahren mit Heparin auf der Dialyseabteilung identisch zu Verfahren auf Intensivstationen angesehen werden, obwohl z. B. durch den Behandlungsort Wegezeit usw. anfallen, die hier jedoch durch andere Prozess kompensiert werden. Aus rein prozesstechnischer Sicht wäre hingegen eine anfängliche Unterteilung nach dem Behandlungsort zielführend. Welche Alternative in Summe die vorzuziehende Option ist, kann sich folglich nur aus den Ergebnissen der weiteren Differenzierung ergeben.

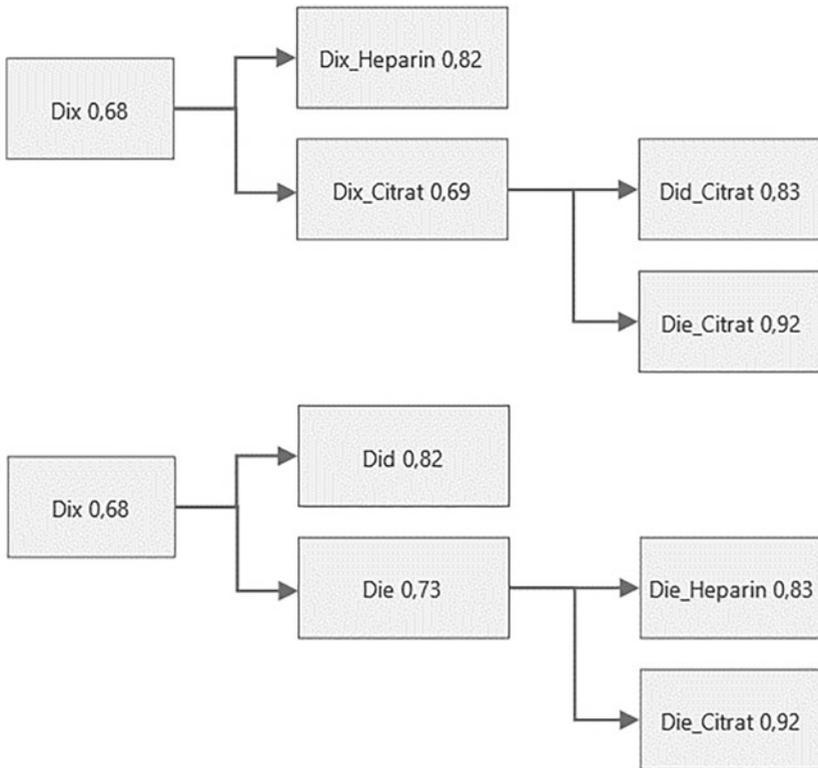
Werden die Verfahren mittels Citrat ( $HK = 0,69$ ) weiter differenziert so zeigt sich auch hier, dass ein Einbezug des Gefäßzugangs nicht sinnvoll ist ( $HK$  je 0,68). Die Unterteilung nach Ort, also `Did_Citrat` und `Die_Citrat` führt zu Werten von 0,83 bzw. 0,92.

Bei anfänglicher Differenzierung nach dem Behandlungsort ( $HK = 0,73$ ) ergeben sich für die Unterscheidung nach dem Gefäßzugang Werte von 0,72 und 0,73, was wiederum keine Verbesserung darstellt. Die Unterscheidung von `Die_Heparin` und `Die_Citrat` führt zu Homogenitätskoeffizienten von 0,83 und 0,92.

Es wird ersichtlich, dass in den homogensten Gruppen nun Werte von 0,92 vorliegen, eine weitere Differenzierung nach Gefäßzugang diesen Wert jedoch nur auf 0,93 erhöhen könnte und als nicht verhältnismäßig angesehen werden kann. Folglich bieten beide Splittingansätze das identisch homogene Ergebnis. Es resultieren jeweils drei Teilgruppen mit Homogenitätskoeffizienten von 0,82, 0,83 und 0,92. Die Abbildung 4.46 systematisiert die beiden Möglichkeiten der Unterteilung. Ursächlich für diese Unterteilung ist in beiden Fällen die in der

---

<sup>34</sup> Hinweis: Die maximalen  $HK$  von 0,92 bzw. 0,93 bei `Die_Katheter_Citrat` bzw. `Die_Shunt_Citrat` fallen jeweils in die Teilgruppen „Citrat“ oder „Die“, d. h. diese Werte können bei einem weiteren Splitting nicht auftreten, der Maximalwert ergibt sich somit aus den Werten 0,83 für `Did_Shunt_Citrat` bzw. 0,84 für `Die_Shunt_Heparin`.



**Abbildung 4.46** Homogenitätsbetrachtung der Prozesszeiten der Dialysepflege. (Quelle: Eigene Darstellung erstellt mit Minitab Workspace)

Analyse angenommene 1:1-Betreuung bei Verfahren auf Intensivstationen, welche die Prozesszeit maßgeblich erhöht. Für die sich anschließende vergleichende Diskussion ist folglich die folgende Frage zu beantworten.

*Würde der Wegfall der 1:1-Betreuung bei Verfahren mit Citrat dazu führen, dass eine Unterteilung nach Antikoagulation oder Behandlungsort nicht erhöhend auf den Homogenitätskoeffizienten wirken würde?*

Weiterhin ergibt sich die Frage nach der Entscheidungsrelevanz der Personalkosten. Nach der Ausgliederung der Pflegepersonalkosten „am Bett“ im Jahr 2019, welche auch in der Kostenstellengruppe 3 bzw. in den Zusatzentgelten vorgenommen wurde, stellt sich die Frage, ob die Höhe der aus gegliederten Personalkosten dem monetären Gegenwert der Prozesszeiten entspricht, also:

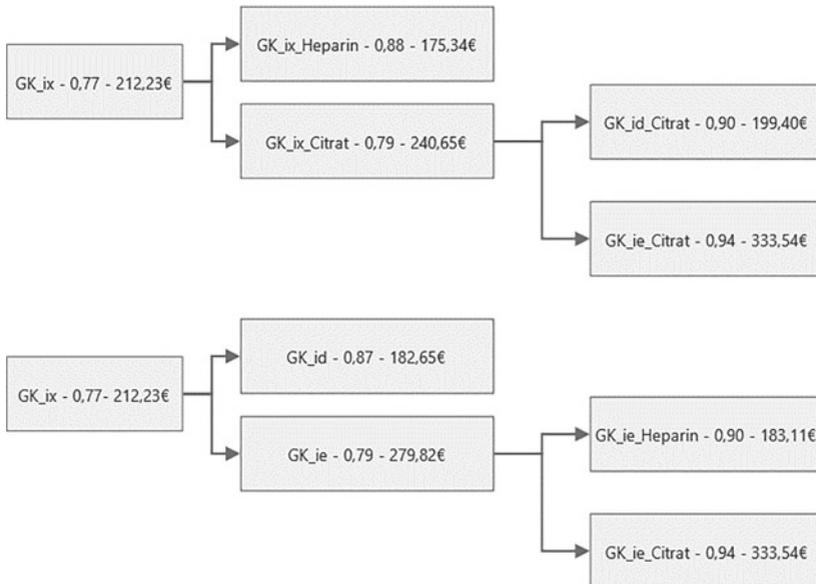
*Entsprechen die aus den Prozesszeiten der Simulation resultierenden Personal-kosten (K\_Dix usw.) der Höhe nach den ausgliederten Kosten der „Dialysepflege“ aus den Zusatzentgelten?*

Im Bereich der kontinuierlichen Verfahren konnte für das Dialysepersonal kein Unterschied im Homogenitätskoeffizient bei der einzig betrachteten Einflussgröße der Antikoagulation vorgefunden werden, folglich bieten sich aus Sicht der Prozesszeiten keine relevanten Splittingansätze. Gleiches gilt für die Zeiten des Ärztlichen Dienstes, deren Split nach dem Behandlungsort die Gruppenhomogenitäten ausschließlich von 0,79 auf 0,78 und 0,82 ändern würde. Auch bei den Personaleinsatzzeiten der Intensivpflege würde ein Split nach der Antikoagulation nicht homogenitätserhöhend wirken. Folglich kann festgehalten werden, dass rein aus Sicht der Personalzeiten des Ärztlichen Dienstes bzw. der Intensivpflege weder bei intermittierenden noch bei kontinuierlichen Verfahren die definierten Einflussparameter zu splittingrelevanten Unterschieden führten. Fraglich bleibt, ob diese Erkenntnisse bestehen bleiben, sofern die Kostenperspektive inklusive der Kosten für Materialien und Medikamente eingenommen wird.

#### **4.4.2 Verfahrenskosten**

Erfolgt die Betrachtung der Verfahrenskosten je intermittierender Dialyse, so ergibt sich für das Set an Verfahren im vorliegenden Basisszenario ein Wert von 212,23 €. Die Kostenhomogenität liegt bei 0,77. Es zeigt sich, dass die Homogenität im Vergleich zu den Personalzeiten als relativ hoch anzusehen ist. Ursächlich hierfür sind die Material- und Medikamentenkosten, die als fixer Wert je Verfahren in die Analyse eingehen. Gleichwohl zeigen sich bei größtmöglicher Differenzierung Homogenitätskoeffizienten zwischen 0,88 und 0,94. Folglich bietet auch hier eine Differenzierung in Subgruppen die Möglichkeit zur Erhöhung der Kostenhomogenität. Identisch zu den Prozesszeiten der Dialysepflege führt eine Differenzierung nach dem Gefäßzugang zu Teilgruppen mit einer Homogenität von jeweils 0,76, d. h. ein Splitting führt zu einer leichten Verschlechterung der Homogenität. Gleichzeitig ergibt sich bei einer solchen Unterscheidung ein nur geringer Mittelwertunterschied von 5,91 €. Wird nach der Antikoagulation unterschieden, liegen die Homogenitätskoeffizienten bei 0,88 (Heparin) und 0,79 (Citrat) mit einem Mittelwertunterschied von 65,31 €. Ein Betrag in Höhe von 19,90€ dieser Differenz ist bedingt durch die Kosten für Materialien und Medikamente. Die restlichen 45,41 € bedingen sich durch die anteilig enthaltenen Kosten der 1:1-Betreuung bei Verfahren auf Intensivstationen mit Citrat. Eine Unterscheidung nach dem Behandlungsort im ersten Splitting-schritt führt zu Gruppenhomogenitäten von 0,87 (Dialyseabteilung) und 0,79 (auf

Intensivstationen) und zu einem Mittelwertunterschied von 97,17 €. Ursächlich für diese Differenz ist der hohe Anteil von Verfahren mit 1:1-Betreuung auf Intensivstationen. Der Differenzierungslogik der Verfahrenszeiten folgend, wird die vorangegangene Grafik adaptiert und die Splittingmöglichkeiten dargestellt (siehe Abbildung 4.47).



**Abbildung 4.47** Splittingmöglichkeit und Kostenhomogenität intermittierender Verfahren. (Quelle: Eigene Darstellung erstellt mit Minitab Workspace)

Zwar entstehen in beiden Optionen je Teilgruppen Homogenitätskoeffizienten zwischen 0,87 und 0,94, jedoch zeigt es sich, dass ein Split nach dem Behandlungsort zu mittleren Kosten auf der Dialyseabteilung von 182,65€ führt, was sich kaum von den Kosten der Verfahren mittels Heparin auf Intensivstationen unterscheidet (183,11 €). Zwar läge die Option nahe, die Gruppen GK\_id und GK\_ie\_Heparin zusammenzufassen, jedoch bestünde die Gefahr, dass sich verändernde Citratanteile (inkludiert in GK\_id) bei Veränderung der Behandlungsanteile relativ schnell auf den Mittelwert und die Standardabweichung auswirken würde, da jedes Verfahren mit Citrat die bereits genannten zusätzlichen 19,90 € Medikamentenkosten verursacht. Folglich erscheint das

Splitting nach der Antikoagulation und anschließend nach Behandlungsort ziel-führender, da somit im zweiten Schritt eigentlich ausschließlich der Frage nachgegangen wird, ob eine 1:1-Betreuung notwendig ist. Es ergeben sich somit drei Teilgruppen mit Mittelwerten von 175,34 €, 199,40 € sowie 333,54 €. Jedoch bleiben – auch unter Berücksichtigung der Entscheidungsrelevanz der Pflegepersonalkosten – zwei Fragestellungen maßgeblich:

*Ist es beim Wegfall der 1:1-Betreuung bei Verfahren mit Citrat auf Intensivstationen sinnvoll, innerhalb der Antikoagulation „Citrat“ weiterhin nach dem Behandlungsort zu differenzieren?*

und

*Rechtfertigt der Unterschied in den Medikamentenkosten bei Verfahren mit Citrat eine Differenzierung nach der Antikoagulation?*

Diese Fragen gilt es nicht nur für das vorliegende Basisszenario zu beantworten, sondern zu prüfen, ob ein für alle Szenarien gültiges Splitting möglich ist. Festzuhalten bleibt jedoch, dass die Differenzierung nach einem bzw. maximal zwei Einflussparametern Gruppen erzeugt, deren Homogenität der Gruppenhomogenität bei maximaler Differenzierung fast entspricht. Selbst bei maximaler Differenzierung liegen die entsprechenden Koeffizienten zwischen 0,88 und 0,94.

Im Bereich der kontinuierlichen Verfahren zeigte sich, dass bei kostentechnischer Betrachtung ein Split nach der Antikoagulation die Gruppenhomogenität von 0,81 auf 0,92 bzw. 0,96 erhöht. Es entstehen zwei Teilgruppen, dessen Mittelwerte bezogen auf eine Verfahrenslaufzeit von 48 Stunden mit 486,53 € bzw. 866,31 € zu deutlichen Unterschieden führt. Die Ursache hierfür liegt jedoch nicht ausschließlich in der Antikoagulation. Zwar unterscheiden sich die Medikamentenkosten der Antikoagulation deutlich, jedoch handelt es sich hierbei ebenfalls um den Vergleich der Verfahren CVVH und CVVHD, wobei in der Betrachtung die CVVH stets mit Heparin und die CVVHD stets mit Citrat betrachtet wird. Somit resultiert der Effekt der maßgeblich gestiegenen Kosten einerseits durch den Einsatz von Citrat, andererseits durch die generell höheren Verbräuche bei der CVVHD, da hier der Dialysatfluss mit 2000 ml/h ca. 122 % über der Flussrate von 900 ml/h bei der CVVH liegt. Folglich bleibt festzuhalten, dass zwischen der Option CVVH mit Heparin (486,53 €) und der Option CVVHD mit Citrat (866,31 €) kostentechnisch die Optionen CVVH mit Citrat (geringe Flussrate, aber zusätzliche Medikamentenkosten) sowie CVVHD mit Heparin (hohe Flussrate, aber geringe Medikamentenkosten) anzusiedeln sind. Welche der beiden Optionen zu höheren Kosten führt, bleibt unklar, da eine Beobachtung bzw. Aufnahme der Materialkosten in den zugrundeliegenden Analysen nicht vorgenommen wurde.

**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.





# Szenarienanalyse und vergleichende Diskussion

# 5

## 5.1 Zielsetzung und Kapitelaufbau

Im dritten Kapitel wurden die Entwicklungen der Verfahrenszahlen an der UMG sowie in Deutschland vorgestellt und diskutiert. Das darauffolgende Kapitel zeigte die Kosten der einzelnen Verfahren an der UMG für das Prognosejahr 2019 auf und diskutierte diese. Innerhalb der Diskussionskapitel der jeweiligen Hauptkapitel wurden Fragen aufgezeigt, für dessen Beantwortung neben den Prognosedaten 2019 der UMG auch die Daten der drei Vergleichsszenarien aus Abschnitt 3.5 herangezogen werden sollen. Hierbei geht es vorrangig darum, inwieweit die vormals aufgezeigten Ergebnisse als „stabil“ angesehen werden und ob die Ergebnisse somit auf die weiteren Szenarien übertragen werden können. Weiterhin erfolgt neben der reinen Kostenbetrachtung auch der Vergleich bzw. die Diskussion der Ergebnisse vor dem Hintergrund der Ausgestaltungen im Finanzierungssystem. Hierbei wird unter anderem Bezug auf die Ausgestaltung der OPS-Kodierung bzw. auf die Definition der Zusatzentgelte genommen.

Im Abschnitt 5.2 wird die Methodik der Szenarienanalyse vorgestellt. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass den definierten Szenarien jeweils besondere Ausprägungen zugrunde lagen, die im folgenden Kapitel nochmals hervorgehoben werden. Auf eine gesonderte Darstellung aller Ergebnisse der jeweiligen Szenarien wird verzichtet, da der Mehrwert der Simulationsergebnisse hauptsächlich durch den Vergleich und die Diskussion mit dem Prognosejahr 2019 entsteht.

Im Kapitel der Diskussion (5.3) wird nach intermittierenden sowie kontinuierlichen Verfahren unterschieden. Der Fokus liegt hierbei auf den Unterschieden in den Szenarien bei Gesamtkosten, Auswirkungen unterschiedlicher Gruppenbildungen (Splitting) sowie dem Einfluss der 1:1-Betreuung. Weiterhin werden die Kosten den Erlösen gegenübergestellt und die Ergebnisse vor und nach der

Pflegepersonalkostenausgliederung diskutiert. Auch wird ein Fokus auf die Kalkulationsmethodik von DRGs und Zusatzentgelten gelegt, sowie der Einfluss von geringen Verfahrenszahlen erläutert. Abschließend erfolgt die Generierung von Handlungsempfehlungen (5.3.3) sowie die Vorstellung der Limitationen (5.4).

---

## 5.2 Methodik der Szenarienanalyse

Zur Analyse der in Abschnitt 3.5 dargestellten Szenarien wird das Simulationsmodell mit den entsprechenden Inputparametern versehen. Für jedes der drei zusätzlichen Szenarien werden erneut je 10.000 Simulationsläufe durchgeführt. Folglich resultieren für die Gesamtkosten sowie Prozesszeiten Outputs, welche die unterschiedlichen Behandlungsstrukturen darstellen. Wie in Abschnitt 3.5 angeführt, sind dies die Szenarien „Deutsches Krankenhaus 2019“, „Universitätsmedizin Greifswald 2018“ sowie „Universitätsmedizin Greifswald 2016“. Im Folgenden werden die Inputwerte der einzelnen Szenarien dargestellt.

### *Szenario 1: „Deutsches Krankenhaus 2019“*

In diesem Szenario wird die Fallzusammensetzung in Deutschland von 2019 herangezogen. Wie beschrieben, müssen hierbei die Anteile der Antikoagulationen je Behandlungsort sowie die Verteilung auf die Behandlungsorte geschätzt werden. So soll der Anteil der „Antikoagulation mit sonstigen Substanzen“ über alle Behandlungsorte wie beobachtet bei 7,53 % liegen (aus dem Verhältnis „D 2019“ der OPS-Kodes 8–854.3 zu 8–854.2). Weiterhin wird angenommen, dass der Anteil der „Antikoagulation mit sonstigen Substanzen“ auf Intensivstationen dem Mittel der drei Szenarien der UMG entspricht (61,90 %). Eine solche Verteilung wird möglich, wenn von einem Anteil von 95 % („aid“) für Verfahren auf der Dialyseabteilung und einem Anteil der „Antikoagulation mit sonstigen Substanzen“ von 4,67 % auf der Dialyseabteilung ausgegangen wird („1 – aidH“). Abbildung 5.1 zeigt die Inputwerte des Szenarios auf.

### *Szenario 2: „Universitätsmedizin Greifswald 2018“*

Dieses Szenario bezieht sich auf die Verfahrensanteile des ersten Halbjahres 2018. Es stellt im Zeitverlauf die letzten aus dem LORENZO verfügbaren Daten dar und kennzeichnet sich durch relativ geringe Anteile der Antikoagulation mit sonstigen Substanzen (geringster Anteil seit 2013) und dem höchsten Anteil an kontinuierlichen Verfahrenstagen. Es ist somit – basierend auf den bisherigen Ergebnissen – als ein Szenario anzusehen, welches vermutlich die geringsten Kosten aller drei Betrachtungen der Universitätsmedizin Greifswald verursachen

X Name	Distribution	Parameters	Preview
sDieBEC	Fixed	Value: 1	
aidH	Bernoulli	Probability: 0,95333	
aidK	Bernoulli	Probability: 0,33333	
aieH	Bernoulli	Probability: 0,38104	
aieK	Bernoulli	Probability: 0,66666	
aid	Bernoulli	Probability: 0,95	
tce	Fixed	Value: 48	
aceH	Bernoulli	Probability: 0,4216	
kD	Fixed	Value: 0,57	
kA	Fixed	Value: 1,19	
kl	Fixed	Value: 0,57	
sDisSTX	Fixed	Value: 1	
sAnDOX	Fixed	Value: 1	
ski	Fixed	Value: 1	

**Abbildung 5.1** Input Szenario „Deutsches Krankenhaus 2019“. (Quelle: Eigene Darstellung erstellt mit Minitab Workspace)

wird. Aus diesem Grund ist hierbei insbesondere der Vergleich zu den deutschlandweiten Daten interessant, da er verdeutlicht, ob selbst bei relativ „leichter“ Fallstruktur Kostenunterschiede zum deutschen Mittel entstehen. Die Inputwerte sind in der Abbildung 5.2 dargestellt.

Szenario 3: „Universitätsmedizin Greifswald 2016“:

Das Datenjahr 2016 kennzeichnet sich durch den höchsten erfassten Anteil der Antikoagulation mit sonstigen Substanzen. Es soll somit im Bereich Antikoagulation als eine Art „Extremszenario“ gelten. Die hohen Anteile der Behandlung mittels Citrat lassen auf erhöhte Durchschnittskosten je betreffendem Verfahren schließen. Ob und inwieweit die vorgeschlagenen Splittingmöglichkeiten zielführend sind, wird somit vermutlich insbesondere beim Vergleich dieses Szenarios mit dem Basisszenario (P-UMG 2019) deutlich. Die Abbildung 5.3 zeigt die Inputwerte des dritten Szenarios.

Die vorgestellten drei Szenarien bilden die Grundlage für die Diskussion der folgenden Kapitel. Teilweise wird es jedoch notwendig sein – beispielsweise bei der Betrachtung von Effekten durch die Ausgliederung der Pflegepersonalkosten – weitere Inputwerte zu variieren und erneute Simulationsläufe durchzuführen. Die Veränderung der entsprechenden Inputparameter wird zur Sicherung des Leseflusses in den jeweiligen Diskussionskapiteln beschrieben.

X Name	Distribution	Parameters	Preview
sDieBEC	Fixed	Value: 1	
aidH	Bernoulli	Probability: 0,76849	
aidK	Bernoulli	Probability: 0,33333	
aieH	Bernoulli	Probability: 0,45394	
aieK	Bernoulli	Probability: 0,66666	
aid	Bernoulli	Probability: 0,82766	
tce	Fixed	Value: 48	
aceH	Bernoulli	Probability: 0,44719	
kD	Fixed	Value: 0,57	
kA	Fixed	Value: 1,19	
kl	Fixed	Value: 0,57	
sDisSTX	Fixed	Value: 1	
sAinDOX	Fixed	Value: 1	
skl	Fixed	Value: 1	

**Abbildung 5.2** Input Szenario „Universitätsmedizin Greifswald 2016“. (Quelle: Eigene Darstellung erstellt mit Minitab Workspace)

X Name	Distribution	Parameters	Preview
sDieBEC	Fixed	Value: 1	
aidH	Bernoulli	Probability: 0,59809	
aidK	Bernoulli	Probability: 0,33333	
aieH	Bernoulli	Probability: 0,32912	
aieK	Bernoulli	Probability: 0,66666	
aid	Bernoulli	Probability: 0,71679	
tce	Fixed	Value: 48	
aceH	Bernoulli	Probability: 0,18039	
kD	Fixed	Value: 0,57	
kA	Fixed	Value: 1,19	
kl	Fixed	Value: 0,57	
sDisSTX	Fixed	Value: 1	
sAinDOX	Fixed	Value: 1	
skl	Fixed	Value: 1	

**Abbildung 5.3** Input Szenario „Universitätsmedizin Greifswald 2018“. (Quelle: Eigene Darstellung erstellt mit Minitab Workspace)

## 5.3 Diskussion

### 5.3.1 Intermittierende Verfahren

#### 5.3.1.1 Gesamtkosten Dialyseverfahren

Für das Basisszenario (P-UMG 2019), also dem Prognosejahr 2019 an der Universitätsmedizin Greifswald zeigen sich mittlere Kosten je intermittierendem Verfahren von 212,23 €. Die Szenarien zeigen mittlere Kosten zwischen 179,07 € und 212,03 €. Es wird somit deutlich, dass das Prognosejahr UMG 2019 die im Mittel höchsten Kosten verursacht.

Die geringsten Abweichungen zeigt das Szenario UMG 2016 mit -0,09 %. Obwohl dieses Szenario als „Extrem Szenario“ definiert wurde, resultieren um 0,20 € geringe Kosten je durchschnittlichem Verfahren. Hierfür können mehrere Ursachen angeführt werden. So beinhaltet das Szenario UMG 2016 einen hohen Anteil an Verfahren mit Citrat innerhalb der kontinuierlichen Verfahren. Da diese in der Betrachtung der intermittierenden Kosten nicht relevant sind, resultiert kein Effekt. Weiterhin zeigt es sich, dass der Anteil der intermittierenden Verfahren 2016 auf der Dialyseabteilung (aid) um ca. 2,2 Prozentpunkte über dem Anteil im Prognosejahr 2019 liegt. Folglich eine Verschiebung zu Verfahren auf der Dialyseabteilung vorliegt, die aufgrund der Nichtnotwendigkeit einer 1:1-Betreuung geringere Kosten verursacht. Dieser Effekt überkompensiert somit den um ca. 3,3 Prozentpunkte höheren Anteil an Verfahren mit Citrat auf Intensivstationen und den um ca. 1,2 Prozentpunkte höheren Citratanteil auf der Dialyseabteilung. Somit resultiert der Effekt vorrangig aus verringerten Zeiten der Personalbindung. Inwieweit der Effekt weiterhin bei Vernachlässigung der Pflegepersonalkosten existiert, bleibt an dieser Stelle ungeklärt.

Das Szenario UMG 2018 zeigt mittlere Kosten in Höhe von 194,13 €. Dieser Wert resultiert aus einem deutlich höheren Anteil an Verfahren auf der Dialyseabteilung (plus 13,3 Prozentpunkte) sowie aus geringen Anteilen der Antikoagulation mit Citrat (minus 15,8 Prozentpunkte auf der Dialyseabteilung und minus 9,4 Prozentpunkte auf Intensivstationen) im Vergleich zum Basisszenario. Folglich ergibt sich dieser Effekt neben der geringen Notwendigkeit einer 1:1-Betreuung auch aus geringeren mittleren Medikamentenkosten im Bereich der Antikoagulation. Weiterhin zeigt sich eine leicht gestiegene Gruppenhomogenität basierend auf einer im Verhältnis zum Mittelwert verstärkt gesunkenen Standardabweichung. Dies bedingt sich wiederum aus der Verschiebung des Leistungsportfolios hin zu Behandlungen auf der Dialyseabteilung bzw. mit Heparin. Auf eine Begründung der Inputwerte des Szenarios aus medizinischer Perspektive soll, wie bereits im bisherigen Verlauf der Analyse, verzichtet werden, da hierfür

die notwendigen patientenbezogenen Daten sowie medizinischen Fachkenntnisse nicht vorliegen.

Die geringsten mittleren Kosten verursacht das Szenario „Deutschland 2019“. Es zeigt Kosten in Höhe von 179,07 € und liegt somit ca. 18,52 % unter dem Basisszenario. Auch wenn die Differenzierung der Inputs nach Behandlungsort an Annahmen gebunden ist, so wird deutlich, dass der insgesamt deutschlandweit geringe Anteil an Verfahren mit der Antikoagulation Citrat maßgeblich für die geringen Kosten ist. Neben dem Effekt der kaum notwendigen Verfahren mit 1:1-Betreuung kommt der Effekt der geringeren Medikamentenkosten hier am deutlichsten zum Tragen. Die geringe Standardabweichung zeigt, dass geringe Behandlungsanteile mit der Antikoagulation Citrat dazu führen, dass selbst ohne mögliche Splitting eine hohe Gruppenhomogenität möglich ist (0,83). Folglich scheint bei Einbezug der Werte über alle Krankenhäuser – selbst unter Berücksichtigung der teilweise notwendigen 1:1-Betreuung – ein Ergebnis zu resultieren, welches das Zusammenfassen verschiedener Antikoagulationen in eine Gruppe rechtfertigen kann.

Im Gesamten wird somit ersichtlich, dass die Verfahrensanteile an der UMG zu Kosten führen, die im Mittel zwischen 15,06 € und 33,16 € über den mittleren Kosten in einem „durchschnittlichen“ Krankenhaus – unter Annahme identischer Prozesszeitverteilungen und Materialpreise – liegen. Tabelle 5.1 fasst die angeführten Aspekte mittels der statistischen Kenngrößen zusammen.

### 5.3.1.2 Splitting nach Behandlungsort und Antikoagulation

In den Ergebnissen des vierten Kapitels wurde vorgestellt, dass zwei verschiedene Splittingmöglichkeiten existieren, die im Gesamtergebnis jeweils zu Teilgruppengrößen mit vergleichbaren Gruppenhomogenitäten führten. Hierbei handelte es sich im ersten Fall um den anfänglichen Split nach der Antikoagulation gefolgt von einer weiteren Aufteilung der Verfahren mittels Citrat nach dem Ort der Behandlung. Es resultieren folglich drei Teilgruppen, dessen Bezeichnung im Folgenden um den Zusatz P-UMG 2019 erweitert wird. Es ergibt sich folgende Einteilung:

- Bezeichnung – Homogenitätskoeffizient – Durchschnittskosten
- GK\_ix\_Heparin\_P-UMG 2019 – 0,88 – 175,34 €
- GK\_id\_Citrat\_P-UMG 2019 – 0,90 – 199,40 €
- GK\_ie\_Citrat\_P-UMG 2019 – 0,94 – 333,54 €

**Tabelle 5.1** Gesamtkosten intermittierender Verfahren – Szenarienanalyse

Output	Mittelwert in €	Standardabweichung in €	Median in €	90 <sup>th</sup> Perzentil in €	Minimum in €	Maximum in €	Homogenitätskoeffizient	Abweichung Kosten in %
GK_ix_ P-UMG 2019	212,23	64,85	188,80	330,98	116,44	425,61	0,77	–
GK_ix_ D 2019	179,07	36,81	172,68	211,19	106,98	419,00	0,83	–18,52 %
GK_ix_ UMG 2018	194,13	52,14	179,77	262,30	112,38	413,82	0,79	–9,32 %
GK_ix_ UMG 2016	212,03	64,66	189,13	330,72	113,23	425,84	0,77	–0,09 %

Quelle: Eigene Darstellung

Wird diese Einteilung auf die drei weiteren Szenarien übertragen, so ergeben sich folgende Outputs:

- GK\_ix\_Heparin\_D 2019 – 0,88 – 172,96 €
- GK\_ix\_Heparin\_UMG 2018 – 0,88 – 174,23 €
- GK\_ix\_Heparin\_UMG 2016 – 0,88 – 175,27 €
- GK\_id\_Citrat\_D 2019 – 0,90 – 199,76 €
- GK\_id\_Citrat\_UMG 2018 – 0,90 – 199,71 €
- GK\_id\_Citrat\_UMG 2016 – 0,90 – 199,55 €
- GK\_ie\_Citrat\_D 2019 – 0,94 – 333,83 €
- GK\_ie\_Citrat\_UMG 2018 – 0,94 – 333,78 €
- GK\_ie\_Citrat\_UMG 2016 – 0,94 – 333,88 €

Es zeigt sich, dass bei der Unterscheidung nach Behandlungsorten bei Verfahren mit Citrat die Spannweite zwischen Minimum und Maximum (inklusive Basisszenario) bei Verfahren auf der Dialyseabteilung bei 0,36 € und bei Verfahren auf Intensivstationen bei 0,34 € liegt. Diese Unterschiede begründen sich nicht durch verschiedene Inputwerte, sondern ausschließlich durch normale Schwankungen bei der Durchführung der Simulationsläufe. So basiert jeder der vier Werte auf 10.000 Simulationsläufen. Da in allen Szenarien die Anteile des Gefäßzuges (aidK, aieK) identisch sind, war somit zu erwarten, dass ebenfalls identische Ergebnisse resultieren.

Zu diskutieren bleibt jedoch die Abweichung im Bereich GK\_ix\_Heparin. Die Werte der Szenarien liegen hierbei zwischen 172,96 € und 175,34 €. Dieser Mittelwertunterschied von 2,38 € begründet sich aus den Behandlungsanteilen zwischen Verfahren auf der Dialyseabteilung und auf Intensivstationen. Je höher der Anteil an Verfahren mit Heparin auf Intensivstationen im Vergleich zu den Verfahren mit Heparin auf der Dialyseabteilung ist, je mehr verschieben sich die mittleren Kosten in Richtung der Option GK\_ie\_Heparin, welche im P-UMG 2019 Szenario ca. 11,11 € höhere Kosten verursachen als die Option GK\_id\_Heparin. Da die Verfahren mit Heparin jedoch vornehmlich außerhalb von Intensivstationen anzutreffen sind, resultiert trotz Betrachtung verschiedener Behandlungsorte ein nur geringer Mittelwertunterschied. Folglich kann geschlossen werden, dass die anfängliche Unterteilung nach Antikoagulation und anschließend nach dem Behandlungsort eine zielführende Splittingalternative ist.

Eine zweite Alternative stellte der anfängliche Split nach dem Behandlungsort und anschließend – auf Intensivstationen – nach der Antikoagulation dar. Für das Szenario P-UMG 2019 resultieren folgende Outputwerte.

- Bezeichnung – Homogenitätskoeffizient – Durchschnittskosten
- GK\_id P\_UMG 2019 – 0,87 – 182,65 €
- GK\_ie\_Heparin\_P-UMG 2019 – 0,90 – 183,11 €
- GK\_ie\_Citrat\_P-UMG 2019 – 0,94 – 333,54 €

Dieses Vorgehen ergab, dass die Gruppen GK\_id und GK\_ie\_Heparin vergleichbare Ergebnisse lieferten. Folglich war zu vermuten, dass Verfahren auf der Dialyseabteilung – ohne Berücksichtigung der Antikoagulans – kostentechnisch vergleichbar mit Verfahren mittels Heparin auf der Intensivstation sind. Werden die Outputs der weiteren drei Szenarien herangezogen, ergibt sich folgendes Bild:

- GK\_id\_D 2019 – 0,88 – 173,76 €
- GK\_id\_UMG 2018 – 0,87 – 178,59 €
- GK\_id\_UMG 2016 – 0,87 – 183,14 €
- GK\_ie\_Heparin\_D 2019 – 0,90 – 183,43 €
- GK\_ie\_Heparin\_UMG 2018 – 0,90 – 183,32 €
- GK\_ie\_Heparin\_UMG 2016 – 0,89 – 183,50 €
- GK\_ie\_Citrat\_D 2019 – 0,94 – 333,83 €
- GK\_ie\_Citrat\_UMG 2018 – 0,94 – 333,78 €
- GK\_ie\_Citrat\_UMG 2016 – 0,94 – 333,88 €

Für die Blöcke GK\_ie\_Heparin bzw. GK\_ie\_Citrat sind die Abweichungen von 0,39 € bzw. 0,34 € ausschließlich modellbedingt. Die Abweichungen im Bereich der Gesamtkosten der intermittierenden Verfahren auf der Dialyseabteilung ergeben sich jedoch aus den Anteilen der Antikoagulation. So führt ein höherer Anteil von Verfahren mittels Citrat zu höheren Durchschnittskosten. Die Abweichungen zwischen den Szenarien belaufen sich hierbei auf bis zu 9,38 €. Dieser Unterschied zwischen dem Szenario „UMG 2016“ und „Deutschland 2019“ resultiert aus den hohen Citratanteilen an der UMG 2016 und dem deutschlandweit vergleichsweise geringen Citratanteil. Selbst für das Szenario „UMG 2018“ – dem Jahr mit dem geringsten Citratanteil – resultieren um 4,83 € höhere Durchschnittskosten je Verfahren. Folglich kann die anfängliche Einteilung nach Behandlungsort und ein Verzicht auf die Unterscheidung nach Art der Antikoagulation für die Bildung von bestmöglich homogenen Gruppen nicht zielführend sein. Auch die im Basisszenario mögliche Option GK\_id und GK\_ie\_Heparin

zusammenzufassen erscheint kaum noch angebracht, da sich im Gruppenvergleich Mittelwertunterschiede von bis zu 9,74 € je Verfahren ergeben.

Eine Gruppeneinteilung bedingt somit die Einteilung nach Antikoagulation wie in der ersten Option. Zusätzlich erscheint die weitere Unterteilung nach Behandlungsort notwendig, da nach bisherigen Annahmen Verfahren mit Citrat auf Intensivstationen eine 1:1-Betreuung bedingen. Ob diese Einteilung bei angenommenen Wegfall dieser Notwendigkeit zielführend bleibt, wird im folgenden Kapitel untersucht. Als über alle Szenarien gültig, kann an dieser Stelle jedoch festgehalten werden, dass eine Unterscheidung nach Antikoagulation sinnvoll zur Bildung kostenhomogener Gruppen ist. Ursächlich hierfür sind die deutlich unterschiedlichen Medikamentenkosten.

### 5.3.1.3 Einfluss der 1:1-Betreuung

In der bisherigen Betrachtung wurde in der Betrachtung der Gesamtkosten stets von einer 1:1-Betreuung auf Intensivstationen ausgegangen. Der Einfluss auf die Gesamtkosten war durch deutlich höhere Personalkosten geprägt. Diese Annahme kann durchaus als bedeutsame Limitation angesehen werden, obgleich der Dialysestandard die durchgängige Anwesenheit einer Fachkraft vorschreibt.<sup>1</sup> Die Betrachtung ohne 1:1-Betreuung soll ermitteln, wie stark sich ein Verzicht auf die mittleren Kosten auswirken würde bzw. im Umkehrschluss, wie hoch der mittlere Zusatzaufwand durch eine 1:1-Betreuung ist. Außerdem soll berücksichtigt werden, ob sich bei Nichtbeachtung der 1:1-Betreuung andere Diskussionsaspekte im Rahmen der Bildung homogener Teilgruppen ergeben. Im vorgestellten Modell wird die Notwendigkeit der 1:1-Betreuung durch die Schaltvariable „sDieBEC“ abgebildet. Folglich werden nochmals alle vier Simulationen mit jeweils 10.000 Iterationen mit sDieBEC gleich null, also ohne Prozesszeiten für die Überwachung durch das Dialysepersonal, durchgeführt. Es ergeben sich neben den bekannten Outputs vier neue Outputs, dargestellt jeweils mit dem Zusatz „\_o11“ (siehe Tabelle 5.2):

Bei Wegfall der 1:1-Betreuung zeigen sich deutliche Effekte, die je Szenario jedoch unterschiedlich ausfallen. Zeigen die Szenarien mit relativ hohen Citratanteilen auf der Intensivstation sinkende mittlere Kosten von über 10 %, so ist der Effekt im Szenario UMG 2018 mit deutlich weniger Citratverfahren auf Intensivstationen nur noch um knapp 6 % geringer. Der geringste Effekt ist im Szenario „Deutschland 2019“ zu erkennen. Hier sinken die Kosten um nur ca. 2,20 %. Absolut betrachtet verursacht die Notwendigkeit einer 1:1-Betreuung im Deutschlandszenario nur mittlere Zusatzkosten in Höhe von 3,93 €, an

---

<sup>1</sup> Vgl. DGfN 2022, S. 11.

**Tabelle 5.2** Gesamtkosten intermittierender Verfahren – Szenarienanalyse mit und ohne 1:1-Betreuung

Output	Mittelwert in €	Standardabweichung in €	Median in €	90 <sup>th</sup> Perzentil in €	Minimum in €	Maximum in €	Homogenitätskoeffizient	Abweichung ohne 1:1-Betreuung %
GK_ix_ P-UMG 2019	212,23	64,85	188,80	330,98	116,44	425,61	0,77	–
GK_ix_ P-UMG 2019_ o11	189,75	28,91	188,46	228,09	118,04	310,93	0,87	–10,59 %
GK_ix_ D 2019	179,07	36,81	172,68	211,19	106,98	419,00	0,83	–
GK_ix_ D 2019_ o11	175,14	25,16	172,45	208,73	113,64	288,83	0,87	–2,19 %
GK_ix_ UMG 2018	194,13	52,14	179,77	262,30	112,38	413,82	0,79	–
GK_ix_ UMG 2018_ o11	182,83	27,44	180,36	219,21	112,01	306,76	0,87	–5,82 %

(Fortsetzung)

**Tabelle 5.2** (Fortsetzung)

Output	Mittelwert in €	Standardabweichung in €	Median in €	90 <sup>th</sup> Perzentil in €	Minimum in €	Maximum in €	Homogenitätskoeffizient	Abweichung ohne 1:1-Betreuung %
GK_ix_ UMG 2016	212,03	64,66	189,13	330,72	113,23	425,84	0,77	-
GK_ix_ UMG 2016_ o11	189,64	28,75	188,37	227,79	117,84	322,19	0,87	-10,56 %

Quelle: Eigene Darstellung

der UMG jedoch – je nach Szenario – Zusatzkosten zwischen 11,30 € und 22,39 € je intermittierendem Verfahren. Diese Unterschiede zeigen, dass das Portfolio an Verfahrensarten einen maßgeblichen Einfluss hat. Die hohen Anteile von Citratverfahren auf Intensivstationen an einem Haus der Maximalversorgung verursachen somit deutlich höhere Kosten. Selbst wenn keine 1:1-Betreuung notwendig wäre, liegen die mittleren Kosten je nach Szenario zwischen 7,69 € und 14,61 € über dem Deutschlandszenario. Dieser Effekt ist größtenteils auf die höheren Medikamentenkosten bei der Antikoagulation mit Citrat zurückzuführen. Folglich scheint auch ohne eine 1:1-Betreuung ein Split nach Antikoagulation zielführend zu sein. Fraglich bleibt jedoch, ob ein Split innerhalb der Verfahren mit Citrat nach Behandlungsort noch zielführend ist, also ob weiterhin Einflüsse bestehen, die höhere Kosten verursachen. Dies soll anhand der Simulationsergebnisse des neuen Szenarios P-UMG 2019\_o11 dargestellt werden. Neben GK\_id\_Citrat und GK\_ie\_Citrat ist somit die zusammengefasste Variante GK\_ix\_Citrat einzubeziehen. Weiterhin wird zum Überblick zusätzlich der Wert über alle intermittierenden Verfahren GK\_ix\_P-UMG 2019\_o11 angeführt. Hierfür ergeben sich folgende Outputs:

- Bezeichnung – Homogenitätskoeffizient – Durchschnittskosten
- GK\_ix\_P-UMG 2019\_o11 – 0,87 – 189,75 €
- GK\_ix\_Heparin\_P-UMG 2019\_o11 – 0,88 – 175,51 €
- GK\_ix\_Citrat\_P-UMG 2019\_o11 – 0,89 – 205,11 €
- GK\_id\_Citrat\_P-UMG 2019\_o11 – 0,90 – 199,32 €
- GK\_ie\_Citrat\_P-UMG 2019\_o11 – 0,91 – 217,64 €

Es zeigt sich, dass selbst über alle Verfahren mit einem Homogenitätskoeffizienten von 0,87 eine hohe Gruppenhomogenität besteht. Der Split nach Antikoagulation erscheint jedoch weiterhin zielführend, da zwischen GK\_ix\_Heparin und GK\_ix\_Citrat ein Mittelwert unterschied von 29,60 € je Verfahren resultiert. Dieser Unterschied lässt sich durch längere Prozesszeiten und höhere Material- und Medikamentenkosten begründen. Ausgehend von der Differenz zwischen den Materialkosten nach Antikoagulation sind somit ca. zwei Drittel des Unterschieds durch Material- und Medikamentenkosten und ein Drittel durch Personalkosten zu begründen. Auch ein weiterer Split, obgleich die Gruppenhomogenität nur von 0,89 auf 0,90 bzw. 0,91 steigt, erscheint durchaus tragbar, da die Kosten für ein Verfahren mit Citrat auf der Dialyseabteilung 18,32 € unterhalb den Kosten auf Intensivstationen liegen. Dieser Effekt bedingt sich durch Personalkosten des Ärztlichen Dienstes sowie des Pflegepersonals, was zu höheren Kosten bei Verfahren auf Intensivstationen führt. Folglich erscheint die zuvor

vorgeschlagene Einteilung weiterhin zielführend. Demnach ergibt sich folgende Einteilung:

- Bezeichnung – Homogenitätskoeffizient – Durchschnittskosten<sup>2</sup>
- GK\_ix\_Heparin\_P-UMG 2019\_o11 – 0,88 – 175,51 €
- GK\_id\_Citrat\_P-UMG 2019\_o11 – 0,90 – 199,32 €
- GK\_ie\_Citrat\_P-UMG 2019\_o11 – 0,91 – 217,64 €

Ungeklärt bleibt an dieser Stelle jedoch, ob dieser Split in drei Teilgruppen auch bei Nichtbeachtung der Pflegepersonalkosten zielführend bleibt. Eine entsprechende Analyse findet sich Abschnitt 5.3.1.5.

### 5.3.1.4 Erlösbetrachtung Zusatzentgelte vor Pflegepersonalkostenausgliederung

Im Zeitraum von 2010 bis 2019 lagen die Zusatzentgelte für eine intermittierende Hämodialyse zwischen 221,02 € und 236,29 €, wobei die Erlösentwicklung nicht stetig, sondern zumeist sprunghaft erfolgte.<sup>3</sup> So ergaben sich zwischen 2010 und 2013 Werte von 220,62 € bis 221,30 €, zwischen 2014 und 2017 zwischen 224,94 € und 227,58 € sowie 230,63 € und 236,29 € für 2018 und 2019. Wird die Entwicklung von 2010 (221,02 €) bis 2019 (236,29 €) herangezogen, so entspricht dies – bezogen auf den Zeitraum von neun Jahren – einer jährlichen Steigerung von 0,75 %. Wird im Vergleich hierzu der Bundesbasisfallwert der Jahre 2010 und 2019 herangezogen, zeigt sich, dass dieser im entsprechenden Zeitraum von 2935,78 € auf 3544,97 € stieg,<sup>4</sup> was einer mittleren jährlichen Steigerung von ca. 2,12 % entspricht. Folglich blieb die Erlösentwicklung der Zusatzentgelte deutlich hinter der Erlösentwicklung eines durchschnittlichen stationären Aufenthaltes mit dem Relativgewicht von 1,0 zurück. Die geringe jährliche Steigerung der Zusatzentgelte zeigt, dass die Modellannahme, Personalkostensätze und Material- und Medikamentenpreise als Datum anzusehen, durchaus zielführend ist. Für die in diesem Kapitel durchzuführende Diskussion, soll ein fiktiver Zusatzentgeltwert herangezogen werden, der sich aus dem Mittel aller Zusatzentgelterlöse des ZE01.01 im Zeitraum 2010 und 2019 ergibt. Der entsprechende Wert beträgt 225,49 €.

---

<sup>2</sup> Hinweis: Abweichungen der ersten beiden Werte zu vormals angeführten inhaltsgleichen Outputs basieren ausschließlich modellbedingt durch den neuen Simulationslauf für das Modell „\_o11“.

<sup>3</sup> Vgl. RI Innovation GmbH 2022, o. S.

<sup>4</sup> Vgl. GKV Spitzenverband 2022, o. S.

Werden die gemittelten Gesamtkosten aller Szenarien betrachtet – mit und ohne der Notwendigkeit einer 1:1-Betreuung – so ergeben sich die in Tabelle 5.3 dargestellten Deckungsbeiträge.

**Tabelle 5.3** Deckungsbeiträge je intermittierendem Verfahren

Output	Mittelwert in €	Standardabweichung in €	Median in €	Deckungsbeitrag in €
GK_ix_P-UMG 2019	212,23	64,85	188,80	13,26
GK_ix_P-UMG 2019_o11	189,75	28,91	188,46	35,74
GK_ix_D 2019	179,07	36,81	172,68	46,42
GK_ix_D 2019_o11	175,14	25,16	172,45	50,35
GK_ix_UMG 2018	194,13	52,14	179,77	31,36
GK_ix_UMG 2018_o11	182,83	27,44	180,36	42,66
GK_ix_UMG 2016	212,03	64,66	189,13	13,46
GK_ix_UMG 2016_o11	189,64	28,75	188,37	35,85

Quelle: Eigene Darstellung

Die Tabelle zeigt, dass stets positive Deckungsbeiträge resultieren. Diese liegen an der UMG in allen Szenarien unterhalb des Deckungsbeitrages des Deutschlandszenarios. Der Deckungsbeitrag – definiert als Differenz zwischen Erlösen und variablen Kosten – stellt somit den zur Deckung der Fixkosten verfügbaren Betrag dar. Das vorliegende Modell hat Grenzkosten ermittelt, indem die „Kosten einer zusätzlich zu erstellenden Einheit“ kalkuliert wurden. Hierbei wurden Personal sowie Material- und Medikamentenkosten, aber auch in Teilen „umgelegte Gemeinkosten“ – jedoch aus Grenzkostensicht – einbezogen. Dies sind, z. B. Strom nach Kilowattstunden, Wasser nach Verbrauch, Ultrafilter nach Anzahl der Verwendungszyklen usw. Insbesondere bedingt durch den Kerngedanken eines Zusatzentgeltes, ausschließlich „zusätzliche Kosten (also Grenzkosten)“ abzubilden, erscheint insbesondere der hohe Deckungsbeitrag des Deutschlandszenarios von 46,42 € Euro je Verfahren ungewöhnlich. Mögliche Erklärungsansätze können hierbei die *Kalkulationsmethodik*, *eingeschlossene Verfahrensarten*, oder auch *Effizienz Aspekte* sein.

*Kalkulationsmethodik:*

Im Bereich der Kalkulationsmethodik kann an dieser Stelle auf das Dokument „Hilfestellung für die Kalkulation von Zusatzentgelten gem. § 6 Abs. 1 KHEntgG und Zusatzentgelten für neue Untersuchungs- und Behandlungsmethoden gem. § 6 Abs. 2 KHEntgG“ des InEK aus dem Jahr 2005 zurückgegriffen werden.<sup>5</sup> Dieses Dokument zeigt – ohne Anspruch auf Allgemeingültigkeit – wie die Ermittlung eines Leistungsstandards erfolgen kann. Abbildung 5.4 zeigt das Beispiel des genannten Dokumentes auf.

**Beispiel: Leistungsstandard intermittierende Hämodialyse**

Hämodiafiltration, intermittierend					
OPS (Version 2004): 8-855.0					
Bezug: Zyklus					
KoAGr	Leistungen	Einheit	Menge	Kosten/ME	Kosten
<b>Personal</b>					
1	Ärztlicher Dienst	Min Tätigk.	30	0,85	25,50
2	Pflegedienst	Min Tätigk.	120	0,45	54,00
<b>Sachmittel</b>					
<b>Medikamente</b>					
4a	Dialyselösung 2 l./Std.	Liter	10	2,60	26,00
4a	Heparin/Citrat	Stück	1	3,50	3,50
<b>Übriger med. Bedarf</b>					
6a	Materialset inkl. Schlauchsystem	Stück	1	69,00	69,00
6a	Katheter	Stück	1	58,00	58,00
6a	Sonstiges	Stück	1	5,00	5,00
<b>Infrastruktur</b>					
7	Gerätewartung	Min Einsatz	300	0,01	3,00
<b>Gesamtkosten pro Zyklus</b>					<b>244,00</b>

**Abbildung 5.4** Leistungsstandard intermittierender Hämodialyse. (Quelle: InEK 2005)

Die Abbildung zeigt die einzubeziehenden Kostenartengruppen. Auffällig erscheint, dass vom Leistungsstandard einer intermittierenden Hämodialyse

<sup>5</sup> Vgl. InEK GmbH 2005, S. 1 ff.

gespröchen wird, die Kalkulation scheinbar jedoch für eine Hämodiafiltration durchgeführt wird. Weiterhin ist auffällig, dass je Verfahren ein „Dialysekatheter“ in die Kalkulation einfließt sowie die Kosten für die weiteren Produkte der Kostenartengruppe 6a relativ hoch erscheinen. Folglich resultieren im Beispiel deutlich höhere Materialkosten im Vergleich zur vorliegenden Kostenkalkulation. So liegen selbst die allein für das Schlauchsystem angenommenen Kosten bereits über den Gesamtkosten für Materialien und Medikamente, die im Modell für ein Verfahren mittels Citrat angesetzt werden. Im Bereich des Personaleinsatzes hingegen zeigen sich geringe Personaleinsatzzeiten. Während von 120 min für den Pflegedienst ausgegangen wird, liegen die Prozesszeiten im Szenario P-UMG 2019 bei ca. 202 Minuten und im Modell P-UMG 2019\_o11 bei 162 Minuten. Im Bereich des Ärztlichen Dienstes ergibt sich in beiden Modellen ein Wert von 37 Minuten, welche ebenfalls über den in der Kalkulation angenommenen Werten von 30 Minuten liegt. Im Gesamtschluss ist jedoch festzuhalten, dass alle Positionen der Kostenartengruppen 1, 2, 4a und 6a innerhalb der Modellbildung berücksichtigt wurden. Ausschließlich im Rahmen der Infrastruktur kann die vorliegende Analyse keine Vollumfänglichkeit gewährleisten, beispielsweise bei Personalzeiten bzw. Personalkosten notwendiger Angestellter im Bereich der Dialysetechnik. Da dieser Aspekt mit 3,00 € jedoch als gering anzusehen ist, kann diese Vernachlässigung kaum der Grund für die deutlich positiven Deckungsbeiträge sein. Für die Kalkulationsmethodik ist somit festzuhalten, dass das vorliegende Beispiel als Referenz wenig geeignet ist, da scheinbar Inkonsistenzen auftreten. Auch stellt es vielmehr ein Beispiel dar und es bleibt unklar, inwieweit die Daten auf tatsächlichen Erhebungen basieren.

Auch die weiteren Vergleichswerte anderer Untersuchungen weichen stark vom Kalkulationsbeispiel und den Modellergebnissen ab. Während z. B. Kribben et al 2004 Kosten zwischen 287,05 € (interkurrente Hämodialyse mit Heparin, 125 Minuten Pflegeaufwand, 50 Minuten Aufwand des Ärztlichen Dienstes und 100,48 € Material und Medikamentenkosten) und 509,93 € ermittelt (Hämodialyse mit Citrat auf Intensivstationen, 300 Minuten Pflegeaufwand, 80 Minuten Ärztlicher Dienst und 166,05 € Material und Medikamentenkosten),<sup>6</sup> zeigt der „Leitfaden zur Kalkulation nephrologischer Leistungen Version 1.0“ aus dem Jahr 2016 Gesamtkosten in Höhe von 290,20 € für eine intermittierende Hämodialyse, wovon jedoch 210 € allein auf die Dialyselösung und das Materialset entfallen. Dem Pflegedienst werden hier ausschließlich 80 Minuten und dem Ärztlichen Dienst 20 Minuten Personalzeit zugeordnet. Ferner werden 16 € für

---

<sup>6</sup> Vgl. Kribben et al. 2004, S. 356 ff.

die medizinische und nicht medizinische Infrastruktur aufgezeigt.<sup>7</sup> Alle Werte der Empfehlungen liegen somit deutlich oberhalb der tatsächlichen Zusatzentgelt, weshalb davon auszugehen ist, dass die tatsächlich von den Kalkulationskrankenhäusern gelieferten Daten, unterhalb dieser Werte liegen. Eine Begründung für den hohen Deckungsbeitrag des Deutschlandszenarios lässt sich aus der Kalkulationsmethodik folglich nicht eindeutig ableiten, jedoch scheinen die Material- und Medikamentenkosten vorrangig ursächlich zu sein. Ob dies der maßgebliche Grund sein kann, soll im Kapitel „Erlösbetrachtung Zusatzentgelte nach Pflegepersonalkostenausgliederung“ untersucht werden, da zumindest der Einfluss der Pflegepersonalkosten auf die Gesamtkosten ausgeblendet werden kann.

*Eingeschlossene Verfahrensarten:*

Die vorliegende Analyse basiert auf einer Verfahrenslaufzeit von vier Stunden, folglich werden die OPS-Kodes 8–854.2 (Antikoagulation mit Heparin oder ohne Antikoagulation) und 8–854.3 (Antikoagulation mit sonstigen Substanzen) betrachtet. Weiterhin inkludiert das Zusatzentgelt jedoch die Verfahren 8–854.4 und 8–854.5. Diese Verfahren sind definitorisch identisch, jedoch als verlängert intermittierend anzusehen, die Verfahrenslaufzeit reicht von über sechs Stunden bis 24 Stunden.<sup>8</sup> Somit werden solche Verfahren mit höheren Personal- aber auch mit höheren Medikamentenkosten einhergehen, wobei geringe Flussraten durch den Effekt stark zunehmender Medikamentenkosten mildern können. Gemäß Analyse der Verfahrenszahlen ergaben sich relevante Anteile jedoch nur für das Verfahren 8–854.4, also dem verlängerten Verfahren mit Heparin oder ohne Antikoagulation. So beläuft sich der Anteil der 8–854.4 im Verhältnis zu der Summe aus 8–854.2, 8–854.3 und 8–854.4 je nach Verteilung in den Szenarien auf Werte zwischen 0,06 % (UMG 2016) und 10,81 % (UMG 2018). Im deutschlandweiten Szenario liegen die Anteile bei 4,67 %. Folglich kann ein Teil der resultierenden Deckungsbeiträge durch den fehlenden Einbezug verlängert intermittierender Verfahren begründet werden. Ob dieser Anteil von 4,67 % jedoch wirklich zu stark erhöhten mittleren Kosten führt, ist fraglich, da die Optionen mit Heparin aus Perspektive der Materialkosten als kostengünstigere Option anzusehen sind. Weiterhin lässt die Laufzeit von sechs bis 24 Stunden verstärkt auf Verfahren auf Intensivstationen schließen, bei denen, bedingt durch die Antikoagulation, keine 1:1-Betreuung durch das Dialysepersonal vorliegen würde. Folglich kann angenommen werden, dass keine deutliche Erhöhung der Personaleinsatzzeiten vorliegen wird.

---

<sup>7</sup> Vgl. DGFN 2016, S. 5 ff.

<sup>8</sup> DIMDI o. J., o. S.

Weiterhin schließen die OPS-Kodes Verfahren „ohne Antikoagulation“ oder mit weiteren „sonstigen Substanzen“ wie Argatroban, Danaparoid oder Lepirudin ein.<sup>9</sup> In der vorliegenden Analyse wurden diese nicht einbezogen, jedoch waren diese Verfahren bei der Auswertung der Daten an der UMG ebenfalls extrem selten bzw. nicht vorhanden, sodass davon ausgegangen werden kann, dass kein nennenswerter Einfluss auf die mittleren Kosten besteht.

Für die Aspekte der verlängert intermittierenden Verfahren sowie für die in der Analyse nicht betrachteten Antikoagulationsvarianten kann folglich geschlossen werden, dass der Effekt auf die mittleren Kosten als eher gering anzusehen ist, da bei extremen Abweichungen das Finanzierungssystem einen Split vorgesehen hätte. Als Beispiel kann hierbei der OPS-Kode 8–854.8 angeführt werden, die verlängert intermittierende Hämodialyse zur Elimination von Proteinen mit einer Molekularmasse bis 60.000, welche bis 2014 Teil des ZE01.01 war. Seit 2015 wird diese über ein krankenhausindividuelles Zusatzentgelt, bezeichnet als „Dialyse mit High-Cut-off-Dialysemembran“, abgerechnet. Dieses krankenhausindividuelle Zusatzentgelt lag z. B. 2022 am Universitätsklinikum Bonn bei 1112,58 €<sup>10</sup> und bei 950,00 € an der Berliner Charité.<sup>11</sup> Selbst diese Ausgliederung der 8–854.8 zeigte kein Absinken des ZE01.01 zwischen den Jahren 2014 und 2015.

#### *Effizienz Aspekte:*

Eine weitere Erklärung für die über alle Szenarien sichtbaren positiven Deckungsbeiträge können Effizienz Aspekte darstellen. Diese können einerseits auf der Seite der Personalzeiten, andererseits auf der Seite der Material- und Medikamentenkosten liegen. Da alle Ergebnisse der Szenarien auf Personaleinsatzzeiten an der UMG beruhen, erscheint eine Diskussion – ob die Zeiten über oder unter dem deutschen Mittel liegen – kaum umsetzbar. Jedoch gibt es Effekte, die beide Effektrichtungen erklären könnten. Einerseits könnten Übungseffekte<sup>12</sup> durch hohe Verfahrenszahlen dazu führen, dass die Prozesszeiten unterhalb den durchschnittlichen Prozesszeiten liegen. Auf der anderen Seite kann jedoch vermutet werden, dass die Fallschwere, insbesondere durch das Vorkommen von Komorbiditäten und Komplikationen in einem Krankenhaus der Maximalversorgung, höher als im deutschen Mittel ist. Somit wären gestiegene Prozesszeiten impliziert. Welche Effektrichtung dominiert, kann jedoch erst im

---

<sup>9</sup> Vgl. DGfN 2021, S. 59.

<sup>10</sup> Vgl. Universitätsklinikum Bonn 2022, S. 17.

<sup>11</sup> Vgl. Universitätsmedizin Berlin [Charité] 2022, S. 43.

<sup>12</sup> Vgl. Fleßa 2022, S. 208 f.

Kapitel der „Erlösbetrachtung Zusatzentgelte nach Pflegepersonalkostenausgliederung“ vorgenommen werden. Ob ein entsprechender Effekt im Bereich des Ärztlichen Dienstes vorliegt, kann nicht beantwortet werden. Ein weiterer Effekt ist im Bereich der Material- und Medikamentenkosten zu verordnen. Gemäß Marktanalysetool des Reimbursement-Institutes wurden Blutreinigungsverfahren des Dreistellers 8–85 im Jahr 2020 an 1.165 Krankenhäusern in Deutschland erbracht,<sup>13</sup> was im Mittel folglich einen Anteil von rund 0,09 % am Gesamtleistungsaufkommen (in kodierten OPS-Kodes) je Krankenhaus bedeutet. Im Rahmen der Auswertung der Verfahrenszahlen wurde ersichtlich, dass das Leistungsaufkommen an der UMG je nach Jahr zwischen 0,37 % und 0,50 % des deutschlandweiten Leistungsaufkommens verursachte. Somit liegt die Anzahl der Verfahren an der Universitätsmedizin Greifswald um den Faktor 4,3 bis 5,8 über dem deutschen Mittel. Es kann somit davon ausgegangen werden, dass insbesondere für Verbrauchsmaterialien durch eine gewisse Marktmacht vorteilhafte Einkaufspreise erzielbar sind.

Im Gesamtschluss zeigt sich, dass die Ursachen für die geringeren Deckungsbeiträge an der UMG nicht mit absoluter Sicherheit erklärt werden können. Es bleibt unklar, welche Effekte insbesondere durch die Personal- und Materialkosten im Vergleich zum deutschen Mittel resultieren. Deutlich wird jedoch, dass die Behandlungsstruktur, also die Anteile von Antikoagulation und Behandlungsort einen entscheidenden Einfluss auf die mittleren Kosten und somit auf den Deckungsbeitrag der relativ undifferenzierten Zusatzentgelte haben. Ob die Personalkosten des Pflegedienstes an der UMG über oder unter den mittleren Kosten liegen, soll im nachfolgenden Kapitel der Pflegepersonalkostenausgliederung diskutiert werden.

### **5.3.1.5 Erlösbetrachtung Zusatzentgelte nach Pflegepersonalkostenausgliederung**

Im Rahmen der Ausgliederung stellt sich die Frage, inwieweit der Betrag der ausgegliederten Pflegepersonalkosten den im Modell ermittelten Pflegepersonalkosten entspricht. Er dient somit als Indikation inwieweit der an der UMG erhobene Personalaufwand mit dem mittleren deutschen Aufwand vergleichbar ist. Hierzu sollen in einem ersten Schritt die entsprechenden Werte verglichen werden. In einem zweiten Schritt werden die Erlöse des Jahres 2021 und 2022 mit den Modellergebnissen ohne Pflegepersonalkosten verglichen.

---

<sup>13</sup> Vgl. RI Innovation GmbH 2022.

Während die Höhe des ZE01.01 im Jahr 2019 bei 236,29 € lag,<sup>14</sup> ergab sich nach Ausgliederung der Pflegepersonalkosten im Jahr 2020 ein Wert von 172,59 €<sup>15</sup> sowie ein Wert von 157,24 € für 2021 und 2022.<sup>16,17</sup> Der Wert von 172,59 € soll im Folgenden unberücksichtigt bleiben, da er gemäß Abschlussbericht zum aG-DRG-System 2021 als inkonsistent anzusehen ist.<sup>18</sup> Folglich wird die Differenz zwischen den Werten der Jahre 2019 und 2021 bzw. 2022 herangezogen. Die Höhe der ausgegliederten Pflegepersonalkosten liegt somit bei 79,05 €.

Tabelle 5.4 zeigt die im Modell mit dem Akronym „K\_Dix“ ermittelten Personalkosten der Dialysepflege. Neben dem Mittelwert, der Standardabweichung sowie dem Median wird die Differenz zum Ausgliederungsbetrag angegeben. Ein rot hinterlegter positiver Wert zeigt an, dass die mittleren Kosten über dem Betrag gemäß Pflegepersonalkostenausgliederung liegen.

**Tabelle 5.4** Vergleich modellierter Pflegepersonalkosten zum Ausgliederungsbetrag

Output	Mittelwert der Pflegepersonalkosten in €	Standardabweichung in €	Median in €	Differenz zum Ausgliederungsbetrag in €	Differenz zum Ausgliederungsbetrag in %
K_Dix_P-UMG 2019	114,88	55,13	93,57	35,83	45,33%
K_Dix_P-UMG 2019_o11	92,12	20,46	90,01	13,07	16,53%
K_Dix_D 2019	91,56	30,96	85,58	12,51	15,83%
K_Dix_D 2019_o11	87,65	20,37	85,38	8,60	10,88%
K_Dix_UMG 2018	101,24	43,42	89,08	22,19	28,07%
K_Dix_UMG 2018_o11	89,94	20,39	88,06	10,89	13,78%
K_Dix_UMG 2016	114,42	54,94	93,70	35,37	44,74%
K_Dix_UMG 2016_o11	92,09	20,60	90,44	13,04	16,50%

Quelle: Eigene Darstellung

Es wird deutlich, dass die im Modell ermittelten Personalkosten des Dialysepersonals stets über dem Betrag der ausgegliederten Pflegepersonalkosten

<sup>14</sup> Vgl. InEK GmbH 2018, S. 142.

<sup>15</sup> Vgl. InEK GmbH 2019a, S. 127.

<sup>16</sup> Vgl. InEK GmbH 2020b, S. 121.

<sup>17</sup> Vgl. InEK GmbH 2021a, S. 103.

<sup>18</sup> Vgl. InEK GmbH 2020a, S. 146.

liegen. Die geringsten Werte ergeben sich hierbei für das Deutschlandszenario. Die Abweichungen liegen hier bei 10,88 % bzw. 15,83 %, absolut betrachtet bei 8,60 € bzw. 12,51 €. Die Effekte erhöhter durchschnittlicher Kosten durch erhöhte Anteile aufwändiger Verfahren mit der Antikoagulation Citrat, erhöhte Anteile von Verfahren auf Intensivstationen bzw. erhöhte Einsatzzeiten durch notwendige 1:1-Betreuung wurden für die UMG bereits umfassend erläutert. Es stellt sich vielmehr die Frage, welche Ursachen für die Modellergebnisse des Deutschlandszenarios herangezogen werden können.

Die Personalkosten des Dialysepersonals setzen sich zusammen aus den Prozesszeiten der einbezogenen Teilprozesse multipliziert mit dem Personalminutensatz der Dialysepflege. Beide Teilaspekte können ursächlich für mögliche Abweichungen sein. Insgesamt sind drei maßgebliche Aspekte anzuführen. Dies sind der Personalminutensatz, die interne Fallschwere sowie die Relevanz einzelner Teilprozesse.

#### *Personalminutensatz*

Der Personalminutensatz wird in der Analyse mit 0,57 € angenommen. Ursächlich hierfür war eine Einstufung des Dialysepflegepersonals in die Entgeltgruppe KR9 des TV-L Kr 2021. Sollten die aufgezeigten Personaleinsatzzeiten dem deutschen Mittel entsprechen, würde ein Minutensatz von ca. 0,51 € im Modell ohne 1:1-Betreuung bzw. von 0,49 € mit 1:1-Betreuung zu einer Situation führen, in der die Pflegepersonalkosten im Deutschlandszenario dem aus den Zusatzentgelten ausgegliederten Betrag entsprechen. Anzumerken – gleich welcher der beiden Personalminutensätze angenommen wird – bleibt jedoch, dass bedingt durch das Behandlungsportfolio die mittleren Personalkosten der Dialysepflege an der UMG deutlich über dem deutschen Durchschnitt liegen. Aus diesem Grund kann die Pflegepersonalkostenausgliederung durchaus als positiv für die UMG angesehen werden. Dies gilt jedoch nur, wenn sich der Verfahrensaufwand für Dialyseverfahren adäquat in der Berechnung der Stellenbedarfe für Dialyseleistungen abbilden lässt und das komplexere Leistungsportfolio positive Auswirkungen auf die Anzahl der Vollkraftstellen hat. Es ist jedoch fraglich, ob eine detaillierte Personalbedarfsplanung basierend auf realen Personaleinsatzzeiten für das Dialysepersonal tatsächlich vorliegt. Das vorgestellte Simulationsmodell – basierend auf real erhobenen Prozesszeiten – zeigt welche methodischen Ansätze für die Abschätzung des Personalbedarfs unter Berücksichtigung von Anteilen verschiedener Verfahrensanteile möglich wären.

### *Interne Fallschwere*

Das Simulationsmodell basiert auf Zeiterhebungen an der UMG unter Berücksichtigung der Einflussparameter der Antikoagulation, des Gefäßzugangs sowie des Behandlungsortes. Obgleich die Analyse die Bedeutung dieser Parameter aufgezeigt hat, bleibt unklar, ob und welche weiteren patientenindividuellen Komplikationen und Komorbiditäten die Personalzeiten der Dialysepflege beeinflussen. Während die Universitätsmedizin Greifswald neben der Grundversorgung der Bevölkerung auch als Maximalversorger der Region dient, ist davon auszugehen, dass die mittlere Fallschwere – beispielsweise gemessen am PCCL – über dem deutschen Durchschnitt liegt, was durchaus höhere Personaleinsatzzeiten des Dialysepersonals begründen kann. Folglich kann die Überschätzung im Deutschlandmodell daraus resultieren, dass auch hier höhere Personaleinsatzzeiten angenommen wurden, die geprägt sind von einer Patientenstruktur mit durchschnittlich höherer Komplexität. In Summe wäre – dieser Argumentation folgend – der reale Unterschied zwischen dem deutschen Mittel und der UMG im Modell noch unterschätzt, da die realen Kosten im deutschen Mittel aufgrund einer leichteren internen Fallschwere und somit reduzierten Prozesszeiten geringer wären. Unterstützt wird diese Argumentation durch das Beispiel des InEK sowie durch die angegebenen Werte von Kribben et al., die für Standardverfahren Zeiten der Dialysepflege ausweisen, die unter den Zeiten der Simulationsergebnisse liegen.<sup>19,20</sup>

### *Relevanz einzelner Teilprozesse*

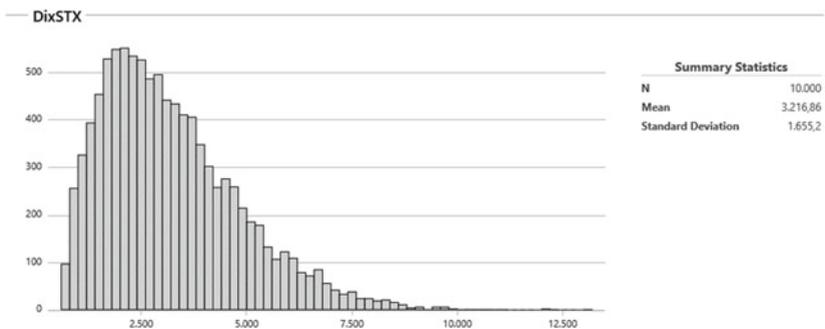
Ziel des Simulationsmodells war die Ermittlung der Kosten eines zusätzlichen Verfahrens. Der Methodik der Zeiterhebung zu intermittierenden Dialyseverfahren folgend, wurde hierbei der Punkt „Stationsarbeit“ einbezogen. Dieser beinhaltet die Kontrolle von Lagerbeständen, Materialbestellungen, Kontrolle und Einlagerung von Warenlieferungen, Entsorgung, Kontakt zu vor- oder nachgelagerten Behandlungspartnern, Anforderung von Behandlungsunterlagen, Anmeldungen beim Transportdienst, Vorbereitung von Dialyseprotokollen, Archivierung von Patientenakten, Protokollführung, Überprüfung Notfallkoffer, Temperaturkontrollen von Kühleinheiten, Haltbarkeitsprüfung von Verbrauchsmaterialien. Dies sind folglich Prozesse, die im Alltagsgeschehen der Beobachtung schwer einem Patienten zuzuordnen sind, aber dessen Dauer in Teilen klar von der Anzahl der Patienten abhängig ist. Andererseits sind Positionen enthalten, die nicht mit dem Bezug „je Verfahren“, sondern „je Tag“ oder „je Woche“ anfallen. Unter der

---

<sup>19</sup> Vgl. InEK GmbH 2005, S. 18.

<sup>20</sup> Vgl. Kribben et al. 2004, S. 356 f.

Annahme einer Vollauslastung der Personals mit einem Betreuungsverhältnis von 2,49 betreuten Verfahren auf der Dialyseabteilung und 2,57 betreuten Verfahren auf Intensivstationen je Tag und Pflegekraft wurden die Zeiten auf die einzelnen Verfahren verteilt (gewichtetes Mittel 2,51).<sup>21</sup> Dieses Vorgehen erscheint zielführend, da davon ausgegangen werden kann, dass bei Vollauslastung die Grenzkosten der Personaleinsatzzeiten den Durchschnittskosten entsprechen. Sollte z. B. bei veränderter Fallstruktur ein höheres Betreuungsverhältnis (mehr Verfahren je Pflegekraft) vorliegen, wäre die anteilige Zuordnung der Tätigkeiten der Stationsarbeit geringer. Fraglich bleibt, wie stark sich das Betreuungsverhältnis ändern müsste, damit unter der Annahme des ursprünglichen Personalminutensatzes von 0,57 € und sonst identischer Personaleinsatzzeiten die Stationsarbeit allein für die Differenz von 8,60 € ohne bzw. 12,51 € mit 1:1-Betreuung im Deutschlandmodell verantwortlich sein kann. Abbildung 5.5 zeigt den Outputwert für die Prozesszeiten des Prozesses „DixSTX.“



**Abbildung 5.5** Simulation DixSTX. (Quelle: Eigene Darstellung erstellt mit Minitab Workspace)

Mit einem Mittelwert von 3.217 Sekunden ergäben sich Personalkosten in Höhe von 30,56 € für den Prozess der Stationsarbeit, folglich von Personalkosten je Arbeitstag von 76,71 € je Arbeitstag bei 2,51 betreuten intermittierenden Verfahren auf der Dialyseabteilung. Ist es Ziel, die mittleren Kosten der Stationsarbeit um 8,60 € bzw. 12,51 € (ohne bzw. mit 1:1-Betreuung) zu senken, dürften die Kosten der Stationsarbeit je Verfahren bei 21,96 € bzw. 18,05 € liegen. Ausgehend von den beobachteten Kosten je Tag und Pflegekraft der Stationsarbeit von 76,71 € entspräche dies einem Wert von 3,49 bzw. 4,25 Dialyseverfahren

<sup>21</sup> Vgl. Krohn 2014, S. 87.

je Tag und Pflegekraft. Dieser Wert läge folglich 39,0 % bzw. 69,3 % über dem beobachteten Betreuungsverhältnis an der UMG und erscheint – insbesondere vor dem Hintergrund der Gültigkeit über Dialyseabteilung und Intensivstationen und der Tatsache, dass insbesondere kleine Häuser keine gesonderte Dialyseabteilung besitzen – als deutlich zu hoch. Folglich kann der Einbezug der Stationsarbeit nicht alleinig ursächlich für die erhöhten mittleren Personalkosten sein.

Insbesondere zu den zwei zuletzt angeführten Punkten stellt sich die Frage, wie trennscharf die Unterscheidung zwischen Zusatzentgelten als eher grenzkostenbasierte Kalkulation und der durchschnittskostenbasierten Kalkulation des G-DRG- bzw. aG-DRG-Systems ist. Hierzu soll eine vergleichende Diskussion in Abschnitt 5.3.1.6 vorgenommen werden. Bisher bleibt festzuhalten, dass die vorliegende Analyse höhere Personalkosten aufzeigte als aus den Zusatzentgelten ausgegliedert wurden. Es bleibt folglich zu untersuchen, wie sich die Deckungsbeiträge unter der neuen Situation verändern. Hierzu wird der Erlöswert des ZE01.01 aus 2021 bzw. 2022 von 157,24 € angenommen. Zur Berechnung der Kosten ohne Pflegepersonalkosten des Dialysepersonals werden alle vier Basisszenarien nochmals mit dem geänderten Personalminutensatz von 0,57 € auf 0 € („kD“) simuliert und die Akronyme mit dem Zusatz „\_a“ versehen. Es ergeben sich die in Tabelle 5.5 dargestellten Deckungsbeiträge.

**Tabelle 5.5** Deckungsbeiträge je intermittierendem Verfahren nach Pflegepersonalkostenausgliederung

Output	Mittelwert in €	Standardabweichung in €	Median in €	Deckungsbeitrag in €
GK_ix_P-UMG 2019_a	97,48	16,29	96,77	59,76
GK_ix_D 2019_a	87,43	13,07	84,81	69,81
GK_ix_UMG 2018_a	92,65	15,30	90,70	64,59
GK_ix_UMG 2016_a	97,66	16,26	96,85	60,39

Quelle: Eigene Darstellung

Die Betrachtung der Situation nach Ausgliederung zeigt Deckungsbeiträge zwischen 59,76 € und 69,81 €, wobei die höchsten Deckungsbeiträge wiederum im deutschlandweiten Szenario resultieren. Da in die Analyse ausschließlich die

Personalkosten des Ärztlichen Dienstes sowie die Material- und Medikamentenkosten einfließen, stellt sich die Frage, welcher der beiden Aspekte ursächlich für die resultierenden Deckungsbeiträge ist. Dem Ärztlichen Dienst wird ein Minutensatz von 1,19 € sowie eine mittlere Personaleinsatzzeit je Szenario zwischen 35 und 37 Minuten zugeordnet. Dies entspricht in etwa den Werten im InEK-Beispiel von 30 Minuten. Der Wert liegt hier deutlich unter den Annahmen von Kribben et. al mit 50 bzw. 80 Minuten, jedoch deutlich über den Werten des Leitfadens zur Kalkulation nephrologischer Leistungen Version 1.0 von 20 Minuten. Wird das Mittel der drei Vergleichswerte für Standardverfahren – also ohne den 80 Minuten-Wert – angenommen, beträgt dieser 33 Minuten und entspricht somit ca. dem für den Ärztlichen Dienst erhobenen Wert. Folglich erscheinen die Ergebnisse des Ärztlichen Dienstes begründet. Die Höhe der Deckungsbeiträge bedingt sich folglich aus einer Kombination der Material- und Medikamentenkosten. Da neben den bereits vormals angeführten Aspekten keine Vergleichswerte für Material- und Medikamentenkosten bei dem betrachteten Zusatzentgelt vorliegen, kann einzig auf Daten aus dem DRG-Report-Browser zurückgegriffen werden. Da hier jedoch von einer Grenz- zu einer Durchschnittskostenbetrachtung gewechselt werden muss, werden die entsprechenden Aspekte im Abschnitt 5.3.1.6 berücksichtigt.

Neben den bisher angesprochenen Aspekten bleibt zu klären, inwieweit der in Abschnitt 4.4.2 vorgeschlagene Split auch nach Ausgliederung der Pflegepersonalkosten zielführend bleibt. Folglich können nur noch die Kosten des Ärztlichen Dienstes den Split beeinflussen. Der Unterschied der Personalkosten bei Verfahren auf der Dialyseabteilung und Intensivstation lag bei 8,87 €. Da diese Unterscheidung jedoch auch innerhalb der Verfahren mit Heparin getätigt werden müsste, erscheint eine alleinige Unterteilung nach Behandlungsort ausschließlich bei Verfahren mit Citrat nicht mehr zielführend. Folglich verbleibt ausschließlicher der Split nach Antikoagulation als zielführende Option. Hierbei ergeben sich folgende Ergebniswerte

- Bezeichnung – Homogenitätskoeffizient – Durchschnittskosten
- GK\_ix\_Heparin\_P-UMG 2019\_a – 0,88 – 88,07 €
- GK\_ix\_Heparin\_D 2019\_a – 0,88 – 85,99 €
- GK\_ix\_Heparin\_UMG 2018\_a – 0,88 – 86,94 €
- GK\_ix\_Heparin\_UMG 2016\_a – 0,88 – 88,12 €
- GK\_ix\_Citrat\_P-UMG 2019\_a – 0,90 – 107,97 €
- GK\_ix\_Citrat\_D 2019\_a – 0,90 – 105,90 €
- GK\_ix\_Citrat\_UMG 2018\_a – 0,90 – 106,84 €

– GK\_ix\_Citrat\_UMG 2016\_a – 0,90 – 108,02 €

Die Abweichungen zwischen Verfahren mit Heparin verursachen stets um 19,90 € höhere Kosten. Dieser Umstand ist wie bereits mehrfach angeführt ausschließlich durch die höheren Medikamentenkosten der Antikoagulationsart zu begründen.

### 5.3.1.6 Grenz- und Durchschnittskostenbetrachtung

Die bisherige Analyse betrachtete stets das Zusatzentgelt ZE01.01 als Erlösreferenz. Hierbei wurde ein Wert von 225,49 € als mittlerer ZE-Wert der Jahre 2010 bis 2019 angesetzt, während für die Ausgliederung der Pflegepersonalkosten die Differenz der Zusatzentgelte von 2019 und 2021 bzw. 2022 angenommen wurde. Die Deckungsbeitragsrechnung ohne Pflegepersonalkosten erfolgte auf Basis der ZE-Werte 2021 und 2022. Wie in Abschnitt 5.3.1.4 aufgezeigt, berücksichtigen die Zusatzentgelte somit Kosten der Kostenartengruppen „1 – Ärztlicher Dienst“, „2 – Pflegedienst“ (bis 2019), „4a – Medikamente“, „6a – Übriger medizinischer Bedarf“ sowie „7 – Medizinische Infrastruktur“.<sup>22</sup>

Für die Frage, inwieweit sich die grenzkostenbasierte Zusatzentgeltkalkulation und die durchschnittskostenbasierte DRG-Kalkulation unterscheiden, soll die DRG L71Z herangezogen werden. Diese DRG – bezeichnet als „Niereninsuffizienz, ein Belegungstag mit Dialyse“ – beinhaltet gemäß Prozedurenübersicht der DRG-Browser der relevanten Jahre in nahezu allen Fällen ein extrakorporales intermittierendes Dialyseverfahren und kann somit als Referenzfall dienen. Tabelle 5.6 zeigt die Kosten gemäß der Browserversionen 2019, a2020 und a2021 auf,<sup>23,24,25</sup> wobei die Werte im ersten Tabellenabschnitt direkt aus dem Browser übernommen sind. Im zweiten Tabellenabschnitt sind die Werte vom theoretischen Basisfallwert des Browsers linear auf den Bundesbasisfallwert der Jahres 2020 in Höhe von 3679,72 €<sup>26</sup> angepasst.

Es zeigt sich, dass, gleich ob angepasst an den Basisfallwert oder nicht, die Summe aller Kostenartengruppen stets über den im jeweiligen Jahr erzielbarem Erlös für ein ZE01.01 liegt. Bei Betrachtung aller Kostenartengruppen liegt die Summe ohne Anpassung zwischen 24,99 % und 51,39 % über dem ZE-Wert des betrachteten Jahres. Mit Anpassung an den Bundesbasisfallwert 2020 liegt der

---

<sup>22</sup> Vgl. InEK GmbH 2005, S. 18.

<sup>23</sup> Vgl. InEK GmbH 2019b.

<sup>24</sup> Vgl. InEK GmbH 2020c.

<sup>25</sup> Vgl. InEK GmbH 2021b.

<sup>26</sup> Vgl. GKV Spitzenverband 2022, o. S.

**Tabelle 5.6** Kostendaten der Kostenstellengruppe „Dialyseabteilung“ der (a)DRG L71Z

Kostenstellengruppe/ Jahr	1	2	3	4a	4b	6a	6b	6c	7	8	Summe 1-8	Summe 1,2,4a,6a,7
2019	38,27	60,96	27,55	8,39	1,39	41,39	11,87	45,5	16,81	43,2	295,33	165,82
a2020	41,51		21,87	9,84	4,08	48,55	17,18	52,38	17,8	48,08	261,29	117,70
a2021	34,88		2,62	9,29	3,00	37,58	13,35	49,2	17,77	43,3	210,99	99,52
Angepasste Werte												
2019	45,40	72,32	32,68	9,95	1,65	49,10	14,08	53,98	19,94	51,25	350,34	196,71
a2020	48,02		25,30	11,38	4,72	56,17	19,88	60,60	20,59	55,62	302,28	136,16
a2021	38,95		2,93	10,37	3,35	41,96	14,91	54,94	19,84	48,35	235,61	111,13

Quelle: Eigene Darstellung basierend auf InEK 2019, InEK 200, InEK 2021

Wert in der diese DRG zwischen 48,27 % und 75,14 % über dem Zusatzentgeltwert. Folglich könnten diese Prozentwerte eine Art Gemeinkostenzuschlag darstellen bzw. darauf schließen lassen, dass der Anteil der Gemeinkosten an den Gesamtkosten einer intermittierenden Dialyse zwischen 19,99 % und 42,90 % liegt. Zu beachten bleibt, dass aufgrund der Fülle an OPS-Kodes mit nephrologischem Bezug innerhalb der DRG L71Z (z. B. Anlage, Wechsel, Entfernung eines Dialysekatheters in ca. 27,83 % aller Fälle)<sup>27</sup> die interne Fallschwere vermutlich höher sein wird. Folglich wären die Grenzkosten erhöht und die aufgezeigten Zuschläge als zu hoch anzusehen.

Interessanter als die Ermittlung eines Gemeinkostenzuschlages erscheint aber die Fokussierung auf die kostenartengruppenspezifischen Werte. Werden wie bei der Kalkulationsempfehlung des InEK nur die Kostenartengruppen 1, 2, 4a, 6a und 7 zusammengefasst, ergeben sich Werte, die ohne Anpassung an den Basisfallwert zwischen 54,89 € und 70,47 € bzw. mit Anpassung zwischen 36,43 € und 46,11 € unter den Erlösen des Zusatzentgeltes liegen. Folglich wären die Durchschnittskosten in der DRG niedriger als die Grenzkosten der Zusatzentgeltberechnung. Da davon ausgegangen wird, dass es sich inhaltlich um die identische Leistung handelt, muss an dieser Stelle eine Inkonsistenz vorliegen, da aus betriebswirtschaftlicher Sicht die Durchschnittskosten nicht unter den Grenzkosten liegen können. So scheinen die Zusatzentgelte mehr zu enthalten als nur die Kosten der angeführten Kostenartengruppen. Als Resultat erscheint es zielführend alle Kostenartengruppen in die Diskussion einzubeziehen. Hierbei

<sup>27</sup> Vgl. InEK GmbH 2021b.

wird der Bezug zu den unangepassten Werten vorgenommen, die Zahlen mit der Anpassung auf den Bundesbasisfallwert werden in Klammern dargestellt.

#### *Kostenartengruppe 1 – Ärztlicher Dienst*

Der Report-Browser zeigt für den Ärztliche Dienst Kosten zwischen 34,88 € und 41,51 € (38,95 € und 48,02 €), was insbesondere nach Anpassung an den Bundesbasisfallwert den in den Szenarien ermittelten Werten von 41,68 € bis 43,80 € je intermittierendem Verfahren entspricht bzw. nur leicht unter den Durchschnittskosten liegt. Somit entsprechen die Grenzkosten der Analyse in großen Teilen den Durchschnittskosten der DRG-Kalkulation. Diese Übereinstimmung tritt auf, sofern die Personalauslastung hoch ist – ein Umstand der für den Ärztlichen Dienst als gegeben angenommen werden kann.

#### *Kostenartengruppe 2 – Pflegedienst*

Die Kosten des Pflegedienstes belaufen sich im Jahr 2019 auf 60,96 € (72,32 €) und sinken aufgrund der Pflegepersonalkostenausgliederung auf 0 € im Jahr 2020. Gleichzeitig sinkt das ZE01.01 um 63,70 € ab. Es zeigt sich, dass eine hohe Übereinstimmung zwischen den beiden Beträgen besteht. Dass keine Deckungsgleichheit im Betrag vorliegt, lässt sich auf das Fallportfolio der L71Z zurückführen. So enthält diese DRG basierend auf dem Report-Browser 2019 in ca. 18,6 % Verfahren die nicht unter das ZE01.01. fallen würden. Hiervon entfallen jedoch über 50 % auf das Verfahren der Hämodiafiltration, welche zu einem Zusatzentgelt führen würde, das um 7,69 € über dem ZE01.01 liegt. Inhaltlich kann an dieser Stelle jedoch geschlossen werden, dass nicht Grenz- sondern Durchschnittskosten ausgegliedert wurden, da das Absinken innerhalb der inhaltlich fast deckungsgleichen DRG vom Betrag her dem Absinken der Zusatzentgelte entspricht. Für die vorliegende Analyse zeigt sich jedoch, dass die im DeutschlandszENARIO erhobenen mittleren Personalkosten (P-UMG 2019) mit 91,56 € deutlich über den ausgegliederten Kosten lagen. Mögliche Ursachen hierfür wurden bereits im Abschnitt 5.3.1.5 angeführt, jedoch muss an dieser Stelle das weitere Absinken der ZE von 2020 auf 2021 von 172,59 € auf 157,24 € berücksichtigt werden. Hierbei ist es notwendig die Kostenartengruppe 3 einzubeziehen.

#### *Kostenartengruppe 3 – Medizinisch-/technischer Dienst/ Funktionsdienst*

In der Kostenmatrix sinkt der Wert der Kostenartengruppe 3 von 27,55 € über 21,87 € auf 2,62 € (angepasst 32,68 €; 25,80 €; 2,93 €). Das deutliche Absinken zwischen 2020 und 2021 lässt darauf schließen, dass es innerhalb

der kalkulierenden Krankenhäuser zu Problemen in der Zuordnung des Dialysepersonals zum Pflegedienst bzw. zum Funktionsdienst kam. Das deutliche Absinken des Wertes der Kostenartengruppe 3 deutet darauf hin, dass das vormalig dieser Kostenstelle zugeordnete Personal nun der Kostenartengruppe 2 „Pflegedienst“ zugeordnet und somit ausgegliedert wird. Auch hier wird deutlich, dass der von 2020 auf 2021 um 19,25 € (22,37 €) gesunkene Betrag ca. dem Absinken des korrespondierenden Zusatzentgeltes in Höhe von 15,35 € entspricht. Folglich kann in Summe festgehalten werden, dass auch hier scheinbar Durchschnittskosten und nicht Grenzkosten aus den Zusatzentgelten ausgegliedert wurden.

Wird die Summe der Kostenartengruppen 2 und 3 der Jahre 2019 und 2021 verglichen ergibt sich ein Absinken um 85,89 € (102,07 €) innerhalb der DRG L71Z sowie ein um 79,05 € reduziertes Zusatzentgelt. Die Kostenwerte der Dialysepflege lagen im Deutschlandmodell der Simulation bei 87,65 € bzw. 91,56 € (ohne bzw. mit 1:1-Betreuung). Folglich erscheinen die Simulationsergebnisse durchaus realistisch, wobei auch hier deutlich wird, dass die Zusatzentgelte nicht so grenzkostenbasiert sein können wie die zugrundeliegende Definition es vermuten lassen würde.

#### *Kostenartengruppe 4a/4b – Schachkosten für Arzneimittel (Gemeinkosten/ Einzelkosten)*

Die Kosten der Kostenartengruppen 4a und 4b werden zusammen betrachtet. In den betrachteten Report-Browsern liegen die Kosten zwischen 9,78 € und 13,92 € (11,60 € und 16,10 €). In der vorliegenden Analyse wird nicht zwischen Arzneimitteln und übrigen medizinischem Bedarf unterschieden, sondern für Verfahren mit Heparin Kosten in Höhe von ca. 44 € und 64 € bei der Verwendung von Citrat angenommen. Nach der Datenanalyse von Timm ließen sich für Arzneimittel ca. 7,50 € für Verfahren mit Heparin und 27,40 € für Verfahren mit Citrat ansetzen.<sup>28</sup> In der DRG L71Z lag der Citratanteil nach Browserversion 2019 bei 5,82 %.<sup>29</sup> Dies ergäbe mit den Medikamentenkosten der Universitätsmedizin Greifswald ein gewichtetes Mittel von 8,66 € was ca. dem Wert von 9,78 € entspricht. Folglich ist davon auszugehen, dass die in der Analyse angenommenen Kosten für Materialien und Medikamente als begründet angenommen werden können.

---

<sup>28</sup> Vgl. Timm 2015, S. 51 ff.

<sup>29</sup> Vgl. InEK GmbH 2019b.

*Kostenartengruppe 5 – Implantate*

Die hier nur zur Vollständigkeit erwähnte Kostenartengruppe 5 ist für die Kostenstellengruppe der Dialyseabteilung nicht relevant.

*Kostenartengruppe 6a/6b – Sachkosten des medizinischen Bedarfs (ohne Arzneimittel, Implantate und Transplantate – Gemeinkosten/Einzelkosten)*

Die Kosten der Kostenartengruppen 6a und 6b werden zusammen betrachtet. In den Report-Browsern liegen die entsprechenden Werte zwischen 50,93 € und 65,73 € (56,83 € und 76,04 €). Ohne die in Kostenartengruppe 4a/4b inkludierten Medikamentenkosten wurde in der Simulation von ca. 37 € Materialkosten ausgegangen. Der Unterschied lässt sich entweder durch geringe Beschaffungspreise aber auch durch den möglichen Unterschied zwischen Grenz- und Durchschnittskosten erklären. Weiterhin bleibt wie angeführt zu berücksichtigen, dass die interne Fallschwere der DRG L71Z relativ hoch zu sein scheint. Wie bereits angeführt enthält dieser Wert beispielsweise Katheteranlagen in 19 % aller Fälle, was folglich einen Effekt auf die betrachteten mittleren Kosten der Kostenartengruppen 6a/6b hat.

*Kostenartengruppe 6c – Sachkosten übriger medizinischer Bedarf (Einzelkosten/Leistungen durch Dritte)*

Besondere Beachtung im Rahmen der Diskussion muss der Kostenartengruppe 6c mit Kosten zwischen 45,50 € und 52,38 € (53,98 € und 60,60 €) zugezogen werden. So definiert das Handbuch zur Kalkulation von Behandlungskosten, dass die Kosten für Dialyseleistungen, die von Dritten durchgeführt werden, den Fällen als Einzelkosten der Kostenartengruppe 6c zuzuordnen sind.<sup>30</sup> Folglich ist der Betrag der Kostenartengruppe 6c als „Black-Box“ anzusehen, die Kosten aller anderen Kostenarten beinhalten kann, sofern die Dialyseleistung von Dritten bezogen wird. Da jedoch unklar bleibt, in welchem Umfang die Erbringung durch Dritte Leistungen des Ärztlichen Dienstes, des Pflegedienstes aber auch die Bereitstellung von Materialien- und Medikamente beinhaltet, bleibt in Folge ebenfalls unklar, welche tatsächliche Kostenverteilung zwischen den Kostenarten in einem Krankenhaus ohne Leistungsbezug von Dritten vorliegt. Die seit 2016 vorliegende Trennung der Kostenartengruppe 6b in „6b und 6c“ führt insgesamt zu einer erhöhten Transparenz, beispielsweise in Bezug auf die Frage nach dem kostenmäßigen Anteil extern bezogener Leistungen. Der Umstand, dass durch diese Mischkalkulation unklar bleibt, in wie vielen der Kalkulationsfälle Leistungen einzelner Kostenartengruppen extern bezogen wurden, reduziert jedoch

---

<sup>30</sup> Vgl. InEK GmbH 2016b, S. 154.

die Aussagekraft der gesamten Kostenstellengruppe 3 in Bezug auf ihre Tauglichkeit als Benchmark. Interessant ist jedoch die anteilsbezogene Betrachtung der Kostenartengruppe 6c an den Gesamtkosten der Kostenartengruppe. So verursachen Leistungen durch Dritte einen Anteil zwischen 14,91 % und 22,04 %. Dies erscheint in dieser DRG durchaus ein relativ hoher Wert zu sein, da die L71Z selbst hauptsächlich in größeren Krankenhäusern erbracht wird. So entfielen 2020 83,91 % aller Fälle auf Krankenhäuser mit mehr als 300 Betten, 54,07 % aller Fälle auf Krankenhäuser über 600 Betten und 33,59 % auf Krankenhäuser mit mehr als 1000 Betten.<sup>31</sup> Weiterhin ist die absolute Höhe sowie deren Entwicklung interessant. So zeigen die unangepassten Werte einen Verlauf von 45,50 € über 52,38 € hin zu 49,20 €. Die Ausgliederung der Pflegepersonalkosten – die auch nicht für diese Kostenartengruppe vorgesehen ist – hat somit keinen Effekt. Folglich bedeutet dies, dass Krankenhäuser, welche die Leistungen mit eigenem Pflegepersonal erbringen, zusätzlich über die Kostenartengruppe 6c der DRG L71Z Erlöse generieren. Diese beinhalten zum Teil Pflegekosten, welche jedoch nicht ausgegliedert sind bzw. werden konnten, da sie als Teil einer extern erbrachten Leistung der Einzelkostenzuordnung der Kostenartengruppe 6c unterliegen. Der in Summe unklare Inhalt der Kostenartengruppe 6c lässt somit vermuten, dass die tatsächlichen Kosten in den bisher betrachteten Kostenartengruppen, bezogen auf den Fall der Nichtinanspruchnahme von Leistungen durch Dritte, über den jeweils angeführten Werten liegen.

#### *Kostenartengruppe 7 – Personal- u. Sachkosten medizinische Infrastruktur*

Gemäß Report-Browser resultieren Kosten zwischen 16,81 € und 17,80 € (angepasst zwischen 19,84 € und 20,59 €). Während entsprechende Kosten in den Simulationen nicht einbezogen werden, nimmt das Kalkulationsbeispiel der „Hilfestellung für die Kalkulation von Zusatzentgelten“ einen Wert von 3 € für die Gerätewartung an,<sup>32</sup> ein Wert, welcher ebenfalls bei der Definition von Standardverfahrenskosten bei intermittierenden Verfahren im Handbuch zur Kalkulation von Behandlungskosten aufzufinden ist.<sup>33</sup> Der entsprechende Differenzbetrag zwischen dem Wert der DRG L71Z und der Annahme der Wartungskosten in Höhe von 3 € in den Zusatzentgelten resultiert somit deutlich aus den der DRG zusätzlich zugeschlüsselten Kosten der medizinischen Infrastruktur, also z. B. Apotheke, Archiv Patientenakten, Krankenhaushygiene usw.<sup>34</sup>

---

<sup>31</sup> RI Innovation GmbH 2022.

<sup>32</sup> Vgl. InEK GmbH 2005, S. 18.

<sup>33</sup> Vgl. InEK GmbH 2016b, S. 159.

<sup>34</sup> Vgl. ebd., S. 241.

In der vorliegenden Kostenartengruppe ist somit die Trennung zwischen durchschnittskostenbasierten DRGs und den grenzkostenbasieren Zusatzentgelten klar ersichtlich.

*Kostenartengruppe 8 – Personal- u. Sachkosten nicht medizinische Infrastruktur*

Die DRG L71Z zeigt Kosten zwischen 43,20 € und 48,08 € (51,25 € und 55,62 €) für die nicht-medizinische Infrastruktur auf. Dies beinhaltet laut Kalkulationshandbuch – hier nur in kleinen Ausschnitten – z. B. Kosten für Controlling, Verwaltung, Wäscheversorgung usw.<sup>35</sup> Die klare Trennung zwischen der DRG-Kalkulationsmethodik und der Kalkulationsmethodik der Zusatzentgelte wird an dieser Stelle besonders deutlich. So definiert die Hilfestellung für die Kalkulation von Zusatzentgelten, dass Kosten der nicht medizinischen Infrastruktur nicht in den Standard einbezogen werden sollen, da sich kein unmittelbarer Bezug zur Leistung herstellen lässt. Diese Kosten sollen mittels eines zu vereinbarenden pauschalen Kostenbetrags je Leistung berücksichtigt werden.<sup>36</sup> Ein entsprechender Betrag wird in den Kalkulationsbeispielen jedoch nicht angeführt. Folglich ist davon auszugehen, dass diese Kostenartengruppe in der Kalkulation der Zusatzentgelte keine bzw. kaum Beachtung findet.

Im Gesamtschluss zeigt es sich, dass die Methodenunterschiede in einigen Kostenartengruppen deutlicher sind als in anderen. So könnte geschlossen werden, dass das Zusatzentgelt ca. aus den Inhalten der DRG-Kostenartengruppen 1, 2 und 3 (vor Pflegepersonalkostenausgliederung) sowie 4a/b, 6a/b und einem pauschalen Aufschlag von 3 € für die Kostenartengruppe 7 besteht. Werden die genannten Kostenarten aufaddiert, ergeben sich für die unangepassten Werte des G-DRG-Browsers Kosten für 2019 Kosten in Höhe von 238,32 € und für 2021 Kosten in Höhe von 152,92 €. Dies entspricht fast den Zusatzentgelten der Jahre 2019 und 2021 in Höhe von 236,29 € bzw. 157,24 €. Die nahezu deckungsgleiche Übereinstimmung lässt den Schluss zu, dass sich die Höhe der bundeseinheitlichen Zusatzentgelte an den tatsächlichen Kosten der Kalkulationskrankenhäuser orientiert und nicht einer Anpassung bzw. Steigerung unterliegt, die bei DRGs aus der Steigerung der Basisfallwerte resultiert. Die bereits angeführte geringe mittlere Steigerung der Zusatzentgelte im Vergleich zum Bundesbasisfallwert unterstützt diese Argumentation. Die hohe Übereinstimmung der Werte der Kostenartengruppen 1, 3 und 4a der DRG L71Z und dem

---

<sup>35</sup> Vgl. InEK GmbH 2016b, S. 242.

<sup>36</sup> Vgl. InEK GmbH 2005, S. 11.

Wert des ZE01.01 lässt weiterhin den Schluss zu, dass Grenz- und Durchschnittskosten ähnlich hoch sind, was auf eine hohe Auslastung des eingesetzten Personal schießen lässt. Der Einfluss der Kostenartengruppe 6c bleibt hierbei unklar.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die Zusatzentgelte inhaltlich nicht in allen Kostenartengruppen grenzkostenbasiert erscheinen, sondern vielmehr wie eine um Infrastrukturkosten bereinigte Durchschnittskostenkalkulation. Folglich können die, in den Szenarien teils geringer ausgewiesenen Kosten, daraus resultieren, dass die Analyse einen deutlich stärkeren Fokus auf Grenzkosten legte, als es die Methodik der Zusatzentgeltberechnung erfordert.

### 5.3.1.7 Unsicherheit bei geringen Verfahrenszahlen

Die bisherigen Untersuchungen basierten stets auf Analysen mit 10.000 Simulationsläufen. Folglich waren Effekte durch geringe Verfahrenszahlen ausgeblendet. Da bei geringen Verfahrenszahlen Ausreißer stärker ins Gewicht fallen und somit die Unsicherheit für den jeweiligen Leistungserbringer erhöhen,<sup>37</sup> soll untersucht werden, welche Effekte geringe Verfahrenszahlen auf die Simulationsergebnisse haben. Hierfür werden exemplarisch die Modellergebnisse GK\_ix\_Heparin sowie GK\_ix herangezogen. Die bisherigen Ergebnisse haben gezeigt, dass intermittierende Verfahren mit Heparin – gleich welcher Behandlungsort – relativ homogen sind. Die Ergebnisse im Modell P-UMG 2019 lagen bei 10.000 Simulationsläufen im Mittel bei 175,34 € mit einer Standardabweichung von 22,99 €. Um den Einfluss geringer Verfahrenszahlen zu untersuchen, wurde das Simulationsmodell P-UMG 2019 mit identischen Basisinputs erneut 30-mal durchgeführt, zehnmal mit je zehn Iterationen, zehnmal mit je 50 Iterationen und zehnmal mit je 500 Iterationen. Auch wenn die angenommenen Verfahrenszahlen mit 10 bzw. 50 für Dialyseverfahren sehr klein und in Teilen unrealistisch erscheinen, so dienen sie der Darstellung des allgemeinen Einflusses bei vorliegenden doppelt stochastischen Prozessen.

In den zehn Simulationen der GK\_ix\_Heparin mit je 500 Iterationen liegt die Spannweite der Mittelwerte der einzelnen Simulationen bei 3,25 €. Wird die Anzahl der Iterationen auf 50 reduziert, steigt die Spannweite auf 6,63 €. Bei nur 10 Iterationen liegt die Spannweite der Mittelwerte innerhalb der zehnmaligen Durchführung einer solchen Simulation bei 15,55 €. Es wird ersichtlich, dass selbst bei identischen Verfahren – hier einem intermittierenden Verfahren mit Heparin – eine geringe Verfahrenszahl die Anfälligkeit für Ausreißer erhöht. Tabelle 5.7 zeigt die Daten für die angeführten 30 durchgeführten Simulationen.

---

<sup>37</sup> Vgl. Fleßa 2022, S. 139.

**Tabelle 5.7** Simulationsergebnisse bei geringen Verfahrenszahlen (Iterationen) der GK\_ix\_Heparin

Iterationen	10			50			500		
	MW in €	SD in €	HK	MW in €	SD in €	HK	MW in €	SD in €	HK
1	181,76	32,41	0,85	177,18	21,85	0,89	174,78	21,67	0,89
2	173,88	13,80	0,93	171,94	21,03	0,89	175,21	22,74	0,89
3	174,60	33,86	0,84	173,75	21,42	0,89	174,50	22,43	0,89
4	178,34	26,78	0,87	172,37	21,28	0,89	175,13	23,00	0,88
5	175,79	15,87	0,92	177,73	25,59	0,87	175,40	23,15	0,88
6	174,07	27,87	0,86	173,09	19,87	0,90	175,10	22,78	0,88
7	187,10	29,49	0,86	175,26	22,38	0,89	175,41	23,83	0,88
8	175,70	28,06	0,86	178,31	21,43	0,89	174,00	23,37	0,88
9	181,45	21,65	0,89	171,68	25,87	0,87	173,73	21,91	0,89
10	189,43	10,86	0,95	176,80	23,42	0,88	176,98	23,22	0,88
Mittelwert	179,21			174,81			175,02		
Minimum	173,88			171,68			173,73		
Maximum	189,43			178,31			176,98		
Spannweite	15,55			6,63			3,25		

Quelle: Eigene Darstellung

Umfasst die zu erbringenden Leistungen jedoch mehrere kostenrelevante Einflussparameter ist zu vermuten, dass bei geringen Verfahrenszahlen Ausreißer einen noch stärkeren Einfluss aufzeigen. Als Beispiel sollen hierbei die Gesamtkosten eines intermittierenden Verfahrens (GK\_ix) herangezogen werden, welches maßgeblich von der Antikoagulation und der Notwendigkeit einer 1:1-Betreuung beeinflusst wird. Insbesondere bei geringen Verfahrenszahlen kann das Auftreten komplexer Verfahren den Mittelwert deutlich beeinflussen. Während die Spannweite der Mittelwerte der zehn Simulationen mit je 500 Iterationen bei 7,87 € liegt, steigt dieser Mittelwertunterschied bei je 50 Iterationen auf 28,43 € und bei 10 Iterationen auf 71,65 €. Werden die zehn Simulationen mit je 10 Iterationen als „Abteilungen mit 10 Verfahren je Zeiteinheit“ definiert, zeigen sich Mittelwerte zwischen 194,82 € und 266,47 € mit zugehörigen Standardabweichungen von 55,45 € bzw. 99,59 €. Es zeigt sich deutlich, dass mit abnehmender Verfahrenszahl eine erhöhte Unsicherheit bedingt durch mögliche Ausreißer resultiert. Zum Vergleich lag das Ergebnis bei 10.000 Iterationen bei

212,23 € mit einer Standardabweichung von 64,85 €. Tabelle 5.8 zeigt die Werte für ein intermittierendes Verfahren ohne definierte Einflussparameter.

**Tabelle 5.8** Simulationsergebnisse bei geringen Verfahrenszahlen (Iterationen) der GK\_ix

Iterationen	10			50			500		
Lauf Nr.	MW in €	SD in €	HK	MW in €	SD in €	HK	MW in €	SD in €	HK
1	197,96	68,12	0,74	223,36	66,29	0,77	207,51	61,06	0,77
2	202,56	44,95	0,82	215,76	69,33	0,76	208,58	60,99	0,77
3	194,82	55,45	0,78	213,41	63,54	0,77	210,45	63,01	0,77
4	215,60	77,93	0,73	215,05	68,01	0,76	213,37	67,38	0,76
5	221,17	83,84	0,73	225,37	77,73	0,74	208,56	62,82	0,77
6	199,18	48,08	0,81	205,64	60,04	0,77	211,49	64,87	0,77
7	266,47	99,59	0,73	202,61	54,33	0,79	210,07	62,77	0,77
8	204,84	54,27	0,79	231,04	72,52	0,76	209,76	64,58	0,76
9	219,44	70,35	0,76	204,32	59,11	0,78	209,31	62,99	0,77
10	211,65	42,34	0,83	204,10	60,39	0,77	215,38	64,16	0,77
Mittelwert	213,37			214,07			210,45		
Minimum	194,82			202,61			207,51		
Maximum	266,47			231,04			215,38		
Spannweite	71,65			28,43			7,87		

Quelle: Eigene Darstellung

Die Ergebnisse zeigen, dass mit steigender Komplexität der Leistungsinhalte auch die Gefahr von erhöhten Durchschnittskosten durch Ausreißer bei geringen Verfahrenszahlen steigt. Somit erscheint auch hier zur Vermeidung von Härten für einzelne Leistungserbringer ein Split nach Einflussparametern sinnvoll, da eine differenzierte Kosten- und Erlöskalkulation die beschriebene Gefahr reduzieren könnte.

Abschließend bleibt anzumerken, dass die vorliegenden Simulationsläufe veränderte Betreuungsverhältnisse unberücksichtigt lassen und nur der Effekt durch Ausreißer – betrachtet durch die Anzahl der Iterationen – untersucht wurde. Folglich werden weitere Effekte wie z. B. Fixkostendegressionseffekte existieren, welche die Durchschnittskosten erhöhen. Bei geringen Verfahrenszahlen ist somit in der Tendenz von höheren mittleren Kosten sowie von teils erhöhten Standardabweichungen auszugehen. Die Vermeidung von Härten für einzelne

Leistungserbringer erfordert somit eine auf Einflussparametern basierende Erlös-differenzierung.

### 5.3.2 Kontinuierliche Verfahren

Verglichen mit den Ausführungen zu den intermittierenden Verfahren gestaltet sich die Diskussion zu den kontinuierlichen Verfahren deutlich schwieriger. Ursächlich hierfür ist die Situation, dass an der UMG ausschließlich CVVH mit Heparin und CVVHD mit Citrat beobachtet werden konnten. So sind beide Verfahren jeweils auch mit der konträren Antikoagulation möglich. Die jeweils dem Verfahrenstyp CVVH bzw. CVVHD zugeordneten Zusatzentgelte sind erneut als Mischkalkulation verschiedener Antikoagulationen anzusehen. Tabelle 5.9 zeigt die resultierende Situation auf. Grüne Felder definieren vorliegende Daten mit Ergebnissen im Szenario P-UMG 2019. Weiterhin wird der jeweilige Deckungsbeitrag angegeben.

**Tabelle 5.9** Kosten kontinuierlicher Verfahren P-UMG 2019 und Erlöse 2019

tce = 48 Stunden	Antikoagulation Heparin (oder ohne Antikoagulation)	Antikoagulation mit sonstigen Substanzen	Zusatzentgelt in €	Wert Zusatzentgelt 2019 in €	Deckungsbeitrag in €
CVVH 8-853.14 8-853.71 8-853.81	486,53 €	Keine Daten	ZE119.02	1.009,61 €	523,08 €
CVVHD 8-854.61 8-854.71	Keine Daten	866,31 €	ZE120.02	853,10 €	-13,21 €

Quelle: Eigene Darstellung basierend auf InEK 2018

Es zeigt sich, dass wie zu erwarten die Deckungsbeiträge bei den Verfahren mit Heparin deutlich höher sind als bei den Verfahren mit Citrat. Aufgrund einer Vielzahl von möglichen Einflussparametern und fehlenden Vergleichswerten erscheint eine zielführende Diskussion nur schwer möglich. Im Folgenden soll daher ausschließlich auf die Aspekte der Verfahrenslaufzeit, den Einfluss der Antikoagulation sowie auf die Pflegepersonalkostenausgliederung eingegangen werden. Da in den weiteren Szenarien nur die Anteile von CVVH mit Heparin und CVVH mit Citrat variiert werden konnten, resultieren zwar abweichende mittlere Kosten, jedoch durch die Vermischung von Verfahrensarten auch unterschiedliche mittlere Erlöse, da beide Optionen unterschiedliche Zusatzentgelte

verursachen. Die Unterschiede in den Ergebnissen der Szenarien der Gesamtkosten für eine CVVH mit Heparin bzw. eine CVVHD mit Citrat sind somit nur simulationsbedingt und nicht bedingt durch variierte Inputs zu begründen. Daher wird auf die Darstellung der Ergebnisse der Szenarien an dieser Stelle verzichtet.

#### *Verfahrenslaufzeit*

Im Modell wird die Verfahrenslaufzeit mit 48 Stunden angenommen. Demgegenüber werden die Erlöse der Zusatzentgelte für Verfahren mit einer Laufzeit von „mehr als 24 bis 72 Stunden“ dargestellt. Es bleibt unklar, ob das Zusatzentgelt tatsächlich auf den Mittelwert von 48 Stunden kalkuliert ist oder ob eine möglicherweise längere Laufzeit der ZE-Kalkulation zugrunde liegt. Eine abschließende Aussage über genaue Deckungsbeiträge ist somit ausschließlich unter Beachtung der tatsächlichen Laufzeit möglich. Eine Ausdehnung der Verfahrenslaufzeit auf 72 Stunden würde zusätzliche Kosten für Medikamente zur Antikoagulation und für das Intensivpflegepersonal implizieren, wobei der Effekt zusätzlicher Kosten aufgrund höherer Medikamentenkosten bei der CVVHD mit Citrat deutlicher wäre.

#### *Antikoagulation*

Die Analyse hat ergeben, dass 92,4 % des Mittelwertunterschiedes durch unterschiedliche Kosten in der Antikoagulation zu begründen waren. Während die CVVH mit Heparin 1,93 € Medikamentenkosten je Stunde verursachte, lag der Wert für eine CVVHD mit Citrat bei 9,24 € je Stunde. Neben den Medikamentenkosten ist hierbei auch die Flussrate von entscheidender Bedeutung. So führt die um den Faktor 2,22 höher angenommene Flussrate bei CVVHDs zu höheren Kosten je Stunde. Würde im Vergleich der Antikoagulation die Flussraten als identisch angenommen, ergäbe sich – angegeben als Kosten je Liter Dialysat – Werte von 2,14 € vs. 4,62 €. Bei einer Flussrate von 900 ml/h und 48 Stunden Laufzeit entspräche dies einem Kostenunterschied von 107,14 € bzw. bei 2000 ml/h von 238,08 €. Es zeigt sich deutlich, dass die unterschiedlichen Möglichkeiten der Antikoagulation selbst beim Vergleich mit identischen Flussraten zu deutlich unterschiedlichen Kosten führen. Wird berücksichtigt, dass die Zusatzentgelte bzw. OPS bis zu Verfahrenslaufzeiten von „mehr als 2400 Stunden“ differenzieren, wird deutlich, dass die absoluten Unterschiede bei 2400 Stunden bereits bei 5.356,80 € bzw. 11.904,00 € liegen würden. An dieser Stelle zeigt sich, dass selbst aus diesem „Kreuzvergleich“ der CVVH mit Heparin bzw. der CVVHD mit Citrat geschlossen werden kann, dass allein die Unterschiede in den Medikamentenkosten einen Split der Zusatzentgelte rechtfertigt.

### *Pflegepersonalkostenausgliederung*

Zwischen 2019 und 2021 sank das Zusatzentgelt einer CVVH zwischen 2019 und 2021 um 213,84 €. Wird dieser Wert als Differenz der Pflegepersonalkosten angesehen, stehen im Modell P-UMG 2019 Werte von 103,36 € für das Dialysepersonal und 55,09 € für das Intensivpersonal gegenüber, folglich weist die Kostenanalyse 25,09 % geringere Personalkosten aus. Es bleibt jedoch unklar, ob die Entwicklung der ZE von 2019 bis 2021 ausschließlich die Ausgliederung der Pflegepersonalkosten beinhaltet. So war das Zusatzentgelt ZE119.02 insgesamt „wenig stabil“ im Vergleich zum ZE01.01. Zwischen 2010 und 2019 schwankte das ZE zwischen 864,16 (2014) und 1031,41 (2019).<sup>38</sup> Ein genaues „Benchmarking“ zu den ausgegliederten Pflegepersonalkosten erscheint somit nur begrenzt möglich. Stabiler gestalten sich die Werte für das ZE120.02 der CVVHD. Dieses schwankte zwischen 2010 und 2019 zwischen 763,55 (2011) und 853,10 (2019) wobei der Maximalwert bis 2017 bei 779,93 € (2016) lag.<sup>39</sup> Wird wiederum die Veränderung zwischen 2019 und 2021 herangezogen, ergibt sich ein Absinken des ZE um 216,67 €. Diesem stehen im Simulationsmodell Kosten in Höhe von 105,60 € für die Dialysepflege und 58,48 € für die Intensivpflege, somit wiederum ca. 24,27 % geringe Personalkosten, gegenüber. Auch hier bleibt fraglich ob der ZE-Anstieg 2018 und 2019 auf Personalkosten begründet ist. Weiterhin ist bei allen betrachteten Personalkosten wiederum zu beachten, dass das Modell von einer Verfahrenslaufzeit von 48 Stunden ausgeht. Im Zusatzentgelt ist jedoch unklar ist, ob dies auf den zeitlichen Mittelwert kalkuliert ist.

In Summe bleibt für die kontinuierlichen Verfahren festzuhalten, dass kaum Unterschiede in den Personalzeiten bzw. Personalkosten ermittelt werden konnten, jedoch die Antikoagulation ein deutlicher Kostentreiber ist. Folglich erscheint ein Split nach Antikoagulation angebracht und zielführend zur Bildung kostenhomogener Gruppen.

## **5.3.3 Handlungsempfehlungen**

### **5.3.3.1 Vorbemerkungen**

Die Ableitung von Handlungsempfehlungen wird hauptsächlich durch die Ausgestaltung des Finanzierungssystems beeinflusst. Wie im Grundlagenkapitel 2.2.1 beschrieben, lassen sich die Erlöse über mehrere Wege generieren. Vor der

---

<sup>38</sup> Vgl. RI Innovation GmbH 2022.

<sup>39</sup> Vgl. ebd.

Pflegepersonalkostenausgliederung resultieren Erlöse als Teil der Kostenstellengruppe „Dialyse“ der Basis-DRGs L60 und L71 bzw. über Zusatzentgelte neben den weiteren DRGs. Nach der Pflegepersonalkostenausgliederung beinhalten die Basis-DRGs L60 und L71 weiterhin Erlöse der Kostenstellengruppe „Dialyse“ jedoch bereinigt um Pflegepersonalkosten. Die Erlöse der Dialysepflege sind in den Pflegeerlösbewertungsrelationen inkludiert. Bei den weiteren DRGs sind um Pflegepersonalkosten bereinigte Zusatzentgelte abrechenbar. Diesen steht jedoch keine, dem Zusatzentgelt zugeordnete Pflegeerlösbewertungsrelation gegenüber. Die Leistungen des Dialysepersonals sind somit Teil der Pflegeerlösbewertungsrelation einer jeden DRG, egal wie klein bzw. wie unwahrscheinlich die Durchführung eines Dialyseverfahrens sein mag. Folglich wird ein Krankenhaus mit höheren Anteilen an Dialyseverfahren als im deutschen Mittel – bei fehlender Abbildbarkeit der Leistungen des Dialysepersonal – höhere krankenhausindividuelle Kosten je Pflegeerlösbewertungsrelation und somit einen höheren Pflegeentgeltwert aufweisen. Ein solcher höherer Pflegeentgeltwert wäre kein Zeichen ineffizienter Strukturen, sondern ein Zeichen fehlender Abbildbarkeit der Leistungskomplexität. Wie stark Leistungskomplexität und resultierende Kosten zusammenhängen, haben die vorliegenden Analyse deutlich gezeigt. Die folgenden Ausführungen geben Empfehlungen zu Veränderungen im Finanzierungssystem, um der Leistungskomplexität von Dialyseleistungen gerecht werden zu können. Hierzu wird – ausgehend vom Status quo – eine Reihe aufeinander aufbauender Handlungsempfehlungen gegeben, wobei sich die Komplexität der Anpassungen zum jetzigen System schrittweise erhöht.

### 5.3.3.2 Nutzung vorhandener OPS-Systematik

Die OPS-Kodes der intermittierenden Dialyseverfahren lassen eine Unterscheidung nach Antikoagulation zu. Im Falle der intermittierenden Hämodialyse wären dies die OPS 8–854.2 (Heparin oder ohne Antikoagulation) bzw. 8–854.3 (sonstige Substanzen inklusive Citrat). Für den Split nach Antikoagulation für das aktuelle ZE01.01 wären demnach zwei Alternativen denkbar, ein prozentualer Aufschlag und ein absoluter Aufschlag. Da die Unterschiede ausschließlich aus der Differenz der Medikamentenkosten resultiert, stellt eine Teilung nach Absolutbetrag die vorzuziehende Alternative dar. Formal ausgedrückt, ergibt sich für einen Split unter Beibehaltung des Gesamterlösvolumens folgende Berechnungsmöglichkeit:

$$\begin{aligned} n_{8-854.2} * ZE_{8-854.2} + n_{8-854.3} * (ZE_{8-854.2} + d_{\text{Citrat}}) \\ = (n_{8-854.2} + n_{8-854.3}) * ZE_{01.01} \end{aligned}$$

mit:

n	Anzahl der Verfahren der jeweiligen OPS
d	Kostendifferenz (zusätzliche Kosten) durch Einflussfaktor
ZE	Zusatzentgelt für jeweiligen OPS-Kode
ZE01.01	bisheriges undifferenziertes ZE

Im Ergebnis resultieren zwei Zusatzentgelte,  $ZE_{8-854.2}$  sowie  $ZE_{8-854.3}$ , wobei sich  $ZE_{8,854.3}$  ergibt aus:

$$ZE_{8-854.3} = ZE_{8-854.2} + d_{\text{Citrat}}$$

Unter Annahme des Basisjahr 2020 mit deutschlandweit 722.109 Verfahren der 8–854.2 und 60148 Verfahren der 8–854.3 ergäbe sich bei Integration der Kostendifferenz von 19,90 € und einem Zusatzentgelt von 157,24 € folgende Rechnung:

$$\begin{aligned} &722.109 * ZE_{8-854.2} + 60.148 * (ZE_{8-854.2} + 19,90) = \\ &(722.109 + 60.148) * 157,24 \end{aligned}$$

Es resultiert ein Zusatzentgelt  $ZE_{8-854.2}$  von 155,71 €, sowie ein Zusatzentgelt  $ZE_{8-854.3}$  von 175,61 €. Es zeigt sich, dass eine Abwertung des ZE01.01 um nur 1,53 € die Option lässt, das ZE für Verfahren mit Citrat auf den Wert von 175,61 € zu erhöhen. Bei gleichbleibender Behandlungsverteilung kommt es somit ohne Ausweitung des Gesamterlösvolumens zu deutlich leistungsgerechteren Entgelten des einzelnen Verfahrens. Die Umsetzung dieses Splits erfordert keine großen Anpassungen im Finanzierungssystem, da alle relevanten Kosten vorliegen sollten. So sind nach der Kalkulationsempfehlung die Kosten für Medikamente gesondert zu erfassen. Diese Erfassung erfolgt zwar als Gemeinkosten, eine differenzierte Betrachtung nach Antikoagulation sollte über die Gesamtkosten für die einzelnen Medikamente und die kodierten OPS-Kodes jedoch ohne großen Zusatzaufwand möglich sein. Das Finanzierungssystem sollte folglich ein Splitting nach Antikoagulation in den Zusatzentgelten anstreben. Da die Diskussion dieses Splitting als sinnvoll für intermittierende und kontinuierliche Verfahren dargestellt hat, sollte ein entsprechendes Splitting für alle betreffenden Verfahren angedacht werden.

### 5.3.3.3 Schaffung ergänzender Pflegeerlösbewertungsrelationen für Zusatzentgelte

Im aktuellen Finanzierungssystem steht dem Zusatzentgelt kein gesonderter Pflegeerlös gegenüber. Fraglich an diesem Vorgehen ist, wieso nach der Pflegekostenausgliederung die Pflegepersonalkosten des Dialysepersonals in die Pflegebewertungsrelation der DRG integriert sind, auch wenn die DRG – sowie alle DRGs bis auf die Basis DRGs L60 und L71 – vormals keine Kosten der Kostenstellengruppe 3 enthielten. Auch wenn das Fehlen von Pflegebewertungsrelationen für Dialyseleistungen „nur“ eine mangelnde Abbildbarkeit der Leistung darstellt die in Folge methodisch zu erhöhten Pflegeentgeltwerten führt, bleibt fraglich, wieso den ausgegliederten Pflegepersonalkosten kein Entgelt gegenübersteht. Es erscheint somit sinnvoll, Pflegebewertungsrelationen zu definieren.

Im Folgenden wird dies exemplarisch für die Verfahren der intermittierenden Dialyse vorgenommen. Die Errechnung der theoretischen Pflegeerlösbewertungsrelation soll hierbei mit dem ursprünglichen „Multiplikator“ von 130 € vorgenommen werden, da davon auszugehen ist, dass dieser dem ursprünglichen Ausgliederungsansatz relativ nahekommt.<sup>40</sup>

Die Auswertung der Prozesszeiten hat hierbei gezeigt, dass ein Splitting nach Antikoagulation und anschließend für Verfahren mit Citrat nach Behandlungsort zielführend ist, wobei bei Intensivverfahren mit Citrat die Frage nach der Notwendigkeit einer 1:1-Betreuung bestehen bleibt. Folgende Prozesszeiten in Sekunden resultieren – hier dargestellt am P-UMG 2019 Modell.

- Prozessbezeichnung – Personalzeit in Sekunden
- Dix\_Heparin – 9.182
- Did\_Citrat – 9.903
- Die\_Citrat – 23.093
- Die\_Citrat\_o11 – 10.880

Zur Überführung dieser Werte in Pflegeerlösbewertungsrelationen wäre folgender Ansatz denkbar.

$$\text{PEBW} = \frac{z_D / 60 * \text{kD}}{M}$$

mit:

---

<sup>40</sup> Vgl. Deutsche Krankenhausgesellschaft e. V., S. 11.

PEBW	Pflegeerlösbewertungsrelation
$z_D$	Prozesszeit der Dialysepflege je Verfahren in Sekunden
kD	Personalminutensatz der Dialysepflege
M	„Multiplikationswert“

Für die vier Beispiele ergeben sich unter Annahme eines Personalminutenwertes von 0,57 € folgende Pflegeerberwertungsrelationen – bezogen auf ein Verfahren und nur auf den Personaleinsatz des Dialysepersonals, nicht also je Tag Verweildauer.

- Prozessbezeichnung – kalkulatorische Pflegeerlösbewertungsrelation
- Dix\_Heparin – 0,6710
- Did\_Citrat – 0,7237
- Die\_Citrat – 1,6876
- Die\_Citrat\_o11 – 0,7951

Die Berechnungen zeigen, dass eine Kalkulation relativ einfach umsetzbar erscheint. Neben dem Personaleinsatz, der Art der Antikoagulation und dem Behandlungsort ist ausschließlich der Personalminutensatz erforderlich. Über diesen, oder aber wie im Beispiel über die Stationsarbeit, können auch unvermeidbare Warte- oder Leerzeiten des Personals einbezogen werden.

Neben diesen Möglichkeiten kann – sollte eine gesonderte Definition von Pflegeerlösbewertungsrelationen zu umständlich erscheinen – das vorgestellte Simulationsmodell auch zur Berechnung des Stellenbedarfes der Dialysepflege eingesetzt werden. Hierbei ist es möglich, sämtliche Inputs – gleich ob Prozesszeiten, Minutensätze, Warte- und Leerzeiten (über die anpassbare GewichtungsvARIABLE der Stationsarbeit) – zu variieren. Die weitere Möglichkeit sich ändernde Personalbedarfe über veränderte Behandlungsanteile zu berücksichtigen, eröffnet krankenhausindividuell die Möglichkeit, die Personalbedarfe basierend auf Ist-Daten im eigenen Haus abschätzbar zu machen.

Zur Vermeidung von Verzerrungen in der Pflegeerlösbewertungsrelation aufgrund eines nicht abbildbaren Leistungsspektrums des Dialysepersonals, erscheint die Definition von Pflegeerlösbewertungsrelationen neben dem Zusatzentgelt mit dem Bezug „je Verfahren“ jedoch logisch und als notwendige Konsequenz einer stringenten Pflegepersonalkostenausgliederung.

### 5.3.3.4 Neudefinition der „Dialysepflege“

Das Handbuch zur Kalkulation von Behandlungskosten definiert das Personal der Dialyse als „Pflegepersonal“, während z. B. die umgangssprachliche „OP-Pflege“

der Gruppe medizinisch-technischer Dienst bzw. Funktionsdienst zugeordnet wird.<sup>41</sup> Ursächlich hierfür erscheint die Definition der Kostenstellengruppe „Dialyse“ als bettenführenden Abteilung. Folglich resultiert eine Situation, in der die Pflegepersonalkosten der Dialyseleistungen als „Pflege am Bett“<sup>42</sup> unter die Ausgliederung fallen. Da die aufgezeigten Arbeitsabläufe der Dialysepflege eher an einen Funktionsdienst erinnern (z. B. keine nächtliche dauerhafte Besetzung, keine nächtlichen Patienten auf der Dialyseabteilung, Leistungserbringung auf anderen Stationen), wäre es möglich die „Dialysepflege“ umzudefinieren und dem „medizinisch-technischen Dienst/ Funktionsdienst“ zuzuordnen. Folglich ergäben sich zwei Änderungen:

In den Basis-DRGs L60 und L71 würde das Relativgewicht der DRG steigen, da die „Pflegepersonalkosten“ bzw. dann Kosten des Funktionsdienstes im Modul 3.3. inkludiert wären. Die Pflegebewertungsrelation würde sinken, da weniger Kosten unter die Ausgliederung fallen würden.

Weiterhin wäre eine Ausgliederung der Pflegepersonalkosten aus den Zusatzentgelten nicht notwendig und eine Staffelung der Zusatzentgelte nach Antikoagulation und in Teilen nach Behandlungsort und/oder 1:1-Betreuung wäre möglich.

An dieser Stelle soll beispielhaft aufgezeigt werden, wie eine entsprechende Differenzierung aussehen könnte. Folgende Inputwerte werden angenommen, wobei exemplarisch von einer „Vierfachunterscheidung“ und der zusätzlichen Option mit und ohne 1:1-Betreuung ausgegangen wird.

– Kostendaten

- GK\_ix\_Heparin\_P-UMG 2019 – 175,34 €
- GK\_id\_Citrat\_P-UMG 2019 – 199,40 €
- GK\_ie\_Citrat\_P-UMG 2019 – 333,54 €
- GK\_ie\_Citrat\_P-UMG 2019\_o11 – 217,64 €

- Heparinanteil<sup>43</sup>: 92,06 % (Citratanteil 7,94 %)
- Anteil Citratverfahren auf Dialyseabteilung 58,08 %
- Anteil Citratverfahren auf Intensivstation mit 1:1-Betreuung 20,96 %

---

<sup>41</sup> Vgl. InEK GmbH 2016b, S. 169.

<sup>42</sup> Vgl. Pflegepersonalkostenabgrenzungsvereinbarung 2020, S. 6

<sup>43</sup> Hinweis: Aus deutschlandweiten Verhältnis 2019 zwischen 8–854.2 und 8–854.3.

– Anteil Citratverfahren auf Intensivstation mit 1:1-Betreuung 20,96 %

Eine Berechnung der Zusatzentgelte – wieder unter Annahme absoluter Kostendifferenzen – und unter Annahme des ZE01.01 Wertes aus dem Jahr 2019 (letzter Wert inklusive Pflegepersonalkosten) wäre wie folgt möglich.

$$a_{8-854.2} * ZE_{8-854.2} + a_{8-854.3} * a_{C-Dial} * (ZE_{8-854.2} + d_i) + a_{8-854.3} * a_{e-m11} * (ZE_{8-854.2} + d_{e-m11}) + a_{8-854.3} * a_{e-o11} * (ZE_{8-854.2} + d_{e-o11}) = ZE01.01$$

mit:

- a Anteil des OPS Kodes bzw. Anteil der Citratverfahrensoptionen (i = Dialyseabteilung; e = Intensivstation; m11 = mit 1:1-Betreuung; o11 = ohne 1:1-Betreuung)
- d Kostendifferenz zum Basiswert GK\_ix\_Heparin (i = Dialyseabteilung; e = Intensivstation; m11 = mit 1:1-Betreuung; o11 = ohne 1:1-Betreuung)
- ZE Zusatzentgelt für OPS-Kode
- ZE01.01 Zusatzentgeltwert des Jahres 2019

Folglich resultiert

$$0,9206 * ZE_{8-854.2} + 0,0794 * 0,5808 * (ZE_{8-854.2} + 24,06) + 0,0794 * 0,2096 * (ZE_{8-854.2} + 158,02) + 0,0794 * 0,2096 * (ZE_{8-854.2} + 42,3) = 236,29$$

Bei beschriebener Einteilung resultiert für ein Verfahren mit Heparin (ZE8-854.2) ein Wert von 231,85 €, also eine Abwertung des ZE01.01 um 4,44 €. Unter Berücksichtigung der Kostendifferenzen lägen die Zusatzentgelte für Verfahren mit Citrat auf der Dialyseabteilung bei 255,91 €, für Verfahren mit 1:1-Betreuung auf der Intensivstation bei 389,87 € und ohne 1:1-Betreuung bei 274,15 €. Da die absoluten Kostendifferenzen ausschließlich auf Grenzkosten basieren, bleibt der Anreiz eine Option mit höheren Erlösen zu wählen relativ gering. Einzig bei der 1:1-Betreuung wäre diese Gefahr gegeben, sofern die Leistungsausweitung innerhalb der zeitlichen Kapazität des vorhandenen Personals erfolgt. Bei der Verteilung der Verfahren gemäß den genannten Prozentwerten würde die vorgeschlagene Differenzierung deutschlandweit zum identischen

Erlösvolumen führen, die Erlöse aber deutlich besser auf einfache und komplexe Verfahren verteilen. Neben den Kostenunterschieden der Verfahren sind für die Differenzierung Informationen zum Behandlungsort und der 1:1-Betreuung notwendig. Auch wenn dies zusätzlichen Dokumentationsaufwand bedeutet, erscheint die Differenzierung insbesondere für Maximalversorger mit einem komplexen Leistungsportfolio zielführend, da komplexere Prozeduren leistungsgerechter entgolten werden können. Folglich erscheint auch der „Rückweg“ der Dialysepflege in die Zusatzentgelte durchaus als mögliche Option – jedoch nur, wenn unter Berücksichtigung der Prozesszeiten und des Betreuungsverhältnisses die Erlöse ausreichen, um das benötigte Personal vorzuhalten. So ist anzumerken, dass z. B. Bereitschaftsdienste bislang nicht einbezogen wurden. Ein zusätzlich fester Schlüssel von Vollkräften je Verfahren je Jahr bzw. eine Art „Pflegepersonaluntergrenze der Dialyse“ – insbesondere wenn das Krankenhaus eine eigene Dialyseabteilung vorhält – erscheint sinnvoll.

### 5.3.3.5 Streichung der Kostenstellengruppe „Dialyse“

Das Handbuch zur Kalkulation von Behandlungskosten definiert die Dialyseabteilung als bettenführende Abteilung,<sup>44</sup> jedoch wird diese entsprechende Kostenstellengruppe nur in den Basis DRGs L60 und L71 genutzt, da nur diese DRGs Blutreinigungsverfahren als Teil der DRG definieren. In allen anderen DRGs werden die entsprechenden Leistungen mittels Zusatzentgelt entgolten. Wird der OPS-Dreisteller 8–85 „Extrakorporale Zirkulation und Behandlung von Blut“ fokussiert, so wird deutlich, dass im Datenjahr 2020 insgesamt 115.131 Kodierungen für Normallieger in Hauptabteilungen der Kalkulationskrankenhäuser vorgenommen wurden. Davon entfallen 3.003 auf die L60A, 5.865 auf die L60B, 5.382 auf die L60C und 520 auf die L71Z. Folglich fallen nur ca. 12,83 % der durchgeführten Prozeduren in die DRGs mit der Kostenstellengruppe „Dialyse“.<sup>45</sup> Die vorangegangenen Diskussionspunkte haben gezeigt, dass insbesondere in den Kostenartengruppen der medizinischen und nichtmedizinischen Infrastruktur die bedeutendsten Unterschiede in der Kalkulationsmethodik zwischen durchschnittskostenbasierter DRG-Kalkulation und in Teilen grenzkostenbasierter Zusatzentgeltkalkulation bestehen. Der Umstand, dass Zusatzentgelte nur in sehr geringen Teilen Kosten der medizinischen und nichtmedizinischen Infrastruktur enthalten, führt dazu, dass im Umkehrschluss die Basis-DRGs L60 und L71 sämtliche, in Zusatzentgelten nicht berücksichtigte, Infrastrukturkosten

---

<sup>44</sup> Vgl. InEK GmbH 2016b, S. 106.

<sup>45</sup> Vgl. RI Innovation GmbH 2022.

zugeschlüsselt werden. Somit bleibt – auch wenn der Effekt durch die Schlüsselung als „gewichtete Dialysen“ nicht abschließend geklärt werden kann – die Erkenntnis, dass ca. 12,83 % der Verfahren den Hauptanteil der Gemeinkosten der Infrastruktur zugeschlüsselt bekommen. Folglich erleiden Krankenhäuser, die einen höheren Anteil an Verfahren über Zusatzentgelte erbringen einen Nachteil. Krankenhäuser die anteilig mehr Verfahren über DRGs erbringen haben einen Vorteil.

Weiterhin ist der Effekt der internen Fallschwere einer DRG zu diskutieren. Während dem Effekt bei der bisher angeführten L71Z kaum Bedeutung zukommt, ist bei den DRGs L60A, L60B und L60C weiterhin die interne Fallschwere zu berücksichtigen. Ist das Set an Dialyseverfahren innerhalb der DRG höher – durch z. B. aufwändigere oder mehr Verfahren – als in einem durchschnittlichen Krankenhaus, stehen zusätzlichen Verfahren keine zusätzlichen Erlöse gegenüber. Ein Krankenhaus mit mehr Dialyseverfahren innerhalb der betreffenden DRGs erleidet folglich Nachteile, ein Krankenhaus mit weniger Verfahren folglich Vorteile. Hieraus resultiert bezogenen auf die Kostenstellengruppe 3 der Anreiz, Dialyseverfahren innerhalb dieser DRGs zu reduzieren. Langfristig entsteht somit die Gefahr, dass der Anteil der Verfahren über DRGs sinkt und sich die Gemeinkosten der Infrastruktur auf einen noch geringeren Anteil an Verfahren verteilen. Die Tendenz einer „zu hohen Zuschlüsselung“ von Gemeinkosten innerhalb der DRGs würde sich letztlich verschärfen.

Im Gesamtschluss bleibt die Frage, wie sinnvoll die Definition der „Dialyseabteilung“ als bettenführende Station und somit eigenständige Kostenstellengruppe erscheint. Fraglich ist, ob eine Dialyseabteilung definitorisch und organisatorisch mehr „Normalstation“ oder „Intensivstation“ ist, oder ob diese besser einer anderen Kostenstellengruppe oder einer Vorkostenstelle wie der medizinischen Infrastruktur zuzuordnen wäre. Beide Aspekte bergen Nachteile. Eine Neudefinition in eine nicht-bettenführende Kostenstellengruppe würde die Problematik der Trennung zwischen DRGs mit und ohne inkludierte Dialyseleistungen nicht verändern. Hierbei würden ausschließlich die Pflegepersonalkosten zurück in die entsprechenden Basis-DRGs kommen. Eine Integration in die medizinische Infrastruktur erschiene hingegen denkbar, jedoch nur bei klarer Abgrenzung der DRG relevanten Kosten. So erscheint es sinnvoll die selbst durch die Dialyseabteilung verursachten Infrastrukturkosten der medizinischen Infrastruktur zuzuordnen und über die entsprechenden Kostenartengruppe allen DRGs zuzuschlüsseln, da die Leistungsbereitschaft für alle Patienten vorgehalten wird. Die Finanzierung der Kosten für Personal, Material und Medikamente über Zusatzentgelte – auch für Verfahren der DRGs L60 und L71 – würde folglich eine leistungsgerechte Entlohnung ermöglichen, wobei die Pflegepersonalkosten (sofern nicht über

das Pflegeerlösbudget entgolten), die Kosten des Ärztlichen Dienstes und die Material- und Medikamentenkosten Gemeinkostenanteile (wie in der Analyse beispielsweise über DixSTX oder AixDOX berücksichtigt) enthalten sollten. Eine Streichung der Kostenstellengruppe 3 kann somit dazu beitragen die Stringenz in der Kosten- und somit auch in der Erlösberechnung für Dialyseleistungen zu erhöhen.

---

## 5.4 Limitationen

Die Limitationen dieser Analyse resultieren einerseits aus den einbezogenen Dateninputs sowie andererseits aus den aufgestellten Simulationsmodellen.

Innerhalb der Verfahrenszahlen ist anzumerken, dass die Zahlen der UMG aus dem Krankenhausinformationssystem LORENZO stammen und nur die „Therapiedaten“ darstellen. Sofern sich diese Daten im Rahmen der Fallabrechnung als fehlerhaft erweisen, z. B. durch wechselnde Antikoagulation bei kontinuierlichen Verfahren oder fehlender Dokumentation eines Verfahrenstages, erfolgt die Korrektur ausschließlich innerhalb der DRG-Daten. Da diese nicht vorlagen, sondern die Datenabfrage ausschließlich über den OPS-Kode erfolgte, können die Daten in kleinen Teilen unvollständig oder fehlerhaft sein. Die Methodik der Datenaufbereitung hat jedoch gezeigt, wie die möglichen Inkonsistenzen bereinigt werden können. Somit konnte die Gefahr fehlerhafter Inputs reduziert werden. Für die deutschlandweiten Daten ist anzumerken, dass keine Angaben zum Behandlungs-ort vorlagen. Die Einteilung auf die Dialyseabteilung bzw. auf externe Stationen musste somit auf Basis von Annahmen getroffen werden. Weiterhin wurde stets die Option „Heparin“ mit der Option „Citrat“ verglichen, wo bei ebenfalls die Optionen „ohne Antikoagulation“ bzw. „mit sonstigen Substanzen“ gemäß OPS-Logik möglich gewesen wären. Da Heparin und Citrat jedoch als Standardfälle zu betrachten sind, wurden die weiteren Optionen nicht näher betrachtet.

Innerhalb der Prozesszeiten der herangezogenen Zeitmessstudien sind die Limitationen solcher Beobachtungsstudien einzubeziehen. So birgt die offene Beobachtung die Gefahr von Verhaltensänderungen des beobachteten Personals, wodurch es zu einer Beeinflussung der tatsächlichen Prozesszeiten kommen kann. Zur Minimierung dieser Gefahr erfolgten in den Erhebungsstudien ausführliche Erklärungen zur Studienintention. Weiterhin waren die Erhebungszeiträume bzw. zeitlichen Dauern relativ lang, sodass die Gefahr absichtlich veränderter Prozesszeiten als gering eingeschätzt werden konnte. Obgleich in den Erhebungen auf Vollständigkeit geachtet wurde und der Verlust von relevanten Prozesszeiten durch die Verwendung der Fortschrittszeitmessung minimiert wurde, kann

nicht gänzlich ausgeschlossen werden, dass in geringen Teilen Prozessschritte unvollständig erhoben wurden. Gleiches gilt für etwaige Übertragungsfehler. Weiterhin ist anzumerken, dass trotz der umfangreichen Erhebungen in Teilen relativ kleine Stichprobenumfänge vorliegen – insbesondere bei seltenen Verfahren bzw. Verfahrensoptionen. Durch die Integration aller Prozessschritte mittels definierter theoretischer Verteilungen bzw. durch fixierte Werte wurden jedoch auch solche Prozessschritte transparent integriert. Auch wenn ein verändertes Betreuungsverhältnis aus Sicht der Durchschnittskosten unterschiedliche mittlere Prozesskosten erzeugt, lag der Fokus der Analyse auf den Auswirkungen veränderter Leistungsportfolios unter der Annahme identischer Betreuungsverhältnisse. Die Betrachtung des Einflusses des Betreuungsverhältnisses kann jedoch über die Variation des Inputwertes einer zuvor als Schaltvariable definierten Variable (sDixSTX) erfolgen.

Neben den Prozesszeiten bieten die Material- und Medikamentenkosten Diskussionspotential. Insbesondere ist fraglich, inwieweit die angeführten Materialpreise dem deutschen Mittel entsprechen. Weiterhin definierten die vorliegenden Analysen jeweils ein festes Set an Materialien. Hierbei besteht die Gefahr der Unvollständigkeit aber auch die Gefahr, dass abweichende Arbeitsabläufe oder Komplikationen den Materialverbrauch erhöhen. Die Analyse geht folglich eher von Grenzkosten je Verfahren als von Durchschnittskosten je Verfahren aus – und entspricht damit eher der für Zusatzentgelte intendierten Kostenkalkulationsmethodik. Insbesondere im Rahmen der kontinuierlichen Verfahren ist anzumerken, dass die Flussraten einen wichtigen Kosteneinflussfaktor bilden. Diese werden in der Analyse als fix definiert und nicht, wie teilweise notwendig, nach Patientengewicht differenziert. Auch betrachtet die Analyse der CVVH mit Heparin nicht explizit die Kosten für Heparin, da diese bereits durch die weitere Behandlung indiziert war. Da im Bereich der kontinuierlichen Verfahren ausschließlich die CVVH mit Heparin mit der CVVHD mit Citrat verglichen wird, resultiert für kontinuierliche Verfahren insgesamt nur eine eingeschränkte Aussagekraft in der Analyse.

Innerhalb der Modellbildung wurden die theoretischen Verteilungen ermittelt. Während die Prüfung auf Normalverteilung, Lognormalverteilung und Weibullverteilung mit zwei bzw. drei Parametern vorgenommen wurde, wäre mit einer alternativen Simulationssoftware zusätzlich die Prüfung und Verwendung weiterer Verteilungsfunktionen möglich gewesen. Auch wenn dies zu leicht variierten Ergebnissen geführt hätte, bleibt festzuhalten, dass die vorliegende Verteilungsidentifikation zu signifikanten Ergebnissen führte. Es kann somit geschlossen werden, dass die identifizierten theoretischen Verteilungen den erhobenen empirischen Verteilungen folgen. Weiterhin sind einige Modellannahmen zu beleuchten.

So existieren Annahme zur Anzahl von Visiten durch den Ärztlichen Dienst, zur Notwendigkeit einer 1:1-Betreuung sowie die Annahme, dass der zeitliche Aufwand des Intensivpflegepersonals zwischen 22 und 2 Uhr sowie zwischen 2 und 6 Uhr stets dem Aufwand zwischen 18 und 22 Uhr entspricht. Auch wenn diese Annahmen als begründet betrachtet werden können, bleiben dies aus Sicht der Berechnung ein Unsicherheitsfaktor. Auch kommt limitierend hinzu, dass die Personaleinsatzzeiten je Patienten, die Kosten je Personalminute und die Materialkosten je Verfahren als Datum angesehen wurden und über die Betrachtungsjahre nicht variiert wurden. Eine vollumfängliche Untersuchung der Deckungsbeiträge müsste solche Änderungen im Zeitablauf berücksichtigen. Der Fokus der vorliegenden Arbeit lag jedoch nicht in der Analyse von Veränderungen im Zeitablauf, sondern auf den Herausforderungen, von verschiedenen Leistungsspektren. Die Definition einiger Inputs als „Datum“ – auch wenn Variationen zwischen Simulationsläufen möglich gewesen wären – war somit begründbar.

Als zentrale Limitation in Bezug auf die vorgestellten Deckungsbeiträge muss angeführt werden, dass gezeigt werden konnte, dass die Zusatzentgelte nicht vollumfänglich grenzkostenbasiert kalkuliert zu sein scheinen. Folglich ergibt sich eine Limitation daraus, dass die hier vorgestellte Kostenkalkulation methodisch nicht komplett der Kostenkalkulation des InEK entspricht. Dies mag einerseits eine Limitation sein, ist aber andererseits ebenso ein zentrales Ergebnis der Arbeit, in dessen Diskussion aufgezeigt werden konnte, welche Fälle aktuell Infrastrukturkosten tragen. Auch durch die fehlende methodische Übereinstimmung zwischen Modell und InEK-Vorgehen wurde deutlich, wie wichtig der Fokus auf eine grenzkostenbasierte Sichtweise und Berücksichtigung von Einflussparametern ist. Durch die Verwendung des Instrumentes der Monte-Carlo-Simulation konnte dieser Fokus klar gesetzt werden. Gleichwohl führt dies zu dem Umstand, dass eventuell Leer- oder Wartezeiten des Personals unberücksichtigt bleiben und maximal durch die Stationsarbeit (DixSTX) Einzug in das Modell erhielten. Folglich ist zu beachten, dass bei sehr geringen Fallzahlen in einem bestimmten Zeitraum erhöhte Grenzkosten vorliegen können. Als Beispiel seien z. B. Verfahren innerhalb von Rufbereitschaftszeiten zu nennen.

Abschließend bleibt festzuhalten, dass das vorliegende Modell den Prozess zwar stark differenziert betrachtet, jedoch – wie für ein Modell üblich – nicht den Anspruch erheben kann alle real existenten Einflussparameter und Relationen abzubilden. Mit den im Modell berücksichtigten Inputs bzw. Einflussfaktoren konnte jedoch eine zielführende Analyse gewährleistet werden.

**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.





Dem Ziel der Bildung homogener Gruppen folgend – so wie es die Grundintention von Fallpauschalensystemen ist – hat die vorliegende Arbeit am Beispiel extrakorporaler Verfahren der Nierenersatztherapie aufgezeigt, wie Kosten für einzelne Verfahrensoptionen bei unterschiedlichem Differenzierungsgrad berechnet werden können. Es wurde deutlich, dass die Ansätze und Vorgaben der heutigen Methodik der Kostenkalkulation die Realität in einem deutlichen Maße abstrahieren. Eine solche Vereinfachung der Realität ist jedoch unvermeidlich, denn Gruppenbildung – egal wie differenziert diese sein mag – bedeutet immer ein Zusammenfassen ungleicher Werte. Eine Mittelwertbildung der Kosten sowie der Erlöse wird folglich immer auf Fallebene die Möglichkeit eröffnen, Gewinne oder Verluste zu generieren.

Für leistungsgerechte Finanzierung bedarf es jedoch einer Gruppenbildung, die im Ergebnis zu Erlösen führt, die zum einem der Höhe nach korrekt sind, und zum anderen in der Lage sind, die tatsächlichen Kostentreiber zu berücksichtigen.

Beiden Fragen hat sich die vorliegende Analyse angenommen, wobei insbesondere die Frage nach der Höhe einer leistungsgerechten Vergütung den Unterschied zwischen Durchschnitts- und Grenzkosten fokussierte. So wurde deutlich, dass es wenig zielführend erscheint, den Hauptteil der medizinischen und nichtmedizinischen Infrastrukturkosten nur auf die wenigen Verfahren unter DRG umzulegen. So erscheint es wenig zielführend, wenige Leistungen mit hohen Gemeinkostenzuschlägen zu versehen und gleichzeitig viele Leistungen auf Grenzkostenbasis zu kalkulieren. Ein stringentes Finanzierungssystem sollte hier ein einheitliches Vorgehen vorsehen. Aufgrund der Unplanbarkeit von Dialyseleistungen ist dies bestenfalls über das bewährte Instrument der Zusatzentgelte bei gleichzeitiger Abschaffung der Kostenstellengruppe 3 und der daraus resultierenden Abschaffung der Definition der Dialyseabteilung als bettenführende Station

möglich. Im Ergebnis dürften die Zusatzentgelte folglich nicht komplett grenzkostenbasiert sein, solange sie Kostenarten enthalten, die stark auslastungsabhängig sind. Dass die Zusatzentgelte schon heute nicht komplett grenzkostenbasiert sind, hat die Analyse ebenfalls aufgezeigt. Wie basierend auf Betreuungsverhältnissen zusätzlich die Auslastung des Personals einbezogen werden kann, hat das aufgestellte Monte-Carlo-Modell deutlich gezeigt. Werden die im Modell als „sDixSTX“ bzw. „sAixDOX“ definierten Schaltvariablen zu „echten“ Variablen, so würde z. B. ein Wert von 2 einer Halbierung der Verfahren je Pflegekraft bzw. je Vollkraft des Ärztlichen Dienstes entsprechen und könnte somit die gesunkene Auslastung einbeziehen.

Neben der Frage nach der Gesamthöhe war die Frage nach der Differenzierung der Zusatzentgelte entscheidend. Auch wenn die Analyse im vorliegenden Modell bei intermittierenden Verfahren nur für die Hämodialyse und nicht für die Hämo-filtration und Hämodiafiltration vorgenommen wurde, so ist davon auszugehen, dass die Ergebnisse durchaus übertragbar sind. Neben den technischen Verfahren sind es somit der Aufwand des Personal sowie die Art der Antikoagulation, welche die Kosten beeinflussen.

Auf der Seite der Antikoagulation zeigten die deutlichen Mehrkosten der Verfahren mit Citrat, für welches das Finanzierungssystem einen Split vorsehen sollte. Die Diskussion hat aufgezeigt, wie dies bereits mit einer einfachen Differenzkostenberechnung möglich wäre. An dieser Stelle zeigte sich, dass die medizinische Klassifizierung nach OPS die Option der Einteilung der Verfahren nach Antikoagulation ermöglicht, das Finanzierungssystem dieser Einteilung trotz unterschiedlicher Kosten allerdings nicht folgt. Zwar mag bei einem deutschlandweit geringen Citratanteil in der Kalkulationsgrundlage eine hohe Homogenität resultieren, auf Krankenhausebene führt ein höherer Anteil kostenaufwändiger Verfahren jedoch zu deutlich veränderten Deckungsbeiträgen. Folglich kann durch einen entsprechenden Split dazu beigetragen werden, leistungsgerechtere Zusatzentgelte zu schaffen, die das Risiko einer „ungünstigen“ Patientenstruktur nicht dem Krankenhaus überlassen.

Neben der Antikoagulation war die Frage nach dem Behandlungsort bei Verfahren mit Citrat splittingrelevant. Insbesondere eine 1:1-Betreuung auf Intensivstationen durch das Dialysepersonal verursachte hierbei besonderen Aufwand. Gleich ob nach den vorgeschlagenen Handlungsempfehlungen das Dialysepersonal als Teil der ausgegliederten Kosten angesehen wird, ist es wichtig, Prozesszeiten und Prozesskosten des eingesetzten Personals zu berücksichtigen und transparent darzustellen. So bietet das Monte-Carlo-Modell die Möglichkeit, Differenzen oder aber Verhältnisse im Personalaufwand für alle Berufsgruppen sichtbar zu machen

und diese z. B. für die Berechnung von Pflegepersonalkosten für Zusatzentgelte oder aber zur Berechnung von theoretischen Pflegeerlösbewertungsrelation mit dem Bezug je Verfahren heranzuziehen. Die Ausgliederung der Pflegepersonalkosten aus den Zusatzentgelten hat dazu geführt, dass die Sichtbarkeit des Pflegeaufwandes „verschwunden“ ist, da Zusatzentgelten keine Pflegeerlösbewertungsrelation gegenübersteht. Nunmehr ist das Personal in der Pflegeerlösbewertungsrelation einer jeden DRG integriert, gleich wie gering die Verfahrenszahl in einer einzelnen DRG sein mag. Das Ziel, Leistung und Pflegeaufwand abbildbar zu machen, wurde speziell für das Dialysepersonal nicht erreicht. Eine Integration von Pflegeerlösbewertungsrelationen je Dialyseverfahren gestaffelt nach Personalkosten je Verfahren oder die Rückführung der Pflegepersonalkosten in die Zusatzentgelte erscheint somit angemessen. Diese wäre durch eine Art „Personaluntergrenze“ ausgedrückt als „Pflegekräfte je Dialyseverfahren“ zur Sicherung der durchgehenden Leistungsbereitschaft zu flankieren. Im Ergebnis blieben die Anreize zur Leistungsmengenausweitung gering.

Im Gesamtschluss bleibt festzuhalten, dass die vorliegende Analyse nur einen geringen Teil des weitreichenden Leistungsspektrums im stationären Sektor abbildet, aber deutlich zeigt, wie wichtig die Kenntnis über Prozesszeiten und Prozesskosten für eine leistungsgerechte Vergütung ist. Hierbei können auch einfache Aspekte, wie bereits bestehende Differenzierungen nach OPS-Kodes oder aber einfache Einflussparameter wie hier der Behandlungsort maßgeblich für unterschiedliche Kosten sein. Es liegt somit in der Verantwortung aller am Prozess und an der Kostenkalkulation beteiligter Stellen, diese Einflussparameter zu identifizieren, auszuwerten und zu einem einfacheren, aber gerechteren Finanzierungssystem beizutragen. Das vorliegende Modell hat gezeigt, wie allein aus der Variation von Behandlungsanteilen Kostenunterschiede resultieren und wie es selbst mit einfachen Splits möglich ist, eine bessere Kostenhomogenität zu erreichen.

Die in der Analyse vor dem Hintergrund unterschiedlicher Szenarien vorgenommene Abbildung des zeit- und kostentechnisch bewerteten Personalaufwandes und der Material- und Medikamentenkosten zeigt deutlich, wie wichtig es ist, der eigene Leistungsgeschehen sichtbar zu machen. Denn nur wer seine Leistung und deren Entwicklung darstellbar macht, wird begründen können, wie sich diese zur gegenüberstehenden Erlösentwicklung verhält. Gleich wie die Finanzierung einer Leistung erfolgt – ob über Fallpauschalen, über Fallpauschalen mit zusätzlichen Pflegeerlösen, über Zusatzentgelte oder über weitere Konzepte wie zum Beispiel Vorhaltepauschalen<sup>1</sup> – alle Ansätze können eine leistungsgerechte

---

<sup>1</sup> Vgl. Sozialdemokratische Partei Deutschlands [SPD] et al. 2021, S. 67.

Finanzierung ermöglichen. Hierfür bedarf es jedoch Regeln und Mechanismen, welche Kostenunterschiede berücksichtigen können, unabhängig davon, ob diese auf Basis der Auslastung oder aus den Inhalten der Leistung resultieren. In Ergebnis bedarf eine leistungsgerechte Finanzierung somit stets einer detaillierten Prozess- und Kostenkenntnis, unabhängig vom Finanzierungssystem.

**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

- B. Braun Avitum AG (2020): Materialpreisliste 2020.
- B. Braun Medizintechnologie GmbH (o. J.): Fachinformation. Duosol Mit 2 Mmol/L Kalium Hämofiltrationslösung. URL: <https://imedikament.de/duosol-mit-2-mmol-l-kalium-haemofiltrationsloesung/fachinformation>.
- Baenkler, Hanns-Wolf (2010): Kurzlehrbuch Innere Medizin. 163 Tabellen. Unter Mitarbeit von Hanns-Wolf Baenkler. 2., aktualisierte Aufl. (Kurzlehrbücher (Thieme)). Stuttgart, New York, NY: Thieme.
- Bleuel, Hans-Hubertus (2006): Monte-Carlo-Analysen im Risikomanagement mittels Software-Erweiterungen zu MS-Excel : dargestellt am Fallbeispiel der Unternehmensplanung. In: CON 18 (7), S. 371–378. DOI: <https://doi.org/10.15358/0935-0381-2006-7>.
- Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM) (2021): Operationen- und Prozedurenschlüssel Version 2022. URL: <https://www.dimdi.de/static/de/klassifikationen/ops/kode-suche/opshtml2022/>, Stand: 06.09.2022.
- Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM) (2022): ICD-10-GM Version 2022 Systematisches Verzeichnis. Internationale statistische Klassifikation der Krankheiten und verwandter Gesundheitsprobleme, 10. Revision, German Modification Stand: 17. September 2021. Unter Mitarbeit von Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM). Hg. v. Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM). URL: [https://www.bfarm.de/SharedDocs/Downloads/DE/Kodiersysteme/klassifikationen/icd-10-gm/version2022/icd10gm2022syst-pdf\\_zip.html?jsessionid=9B7323584A361F0031922BC075AECDD0.intranet232?nn=841246&cms\\_dlcConfirm=true&cms\\_calledFromDoc=841246](https://www.bfarm.de/SharedDocs/Downloads/DE/Kodiersysteme/klassifikationen/icd-10-gm/version2022/icd10gm2022syst-pdf_zip.html?jsessionid=9B7323584A361F0031922BC075AECDD0.intranet232?nn=841246&cms_dlcConfirm=true&cms_calledFromDoc=841246).
- Deutsche Gesellschaft für Nephrologie (DGfN) (o. J.): FAQ Abrechnung Dialyseleistungen. URL: [https://www.dgfn.eu/leistungsabrechnung.html?file=files/content/downloads/abrechnung/FAQ\\_Abrechnung\\_Dialyseleistungen.pdf&cid=3971](https://www.dgfn.eu/leistungsabrechnung.html?file=files/content/downloads/abrechnung/FAQ_Abrechnung_Dialyseleistungen.pdf&cid=3971), Stand: 06.09.2022.
- Deutsche Gesellschaft für Nephrologie (DGfN) (2016): Leitfaden zur Kalkulation nephrologischer Leistungen. Version 1.0 – Februar 2016. URL: [https://www.dgfn.eu/leistungsabrechnung.html?file=files/content/downloads/abrechnung/20160229\\_Dialyse\\_Leitfaden\\_Version\\_1.pdf&cid=2242](https://www.dgfn.eu/leistungsabrechnung.html?file=files/content/downloads/abrechnung/20160229_Dialyse_Leitfaden_Version_1.pdf&cid=2242).
- Deutsche Gesellschaft für Nephrologie (DGfN) (2021): Kodierleitfaden Nephrologie 2021.

- Deutsche Gesellschaft für Nephrologie (DGfN) (2022): Dialysestandard. URL: [https://www.dgfn.eu/dialyse-standard.html?file=files/content/downloads/dialysestandard/2016-03-23%20Dialysestandard-V2022-1\\_Stand\\_20220217.pdf&cid=2212](https://www.dgfn.eu/dialyse-standard.html?file=files/content/downloads/dialysestandard/2016-03-23%20Dialysestandard-V2022-1_Stand_20220217.pdf&cid=2212), Stand: 12.09.2022.
- Deutsche Krankenhausgesellschaft e. V.: Nachtrag zur Umsetzung Pflegeerlöskatalog 2020 vom 08.07.2019 zur Fortschreibung der § 301-Vereinbarung vom 17.04.2018. URL: [https://www.dkgev.de/fileadmin/default/Mediapool/2\\_Themen/2.1\\_Digitalisierung\\_Daten/2.1.3\\_Elektronische\\_Datenermittlung/2.1.3.1\\_Datenermittlung\\_zu\\_Abrrechnungs Zwecken/01\\_GKV/03\\_Nachtraege/DTA\\_v301\\_Nachtrag\\_2019-07-08.pdf](https://www.dkgev.de/fileadmin/default/Mediapool/2_Themen/2.1_Digitalisierung_Daten/2.1.3_Elektronische_Datenermittlung/2.1.3.1_Datenermittlung_zu_Abrrechnungs Zwecken/01_GKV/03_Nachtraege/DTA_v301_Nachtrag_2019-07-08.pdf), Stand: 12.09.2022.
- Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information (DIMDI) (o. J.): Kodierfrage – Worauf bezieht sich der Hinweis „Bei Filter-, Beutel-, System- oder Datumswechsel sowie bei einer Unterbrechung von bis zu 24 Stunden ist keine neue Verschlüsselung der Prozedur erforderlich“ bei der Hämofiltration (8–853), Hämodialyse (8–854) und Hämodiafiltration (8–855) in Bezug auf die Abgrenzung der verlängerten intermittierenden von den kontinuierlichen Verfahren? (OPS Nr. 8036). URL: [https://www.dimdi.de/dynamic/de/klassifikationen/kodierfrage/Worauf-bezieht-sich-der-Hinweis-Bei-Filter-Beutel-System-oder-Datumswechsel-sowie-bei-einer-Unterbrechung-von-bis-zu-24-Stunden-ist-keine-neue-Verschlueselung-der-Prozedur-erforderlich-bei-der-.../#:~:text=seit%20OPS%202007-,Der%20Hinweis%20%22Bei%20Filter%2D%2C%20Beutel%2D%2C%20System%2D,%2C%20CVVHD%2C%20CVVHDF\)%2C%20d.h.,](https://www.dimdi.de/dynamic/de/klassifikationen/kodierfrage/Worauf-bezieht-sich-der-Hinweis-Bei-Filter-Beutel-System-oder-Datumswechsel-sowie-bei-einer-Unterbrechung-von-bis-zu-24-Stunden-ist-keine-neue-Verschlueselung-der-Prozedur-erforderlich-bei-der-.../#:~:text=seit%20OPS%202007-,Der%20Hinweis%20%22Bei%20Filter%2D%2C%20Beutel%2D%2C%20System%2D,%2C%20CVVHD%2C%20CVVHDF)%2C%20d.h.,) Stand: 12.09.2022.
- Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information (DIMDI) (2008): Operationen- und Prozedurenschlüssel (OPS) Amtliche Fassung Version 2009. URL: <https://www.dimdi.de/static/de/klassifikationen/ops/kode-suche/opshtml2009/>, Stand: 06.09.2022.
- Diederichs, Marc (2018): Risikomanagement und Risikocontrolling. 4., vollständig überarbeitete und ergänzte Auflage (Finance competence). München: Verlag Franz Vahlen.
- Domschke, Wolfgang; Drexl, Andreas; Klein, Robert; Scholl, Armin (2015): Einführung in Operations Research. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Eichhorn, Siegfried (1997): Integratives Qualitätsmanagement im Krankenhaus. Konzeption und Methoden eines qualitäts- und kostenintegrierten Krankenhausmanagements (Kohlhammer Krankenhaus). Stuttgart: Verlag W. Kohlhammer.
- Ellebracht, Heiner; Lenz, Gerhard; Geiseler, Lars; Osterhold, Gisela (2018): Systemische Organisations- und Unternehmensberatung. Praxishandbuch für Berater und Führungskräfte. 5., aktualisierte und erweiterte Auflage. Wiesbaden, Germany: Springer Gabler.
- Fehrl, M.; Michl, S.; Alte, D.; Götz, O. et al. (2013): Zeitmessstudien im Krankenhaus. In: *Gesundh ökon Qual manag* 18 (01), S. 23–30. DOI: <https://doi.org/10.1055/s-0032-1325601>.
- Fleßa, Steffen (2022): Systemisches Krankenhausmanagement. 2., aktualisierte und erweiterte Auflage (De Gruyter Studium). München, Wien: De Gruyter Oldenbourg.
- Franz, Hans Eduard (1990): Blutreinigungsverfahren. Technik und Klinik : Hämodialyse, CAPD, CCPD, Hämofiltration, Plasmapherese. 4., neubearbeitete und erw. Aufl. Stuttgart, New York: Thieme.
- Frei, U.; Schober-Halstenberg, H.-J (2008): Nierenersatztherapie in Deutschland. Bericht über Dialysebehandlung und Nierentransplantation in Deutschland 2006I2007. Berlin.

- Fresenius Medical Care Deutschland GmbH (2013): Das multiFiltrate-System: Ihre Entscheidung für eine optimale Therapie. URL: [https://www.freseniusmedicalcare.com/fileadmin/data/de/pdf/Healthcare\\_Professionals/Akut/Br\\_multiFiltrate\\_Product\\_24.01.13\\_D.pdf](https://www.freseniusmedicalcare.com/fileadmin/data/de/pdf/Healthcare_Professionals/Akut/Br_multiFiltrate_Product_24.01.13_D.pdf), Stand: 12.09.2022.
- Geberth, Steffen; Nowack, Rainer (2014): Praxis der Dialyse. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Geer Mountain Software Corp.: Stat::Fit Version 3. URL: <https://www.geerms.com/Fitting-Distributions.html>.
- Gefäßzentrum Bremen am Rotes Kreuz Krankenhaus (2022): Vorhofverweilkatheter. URL: <https://gefaesszentrum-bremen.de/media/img/demers.jpg>, Stand: 06.09.2022.
- Girndt, Matthias (2007): Aktuelle Behandlungsstrategien in der Hämodialyse. 2., [aktualisierte] Aufl. (UNI-MED Science). Bremen: Uni-Med.
- GKV Spitzenverband (2022): Bundesbasisfallwert (BBFW). URL: <https://www.gkv-spitzenverband.de/krankenversicherung/krankenhaeuser/budgetverhandlungen/bundesbasisfallwert/bundesbasisfallwert.jsp#:~:text=9%20KHEntgG%20bis%20zum%2031.03.2021%20auf%20Basis%20des%20Berechnungsergebnisses,von%203.747%2C98%20Euro%20vereinbart.,> Stand: 12.09.2022.
- Götz, Olav (2013): Simulationsbasierte Analyse von Operationsprozessen am Beispiel eines Grund- und Regelversorgers. Dissertation. URL: urn:nbn:de:gbv:9-001648-7, Stand: 09.09.2022.
- Grisar, Cathérine; Meyer, Matthias (2015): Use of Monte Carlo simulation: an empirical study of German, Austrian and Swiss controlling departments. In: J Manag Control 26 (2-3), S. 249-273. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00187-015-0213-2>.
- Gutenberg, Erich (1983): Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre. Die Produktion (Enzyklopädie der Rechts- und Staatswissenschaft. Abteilung Staatswissenschaft). Berlin <etc.>: Springer.
- Häckl, Dennis; Kossack, Nils; Schoenfelder, Tonio (2021): Prävalenz, Kosten der Versorgung und Formen des dialysepflichtigen chronischen Nierenversagens in Deutschland: Vergleich der Dialyseversorgung innerhalb und außerhalb stationärer Pflegeeinrichtungen. In: Gesundheitswesen (Bundesverband der Ärzte des Öffentlichen Gesundheitsdienstes (Germany)) 83 (10), S. 818-828. DOI: <https://doi.org/10.1055/a-1330-7152>.
- Haghi, Dariusch (Hg.) (2009): Lehrbuch Innere Medizin. Ihr roter Faden durchs Studium nach der neuen ÄAppO ; mit 175 Tabellen (Roter Faden). Stuttgart: Wiss. Verl.-Ges.
- Harmsen, Anne; Hofmann, Marejke; Prasser, Clara; Richter, Maria et al. (2015): Personaleinsatzzeiten bei kontinuierlichen Dialyseverfahren. Eine Analyse an der Universitätsmedizin Greifswald. Semianarbeit, Greifswald. Lehrstuhl für Allgemeine Betriebswirtschaftslehre und Gesundheitsmanagement.
- Harrell, Charles; Ghosh, Biman K.; Bowden, Royce (2000): Simulation using ProModel. 3rd ed. (McGraw-Hill series in industrial engineering and management science). Boston: McGraw-Hill.
- Hörl, Walter H. (Hg.) (2004): Dialyseverfahren in Klinik und Praxis. Technik und Klinik. Unter Mitarbeit von Peter Altmeyer. 6., vollst. neu bearb. Aufl. Stuttgart, New York: Thieme.
- InEK GmbH (2002): Kalkulation von Fallkosten. Handbuch zur Anwendung in Krankenhäusern.

- InEK GmbH (2005): Hilfestellung für die Kalkulation von Zusatzentgelten gem. § 6 Abs. 1 KHEntgG und Zusatzentgelten für neue Untersuchungs- und Behandlungsmethoden gem. § 6 Abs. 2 KHEntgG. URL: [https://www.g-drg.de/Kalkulation2/Empfehlung\\_fuer\\_die\\_Kalkulation\\_von\\_Zusatzentgelten](https://www.g-drg.de/Kalkulation2/Empfehlung_fuer_die_Kalkulation_von_Zusatzentgelten).
- InEK GmbH (2007): Kalkulation von Fallkosten. Handbuch zur Anwendung in Krankenhäusern. Version 3.0. Düsseldorf: Dt. Krankenhaus-Verl.-Ges.
- InEK GmbH (2009): Fallpauschalenkatalog 2010. URL: [https://www.g-drg.de/Archiv/DRG\\_Systemjahr\\_2010\\_Datenjahr\\_2008](https://www.g-drg.de/Archiv/DRG_Systemjahr_2010_Datenjahr_2008).
- InEK GmbH (2010): Fallpauschalenkatalog 2011. URL: [https://www.g-drg.de/Archiv/DRG\\_Systemjahr\\_2011\\_Datenjahr\\_2009](https://www.g-drg.de/Archiv/DRG_Systemjahr_2011_Datenjahr_2009).
- InEK GmbH (2011): Fallpauschalenkatalog 2012. URL: [https://www.g-drg.de/Archiv/DRG\\_Systemjahr\\_2012\\_Datenjahr\\_2010](https://www.g-drg.de/Archiv/DRG_Systemjahr_2012_Datenjahr_2010).
- InEK GmbH (2012): Fallpauschalenkatalog 2013. URL: [https://www.g-drg.de/Archiv/DRG\\_Systemjahr\\_2013\\_Datenjahr\\_2011](https://www.g-drg.de/Archiv/DRG_Systemjahr_2013_Datenjahr_2011).
- InEK GmbH (2013): Fallpauschalenkatalog 2014. URL: [https://www.g-drg.de/Archiv/DRG\\_Systemjahr\\_2014\\_Datenjahr\\_2012](https://www.g-drg.de/Archiv/DRG_Systemjahr_2014_Datenjahr_2012).
- InEK GmbH (2014): Fallpauschalenkatalog 2015. URL: [https://www.g-drg.de/Archiv/DRG\\_Systemjahr\\_2015\\_Datenjahr\\_2013](https://www.g-drg.de/Archiv/DRG_Systemjahr_2015_Datenjahr_2013).
- InEK GmbH (2015): Fallpauschalenkatalog 2016. URL: [https://www.g-drg.de/Archiv/DRG\\_Systemjahr\\_2016\\_Datenjahr\\_2014](https://www.g-drg.de/Archiv/DRG_Systemjahr_2016_Datenjahr_2014).
- InEK GmbH (2016a): Fallpauschalenkatalog 2017. URL: [https://www.g-drg.de/Archiv/DRG\\_Systemjahr\\_2017\\_Datenjahr\\_2015](https://www.g-drg.de/Archiv/DRG_Systemjahr_2017_Datenjahr_2015).
- InEK GmbH (2016b): Kalkulation von Behandlungskosten. Handbuch zur Anwendung in Krankenhäusern. Version 4.0, 10. Oktober 2016. Düsseldorf: Deutsche Krankenhaus Verlagsgesellschaft mbH.
- InEK GmbH (2017): Fallpauschalenkatalog 2018. URL: [https://www.g-drg.de/Archiv/DRG\\_Systemjahr\\_2018\\_Datenjahr\\_2016](https://www.g-drg.de/Archiv/DRG_Systemjahr_2018_Datenjahr_2016).
- InEK GmbH (2018): Fallpauschalenkatalog 2019. URL: [https://www.g-drg.de/Archiv/DRG\\_Systemjahr\\_2019\\_Datenjahr\\_2017](https://www.g-drg.de/Archiv/DRG_Systemjahr_2019_Datenjahr_2017).
- InEK GmbH (2019a): Fallpauschalenkatalog 2020. URL: [https://www.g-drg.de/aG-DRG-System\\_2020/Fallpauschalen-Katalog/Fallpauschalen-Katalog\\_2020](https://www.g-drg.de/aG-DRG-System_2020/Fallpauschalen-Katalog/Fallpauschalen-Katalog_2020).
- InEK GmbH (2019b): G-DRG-Report-Browser 2019.1. InEK GmbH: InEK GmbH. URL: [https://www.g-drg.de/Datenbrowser\\_und\\_Begleitforschung/G-DRG-Report-Browser/G-DRG-Report-Browser\\_2019](https://www.g-drg.de/Datenbrowser_und_Begleitforschung/G-DRG-Report-Browser/G-DRG-Report-Browser_2019).
- InEK GmbH (2020a): Abschlussbericht – Weiterentwicklung des aG-DRG-Systems für das Jahr 2021. Klassifikation, Katalog und Bewertungsrelationen – Teil I: Projektbericht. URL: [https://www.g-drg.de/content/download/10160/file/Abschlussbericht\\_aG-DRG-System2021.pdf](https://www.g-drg.de/content/download/10160/file/Abschlussbericht_aG-DRG-System2021.pdf), Stand: 12.09.2022.
- InEK GmbH (2020b): Fallpauschalenkatalog 2021. URL: [https://www.g-drg.de/aG-DRG-System\\_2021/Fallpauschalen-Katalog](https://www.g-drg.de/aG-DRG-System_2021/Fallpauschalen-Katalog).
- InEK GmbH (2020c): G-DRG-Report-Browser 2020.2. InEK GmbH: InEK GmbH. URL: [https://www.g-drg.de/Datenbrowser\\_und\\_Begleitforschung/G-DRG-Report-Browser/aG-DRG-Report-Browser\\_2020](https://www.g-drg.de/Datenbrowser_und_Begleitforschung/G-DRG-Report-Browser/aG-DRG-Report-Browser_2020).
- InEK GmbH (2021a): Fallpauschalenkatalog 2022. URL: [https://www.g-drg.de/aG-DRG-System\\_2021a/Fallpauschalen-Katalog/Fallpauschalen-Katalog\\_2021](https://www.g-drg.de/aG-DRG-System_2021a/Fallpauschalen-Katalog/Fallpauschalen-Katalog_2021).

- InEK GmbH (2021b): G-DRG-Report-Browser 2021.3. InEK GmbH: InEK GmbH. URL: [https://www.g-drg.de/Datenbrowser\\_und\\_Begleitforschung/G-DRG-Report-Browser/aG-DRG-Report-Browser\\_2021](https://www.g-drg.de/Datenbrowser_und_Begleitforschung/G-DRG-Report-Browser/aG-DRG-Report-Browser_2021).
- Koch, Karl-Martin (Hg.) (2000): Klinische Nephrologie. Unter Mitarbeit von Peter Anton. 1. Aufl. München, Jena: Urban und Fischer.
- Kramme; Scheddin (2002): Medizintechnik. [Place of publication not identified]: Springer Berlin Heidelberg.
- Krankenhausentgeltgesetz: Gesetz über die Entgelte für voll- und teilstationäre Krankenhausleistungen. KHEntG, vom 28.06.2022.
- Kribben, Andreas; Lütkes, Peter; Müller, Harald (2004): Kostenkalkulation für die Dialyse und andere Therapieverfahren der Nephrologie. In: Das Krankenhaus (5), S. 356–363.
- Kroese, D.P.; Taimre, Thomas; Botev, Zdravko I. (op. 2011): Handbook of Monte Carlo methods (Wiley series in probability and statistics). Hoboken, N.J.: Wiley.
- Krohn, Markus (2014): Personaleinsatz bei stationären intermittierenden Dialysen. Eine Studie an der Universitätsmedizin Greifswald (BestMasters). Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Law, Averill M. (2014): Simulation modeling and analysis. New York: McGraw-Hill.
- Mann, Helmut (2002): Therapie der chronischen Niereninsuffizienz (UNI-MED Science). Bremen, London, Boston: UNI-MED-Verl.
- März, Lothar (2011): Simulation und Optimierung in Produktion und Logistic. Praxisorientierter Leitfaden mit Fallbeispielen (VDI-Buch). Heidelberg: Springer.
- Mehl, Horst (1994): Methoden verteilter Simulation. Vieweg+Teubner Verlag.
- Ministerium für Soziales, Gesundheit und Sport – Mecklenburg-Vorpommern (2021a): Krankenhausplan – Bettenzusammenstellung. Stand November 2021. URL: <https://www.regierung-mv.de/Landesregierung/sm/gesundheits/Gesundheitsversorgung/Krankenhauswesen/>, Stand: 12.09.2022.
- Ministerium für Soziales, Gesundheit und Sport – Mecklenburg-Vorpommern (2021b): Krankenhausplan des Landes Mecklenburg-Vorpommern. Stand November 2021. URL: <https://www.regierung-mv.de/Landesregierung/sm/gesundheits/Gesundheitsversorgung/Krankenhauswesen/>, Stand: 12.09.2022.
- Minitab GmbH: Minitab Statistical Software. URL: <https://www.minitab.com/de-de/products/minitab/>.
- Minitab LLC (2022a): Beispiel für Identifikation der Verteilung. URL: <https://support.minitab.com/de-de/minitab/21/help-and-how-to/quality-and-process-improvement/quality-tools/how-to/individual-distribution-identification/before-you-start/example/>, Stand: 09.09.2022.
- Minitab LLC (2022b): Güte der Anpassung für Identifikation der Verteilung. URL: <https://support.minitab.com/de-de/minitab/21/help-and-how-to/quality-and-process-improvement/quality-tools/how-to/individual-distribution-identification/interpret-the-results/all-statistics-and-graphs/goodness-of-fit/>, Stand: 09.09.2022.
- Minitab LLC (2022c): Hypothesen für Identifikation der Verteilung. URL: <https://support.minitab.com/de-de/minitab/21/help-and-how-to/quality-and-process-improvement/quality-tools/how-to/individual-distribution-identification/before-you-start/hypotheses/>, Stand: 09.09.2022.
- Minitab LLC (2022d): Interpretieren der wichtigsten Ergebnisse für Identifikation der Verteilung. URL: <https://support.minitab.com/de-de/minitab/21/help-and-how-to/quality->

- and-process-improvement/quality-tools/how-to/individual-distribution-identification/interpret-the-results/key-results/, Stand: 09.09.2022.
- Minitab LLC (2022e): Methoden für Identifikation der Verteilung. URL: <https://support.minitab.com/de-de/minitab/19/help-and-how-to/quality-and-process-improvement/quality-tools/how-to/individual-distribution-identification/methods-and-formulas/methods/>, Stand: 09.09.2022.
- Minitab LLC (2022f): Verteilungsparameter für Identifikation der Verteilung. URL: <https://support.minitab.com/de-de/minitab/21/help-and-how-to/quality-and-process-improvement/quality-tools/how-to/individual-distribution-identification/interpret-the-results/all-statistics-and-graphs/distribution-parameters/>, Stand: 09.09.2022.
- Möbius, Christian (2016): Risikomanagement in Versicherungsunternehmen. 3., erg. Aufl. 2016 (BA KOMPAKT). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Niedersächsisches Finanzministerium (2019): Durchführungshinweise der TdL vom 22. Oktober 2019 in der für Niedersachsen geltenden Fassung vom 22. 11.2019 zu Teil IV (Pflege) der Entgeltordnung zum TV-L (Anlage A zum TV-L). URL: [https://www.mf.niedersachsen.de/download/150000/Pflege\\_-\\_Stand\\_22.11.2019.pdf](https://www.mf.niedersachsen.de/download/150000/Pflege_-_Stand_22.11.2019.pdf).
- Nowack, Rainer; Weinreich, Thomas; Birck, Rainer (2009): Dialyse und Nephrologie für Fachpersonal. [empfohlen von der DFG]. 3., vollst. überarb. Aufl. Berlin: Springer.
- Opitz, Meike (2016): Kostenanalyse bei extrakorporalen kontinuierlichen Dialyseverfahren an der Universitätsmedizin Greifswald. Diplomarbeit, Greifswald. Lehrstuhl für Allgemeine Betriebswirtschaftslehre und Gesundheitsmanagement.
- Pflegepersonalkostenabgrenzungsvereinbarung (2020): Vereinbarung nach § 17b Absatz 4 Satz 2 des Krankenhausfinanzierungsgesetzes (KHG) zur Definition der auszugleichernden Pflegepersonalkosten und zur Zuordnung von Kosten von Pflegepersonal (Pflegepersonalkostenabgrenzungsvereinbarung) für den Vereinbarungszeitraum 2021. Hg. v. GKV-Spitzenverband, Verband der Privaten Krankenversicherung e. V und Deutsche Krankenhausgesellschaft e. V. URL: [https://www.gkv-spitzenverband.de/media/dokumente/krankenversicherung\\_1/krankenhaeuser/drg/drg\\_2020/2020\\_03\\_04\\_Pflegepersonalkostenabgrenzungs-Vb\\_2021\\_inkl\\_Anlagen.pdf](https://www.gkv-spitzenverband.de/media/dokumente/krankenversicherung_1/krankenhaeuser/drg/drg_2020/2020_03_04_Pflegepersonalkostenabgrenzungs-Vb_2021_inkl_Anlagen.pdf).
- REFA Verband für Arbeitsstudien und Betriebsorganisation e.V. (1992): Methodenlehre des Arbeitsstudiums. 7. Aufl., 321. – 340. Tsd. München: Hanser.
- Renz-Polster, Herbert (Hg.) (2011): Basislehrbuch innere Medizin. Kompakt, greifbar, verständlich. Unter Mitarbeit von Steffen Krautzig und Jörg Braun. 4., vollst. überarb. Aufl., Sonderausg. München: Elsevier, Urban & Fischer.
- RI Innovation GmbH (2022): app.reimbursement.INFO. Datenexport. URL: <https://app.reimbursement.info/my/dashboard>, Stand: 12.09.2022.
- Schulte-Zurhausen, Manfred (2014): Organisation. 6th ed. (Vahlens Handbücher der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften). München: Franz Vahlen.
- Sozialdemokratische Partei Deutschlands (SPD); Bündnis 90 / Die Grünen; Freie Demokratische Partei (FDP) (2021): Koalitionsvertrag 2021–2025. Mehr Fortschritt wagen – Bündnis für Freiheit, Gerechtigkeit und Nachhaltigkeit. URL: [https://www.spd.de/fileadmin/Dokumente/Koalitionsvertrag/Koalitionsvertrag\\_2021-2025.pdf](https://www.spd.de/fileadmin/Dokumente/Koalitionsvertrag/Koalitionsvertrag_2021-2025.pdf).
- Sperschneider, Heide (2000): Der Dialyse-Ratgeber. Wie Sie sich auf ein verändertes Leben einstellen können. 6. [Aufl.] (TRIAS ärztlicher Rat). Stuttgart: TRIAS.
- Steinhausen, Detlef (1993): Simulationstechniken. De Gruyter.

- Stracke, S.; Doslic, S.; Keller, F. (2013): Regionale Citrat-Antikoagulation bei Hämodialyse und Plasmaseparation. URL: <http://www.afnp.de/symposien/2006/Vortrag/RegionaleAntikoagulationmit>.
- Tarifgemeinschaft deutscher Länder (2020): Tarifvertrag für Ärztinnen und Ärzte an Universitätskliniken (TV-Ärzte). URL: <https://www.marburger-bund.de/sites/default/files/tarifvertraege/2020-06/20-06-02%20TV-%C3%84rzte%20i.d.F.%207.%C3%84nderung%20sTV.pdf>, Stand: 12.09.2022.
- Tempelmeier, Horst (1991): Simulation mit SIMAN: ein praktischer Leitfaden zur Model- lenentwicklung und Programmierung. Heidelberg: Physica-Verlag.
- Timm, Sebastian (2015): Materialeinsatz bei stationären intermittierenden Dialyseverfahren am Beispiel der Universitätsmedizin Greifswald. Diplomarbeit, Greifswald. Lehrstuhl für Allgemeine Betriebswirtschaftslehre und Gesundheitsmanagement.
- Universität Greifswald (2022): Hinweise zur Berechnung der Personalkosten für die Antragskalkulation. URL: [https://www.uni-greifswald.de/storages/uni-greifswald/1\\_Universitaet/1.2\\_Organisation/1.2.6\\_Verwaltung/Dezernat\\_3/Referat\\_3.2\\_Drittmittel/Informationen\\_und\\_Hinweise/Hinweise\\_zur\\_Berechnung\\_der\\_Personalkosten\\_fuer\\_die\\_Antragskalkulation.pdf](https://www.uni-greifswald.de/storages/uni-greifswald/1_Universitaet/1.2_Organisation/1.2.6_Verwaltung/Dezernat_3/Referat_3.2_Drittmittel/Informationen_und_Hinweise/Hinweise_zur_Berechnung_der_Personalkosten_fuer_die_Antragskalkulation.pdf), Stand: 12.09.2022.
- Universitätsklinikum Bonn (2022): DRG-Entgelttarif 2022 für Krankenhäuser im Anwendungsbereich des KHEntG und Unterrichtung des Patienten gemäß § 8 KHEntG. URL: [https://www.ukbonn.de/site/assets/files/29118/01072022\\_drg\\_entgelttarif\\_ukb.pdf](https://www.ukbonn.de/site/assets/files/29118/01072022_drg_entgelttarif_ukb.pdf), Stand: 12.09.2022.
- Universitätsmedizin Berlin (Charité) (2022): Entgelttarif für Krankenhäuser im Anwendungsbereich des Krankenhausentgeltgesetzes (KHEntG) und der Bundespflegesatz- verordnung (BpflV) sowie Unterrichtung der Patientinnen und Patienten gemäß § 8 KHEntG / § 8 BpflV. URL: [https://www.charite.de/fileadmin/user\\_upload/portal/klinikum/behandlung\\_stationaer/Entgelttarif.pdf](https://www.charite.de/fileadmin/user_upload/portal/klinikum/behandlung_stationaer/Entgelttarif.pdf), Stand: 12.09.2022.
- Universitätsmedizin Greifswald (o. J.): Klinik und Poliklinik für Innere Medizin A. Gastroenterologie, Endokrinologie, Nephrologie, Hypertensiologie, Rheumatologie und Ernährungsmedizin. URL: [https://www.medizin.uni-greifswald.de/inn\\_a/fileadmin/user\\_upload/dokumente/k\\_pk\\_innere\\_a.pdf](https://www.medizin.uni-greifswald.de/inn_a/fileadmin/user_upload/dokumente/k_pk_innere_a.pdf), Stand: 12.09.2022.
- Universitätsmedizin Greifswald (2012): Medieninformation – Neubau der Universitätsmedi- zin Greifswald nach über zehn Jahren vor dem Abschluss. 22.02.2012. URL: <https://idw-online.de/de/news464344>, Stand: 12.09.2022.
- Universitätsmedizin Greifswald (2020a): Lageplan. Information für Patienten Version 26. URL: [https://www.medizin.uni-greifswald.de/fileadmin/user\\_upload/PIZ/Orientierungshilfe/Lageplan\\_Information\\_fuer\\_Patienten.pdf](https://www.medizin.uni-greifswald.de/fileadmin/user_upload/PIZ/Orientierungshilfe/Lageplan_Information_fuer_Patienten.pdf), Stand: 12.09.2022.
- Universitätsmedizin Greifswald (2020b): Medieninformation – Unimedizin Greifswald erneut mit ausgeglichenem Haushalt. 12. Juni 2020. URL: [https://www.medizin.uni-greifswald.de/fileadmin/user\\_extern\\_upload/Presse/2020/PM\\_Jahresabschluss\\_2019.pdf](https://www.medizin.uni-greifswald.de/fileadmin/user_extern_upload/Presse/2020/PM_Jahresabschluss_2019.pdf).
- Universitätsmedizin Greifswald (2021): Medieninformation – Unimedizin Greifswald mit ausgeglichenem Haushalt. 21. Juni 2021. URL: [https://www.medizin.uni-greifswald.de/fileadmin/user\\_extern\\_upload/Presse/2021/PM\\_Jahresabschluss\\_2020.pdf](https://www.medizin.uni-greifswald.de/fileadmin/user_extern_upload/Presse/2021/PM_Jahresabschluss_2020.pdf).
- Weischer, Christoph (2007): Sozialforschung (UTB, 2924). Konstanz: UVK-Verlagsgesellschaft.

- Wintermantel, Erich; Ha, Suk-Woo (2009): Medizintechnik. Life science engineering : Interdisziplinärit, Biokompatibilit, Technologien, Implantate, Diagnostik, Werkstoffe, Zertifizierung, Business. 5., überarbeitete und erw. Aufl. Berlin: Springer.
- Wolf, Klaus (2009): Monte-Carlo-Simulation – Einsatz im Rahmen der Unternehmensplanung. In: CON 21 (10), S. 545–552. DOI: <https://doi.org/10.15358/0935-0381-2009-10-545>.
- Wöltje, Jörg (2016): Kosten- und Leistungsrechnung – inkl. Arbeitshilfen online. Alle Verfahren und Systeme auf einen Blick (Haufe Fachbuch). München: Haufe Lexware.