

**V52
1986**

Voorstudies en
achtergronden

Toepassing van computer- systemen in het onderwijs

J. Moonen

Centrum voor Onderwijs en Informatietechnologie

Staatsuitgeverij, 's-Gravenhage 1986

CIP-gegevens Koninklijke Bibliotheek, Den Haag

Moonen, Jef

Toepassing van computersystemen in het onderwijs / Jef Moonen. – 's-Gravenhage : Staatsuitgeverij. – (Vorstudies en achtergronden / Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid, ISSN 0169-6688 ; V 52)
ISBN 90-12-05226-2
SISO 454.93 UDC 681.3:371
Trefw.: computers in het onderwijs.

WOORD VOORAF

Ontwikkelingen op het gebied van de informatietechnologie zijn van invloed op de samenleving. Niet alleen op het werk maar ook in de dagelijkse omgeving zal men meer en meer in aanraking komen met computersystemen. De Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid heeft aan dr. J. Moonen, directeur van het Centrum voor Onderwijs en Informatietechnologie, de opdracht gegeven te onderzoeken in hoeverre kinderen in de basisvorming moet worden geleerd om te kunnen gaan met de computer en op welke wijze computersystemen het bestaande curriculum zouden kunnen ondersteunen. De studie die nu voorligt, is het resultaat van deze opdracht. De Raad is van mening dat de studie van dr. Moonen veel informatie bevat die van groot belang is voor een evenwichtige afweging van de voor- en nadelen van het gebruik van computers op school en van het invoeren van een apart vak informatiekunde.

Deze studie is tot stand gekomen in het kader van het project "Basisvorming in het onderwijs", waarover de WRR onlangs rapport heeft uitgebracht aan de regering. Zoals gebruikelijk bij publikaties in de reeks "Voorstudies en achtergronden" behoeven de opvattingen van de auteur niet noodzakelijkerwijs te worden gedeeld door de Raad.

Prof. dr. W. Albeda
Voorzitter WRR

Prof. dr. mr. C.J.M. Schuyt
Voorzitter WRR-projectgroep
Basisvorming in het onderwijs

INHOUDSOPGAVE

SAMENVATTING	7
1. INVLOED VAN COMPUTERS OP HET ONDERWIJS	9
– Uitgangspunten	9
– Gevolgen voor het onderwijs	10
– Gevolgen voor de doelstellingen van het onderwijs	13
2. VORMEN VAN COMPUTERGEBRUIK IN HET ONDERWIJS	17
– Categorieën	17
– Vormen van computer-ondersteund onderwijs	18
– Relatie van COO met onderwijsfuncties en -doelstellingen	23
– De computer als trainer	24
– De computer als model voor het denken	25
– De computer als vervanger voor het denken	26
3. COMPUTER-ONDERSTEUND ONDERWIJS IN DE VERSCHILLENDE LEERVAKKEN	27
– Algemeen	27
– Rekenen/Wiskunde	28
– Moedertaal/Vreemde talen	30
– Informatieve vakken	32
– Sociale en creatieve vakken	32
4. EEN APART VAK INFORMATIEKUNDE?	34
– Burgerinformatica	34
– Computeralfabetisme	34
– Adviezen over onderwijs en informatietechnologie	36
– Stichting voor de Leerplanontwikkeling	39
– Terugblik en onderzoek	40
– Een apart vak?	42
5. INTRODUCTIE VAN COMPUTERS IN HET ONDERWIJS	45
– Strategieën	45
– Gevolgen	45
– Implementatie	47
– Computerlokaal	49
– Toekomstverwachtingen	50
6. HET TE VOEREN BELEID	52
– Uitgangspunten	52
– Beleid in Nederland	53
– Basisonderwijs	54
– Voortgezet onderwijs	56
– Problemen bij apparatuurbeleid	57
– Problemen bij de programmatuurontwikkeling	59
– Begeleiding en ondersteuning	62
– Conclusies	63

SAMENVATTING

Computers dringen door in alle aspecten van het maatschappelijk leven, ook in het onderwijs. De meeste landen hebben daarom een programma opgezet ten behoeve van de invoering van computers in het onderwijs. In Nederland gebeurt dit in het kader van het Informaticastimuleringsplan. Men kan verwachten dat het onderwijs in de toekomst minder financiële middelen ter beschikking zal krijgen. Toch zal men de kwaliteit van het onderwijs op peil willen houden. Dit kan gebeuren door produktiviteit in het onderwijs te verhogen, onder andere via het automatiseren van een aantal functies.

Potentieel biedt de computer veel mogelijkheden bij de handhaving en verbetering van de kwaliteit van het onderwijs. Tegelijkertijd zijn er veel belemmeringen aanwezig als men grootschalige invoering van computers in het onderwijs overweegt. Een dergelijke invoering zal immers van invloed zijn op de inhoud en de vormgeving van alle leervakken in alle leerjaren. Dit betekent dat een grootschalige invoering van computers een zeer complex innovatief proces op gang brengt waarbij vele aspecten met elkaar samenhangen: opleiding van leerkrachten, beschikbaarheid van computers en programmatuur, aanpassing van didactische werkvormen en reorganisatie van traditionele school- en klasstructuren. Men kan verwachten dat de traditionele schoolstructuren op deze innovatie remmend zullen werken. Er is dan ook behoefte aan een invoeringsstrategie die door een meerjarig consistent overheidsbeleid ondersteund wordt. Met het oog op de optimalisering van de kansen op succes zal deze invoeringsstrategie rekening moeten houden met alle relevante aspecten, ook in hun onderlinge samenhang.

Met dank voor de redactionele ondersteuning van Hiltje Wuite-Harmsma (COI).

1. INVLOED VAN COMPUTERS OP HET ONDERWIJS

Uitgangspunten (1)

1.1 Hoewel velen nog steeds in een industriële samenleving denken te leven, heeft feitelijk de overgang naar een economie die is gebaseerd op de schepping en distributie van informatie al plaatsgevonden. In deze informatiesamenleving liggen de belangrijkste sociale en economische activiteiten op het gebied van de communicatie en de informatie. Men schat dat nu reeds meer dan de helft van het bruto-product wordt opgebracht door mensen in de informatiesector (computerproductie, reclame, bestuur, management, onderwijs, wetenschap, adviesbureaus, delen van financiële wereld en het verzekeringswezen, administratief werk binnen ondernemingen). De meeste nieuwe banen ontstaan in die sector. Door de voortschrijdende communicatietechnologie zal het tempo der veranderingen nog meer versnellen.

1.2 De hoeveelheid informatie in de maatschappij neemt zeer grote vormen aan. De syntactische informatie - de geproduceerde hoeveelheid gegevens - neemt exponentieel toe. De semantische informatie - de geïnterpreteerde gegevens - neemt minder dan proportioneel toe en de pragmatische informatie - de gebruikte informatie - blijft nagenoeg constant. Het kennisniveau in een samenleving stijgt niet evenredig met de omvang van het informatieaanbod. Deze informatisering van onze samenleving laat nauwelijks herkenbare sporen na in het kwalitatieve vlak van het menselijk beslissen. Bij een informatiemaatschappij in de goede zin van het woord, moet het niet louter gaan om de productie van meer informatie, maar ook om een efficiënte informatieverwerking en -voorziening als er vraag naar is, en om een stimulering van die vraag.

1.3 De opkomst van de informatietechnologie heeft gevolgen voor het functioneren van de mens in maatschappelijk opzicht. In de eerste plaats is er door de toename aan informatie een sterke afhankelijkheid ontstaan van gegevensverwerkende apparaten en communicatie-apparatuur.

In de tweede plaats het maatschappelijk functioneren van de mens. Vrijwel alle routinematige handelingen en processen kunnen automatisch afgehandeld worden. Automatisering is daardoor een belangrijk kenmerk van de huidige maatschappij geworden, met belangrijke gevolgen voor controlestructuren, machtsstructuren, werkgelegenheid en mogelijkheden van vrijetijdsbesteding.

In de derde plaats is onze omgeving aan voortdurende ingrijpende veranderingsprocessen onderhevig. Flexibiliteit dient daarom een wezenlijk kenmerk te vormen van het menselijke denken en handelen. Tegelijkertijd doemt hier een gevaar op. Een computer stelt zeer hoge eisen aan het denken. Hij reageert alleen op een programma van volmaakte logica, van volledige consistentie. Het gevaar van een op computer gebaseerde maatschappij is dan ook dat het denken in deze maatschappij zich aanpast aan de computer, dat gegevens zich in een vorm laten dwingen

(1) J. Naisbitt. *Megatrends*; Het Spectrum, Utrecht/Antwerpen, 1984.

J.J. van Cuilenburg, "De effecten van overinformatisering"; in : *De Informatiemaatschappij*; door M.de Kok (red.), Natuur en Techniek, Maastricht/Brussel, 1983.

Adviescommissie voor Onderwijs en Informatietechnologie. *Leren over informatietechnologie, noodzaak voor iedereen*; Staatsuitgeverij, Den Haag, 1982.

die voor de computer hanteerbaar is, en dat de maatschappij uiteindelijk ook in die termen gaat functioneren. Het geweldige aanpassingsvermogen van de mens is in dit opzicht een voordeel, maar de keerzijde van de medaille is dat mensen zich veel te gemakkelijk aanpassen aan door hen uitgevonden hulpmiddelen als de computer.

Gevolgen voor het onderwijs (2)

1.4 Veel in de menselijke levensloop is gebaseerd op het verwerken van gegevens; gegevens die zijn opgeborgen in externe 'geheugens' of informatie die wordt gevormd of is opgeborgen in de menselijke hersenen. Men heeft door de eeuwen heen veel belang gehecht aan het opvoeden van mensen, om hen in staat te stellen de opgeslagen gegevens te gebruiken en met anderen te communiceren en zo toegang te krijgen tot individueel opgeslagen informatie. Dit was in wezen de hoofdtaak van het onderwijssysteem.

Tot voor kort waren de menselijke hersenen het enige systeem dat in staat was complexe gegevens te verwerken. Sinds enkele tientallen jaren wordt deze traditionele rol van onze hersenen aangetast door de groei van de informatietechnologie. Nieuwe ontwikkelingen en kostendalingen hebben ervoor gezorgd dat computers op dit typische 'menselijke' terrein grote vorderingen maken. Het bedrijfsleven en de industrie hebben deze trend begrepen en maken meer en meer gebruik van de mogelijkheid om menskracht te vervangen door machines. Deze trend zal ongetwijfeld doorzetten omdat de technische informatieverwerking economischer, betrouwbaarder en sneller is. Het onderwijssysteem speelt veel te weinig in op deze ontwikkelingen. Zijn hoofddoel is sinds tientallen jaren onveranderd gebleven. Een zeer groot percentage van alle curricula heeft nog steeds tot doel de menselijke geest te trainen als was dit het enige medium voor gegevensopslag en -verwerking.

1.5 Doordat de informatietechnologie meer en meer de gegevensopslag en -verwerking overneemt en tegelijkertijd de beschikbaarheid en bereikbaarheid ervan vergemakkelijkt, wordt het belang dat men hecht aan het leren van een grote voorraad feiten en procedures steeds kleiner. Men zal steeds meer in aanraking komen met gegevens die toegankelijk zijn met behulp van elektronische apparatuur. Een gevolg hiervan is dat het individu geconfronteerd wordt met één veelheid aan beschikbare gegevens die het moet toetsen op bruikbaarheid. Dit toetsproces vereist een nader vast te stellen basiskennis, alsmede basisvaardigheden om met informatiesystemen om te gaan en een kritische attitude ten aanzien van het gebruik van deze systemen. Het onderwijs zal in toenemende mate zijn monopoliepositie op het gebied van de overdracht van (feiten)kennis verliezen. Het zal een zwaarder accent moeten leggen op de ontwikkeling van denkmethoden en van inzichten in de structuren en de samenhang van gegevens.

1.6 De beschikbare informatietechnologische toepassingen kunnen ook als hulpmiddel in het onderwijsleerproces worden gebruikt, onder andere via computer-ondersteund onderwijs (COO) en via de interactieve beeldplaat. Daardoor kan de produktiviteit van het onderwijs worden vergroot. (3)

Uit de honderden studies die op dit gebied in de afgelopen 20 jaar zijn verschenen blijkt dat resultaten van COO zich het meest duidelijk manifesteren op drie gebieden:

(2) K. Haefner. *Die neue Bildungskrise*; Birkhäuser Verlag, Basel, 1982.

(3) J. Moonen. *Computers en produktiviteitsverbetering in het onderwijs*; in: Nijhof, W.J. en Warries, E. (red.), *De opbrengst van onderwijs en opleiding*. Lisse, Swets & Zeitlinger, 1986.

- effectiviteit: onder bepaalde omstandigheden leidt COO tot betere resultaten;
- efficiëntie: gebruik van COO leidt tot aanzienlijke tijdswinst;
- attitude van gebruikers: COO maakt het onderwijs aantrekkelijker.

Er moet nader onderzocht worden onder welke voorwaarden deze resultaten geoptimaliseerd kunnen worden. Individuele verschillen en verschillen in het niveau van het onderwijs zullen daarbij van invloed zijn. Hetzelfde geldt voor de toepassingsvormen en systeemcomponenten (mate van interactiviteit, individualisering, aard van de terugkoppeling, enz.) binnen het gebruikte COO-programma. Tenslotte kan de mate waarin deze vorm van onderwijs de leerling zal aanspreken, mede bepaald worden door milieuverschillen. (4)

1.7 De mens moet zich geestelijk kunnen ontwikkelen in een rijk gevarieerde omgeving. De ervaringen die hij daarbij opdoet, moeten bijdragen aan een gevoelsmatige benadering van de dingen, naast uiteraard een meer kennisgerichte en rationele benadering.

(4) Zelden zijn in het onderwijs onderzoeksresultaten zo robuust dat ze verzekeren dat een bepaalde benadering of werkwijze ook in de toekomst een voorspelbaar resultaat heeft. Dit komt omdat onderwijskunde een toepassingsgebied is dat gebruik maakt van kennis van een aantal wetenschappen en van ethiek. Het is net zoals bij de architectuur. Architectuur is gebaseerd op de gecumuleerde kennis van een aantal leergebieden, aangevuld met de kennis van een groot aantal voorbeelden van werken van andere architecten. Als een architect een gebouw ontwerpt, dan begint hij niet met zijn kennis van wiskunde en natuurkunde, doch dan vertrekt hij vanuit zijn kennis van andere, vergelijkbare gebouwen. Daaraan voegt hij zijn eigen waarden, smaak en voorkeur toe. Dit gebeurt ook in het onderwijs. Om die reden zijn consistente experimentele evaluatiestudies nauwelijks mogelijk. Hetzelfde geldt nog in hogere mate voor vergelijkende studies. Bij het onderwijs is niet enkel de vormgeving onderhevig aan waarden, smaak en voorkeur, ook de participerende elementen zelf (leerkrachten en leerlingen) veroorzaken variatie. Daarenboven wordt een deel van het gedrag van mensen normatief bepaald. Kennis van bijvoorbeeld onderzoeksresultaten kan van invloed zijn op de gestelde normen en op die manier toekomstige onderzoeksresultaten beïnvloeden. Dergelijke aspecten maken het dan ook begrijpelijk dat in de literatuur vele studies te vinden zijn met tegenstrijdige resultaten. Eigenlijk zou men moeten concluderen dat zinvolle evaluatie van onderwijs enkel op lokaal niveau kan gebeuren, het best in directe relatie tot de zelf geformuleerde doelstellingen. Hoofddoel van dit soort evaluatie moet dan zijn het zo goed mogelijk beschrijven van 'case-studies', liefst in longitudinaal opzicht. Omdat dit soort gegevens, zeker in het geval van COO, uiterst zeldzaam zijn, moet men kiezen tussen louter speculatief bezig zijn of, bij gebrek aan beter en daarmee voorbijgaand aan de bovenstaande opmerkingen, toch maar onderzoeksresultaten van verschillende studies bundelen en daaraan conclusies verbinden. Deze benadering wordt zeer kritisch gevolgd (Clark, 1983, 1985). Deze bundeling kan gebeuren via kwalitatieve en kwantitatieve beschrijving van verzamelde onderzoeksresultaten (Moonen, 1985). Kwalitatieve overzichten rapporteren het aantal studies dat tot gunstige resultaten heeft geleid in de vergelijking COO-traditionele werkvorm versus het aantal studies dat tot de omgekeerde conclusie komt. Meestal worden deze samenvattingen aangevuld met een beschrijving van of een commentaar op de uitgevoerde studies. Kwantitatieve overzichten maken gebruik van de zogenaamde meta-analyse (Glass, e.a., 1981). Bij deze techniek zorgt men ervoor dat de gehanteerde meeteenheid voor de diverse studies dezelfde is. Dit wordt gerealiseerd door alle resultaten te transformeren naar een soort z-score, genoemd 'effect size' (ES). De ES is gedefinieerd als het verschil tussen de gemiddelden van de experimentele en de controle groep, gedeeld door de standaarddeviatie van de controle groep. Deze gemiddelden kunnen betrekking hebben op verschillende aspecten: prestatie, attitude, leertijd, enz. Resultaten van verschillende studies worden samengevat door een gemiddelde ES voor het betreffende aspect te berekenen. Er zijn verschillende overzichtsartikelen beschikbaar die in kwalitatief opzicht het effect van gebruik van COO beschrijven (zie referenties). De overgrote meerderheid van de studies toont verbetering van toetsresultaten aan bij gebruik van COO, althans voor zover COO als aanvulling bij het traditionele onderwijs gebruikt wordt. Bij gebruik van COO als volledig vervangend voor het traditionele onderwijs wordt geen verbeterde prestatie vastgesteld. Een meta-analyse van beschikbare onderzoeksresultaten leidt tot de conclusie dat COO in basis- en voortgezet onderwijs gemiddeld tot betere prestaties leidt dan in het hoger onderwijs (zie referenties). In het algemeen wordt in BO en VO een verschuiving van de gemiddelde prestatie van het 50ste naar het 66ste percentiel vastgesteld. In het HO kwam men tot een gemiddelde verschuiving van het 50ste naar het 60th percentiel. Bij twee andere aspecten - attitude ten opzichte van computers en de tijd die men nodig heeft om tot een bepaalde prestatie te komen - leidt het gebruik van COO tot duidelijke besluiten. Terwijl de attitude van de leerlingen ten opzichte van de vakken nauwelijks verandert, verbetert hun houding ten opzichte van computers aanzienlijk bij gebruik van COO. De duidelijkste conclusie is dat gebruik van COO tot aanzienlijke tijdsbesparingen leidt. Percentages van 20 à 30 en zelfs meer worden frequent waargenomen.

Vooraf in de basisschool moet het fundament gelegd worden voor een rijk voorstellingsvermogen. Een gevoelsmatige benadering, gekoppeld aan een rijk voorstellingsvermogen, moet de basis vormen voor inzicht en visie. Deze vormen op hun beurt een kader waarbinnen rationele argumenten wortel schieten en kunnen worden opgebouwd. Het probleemoplossend denken - één van de hoofddoelstellingen van het onderwijs - wordt weliswaar bevorderd door de ontwikkeling van het logisch denken en van kennis en gebruik van algoritmische procedures, doch het is ook in hoge mate afhankelijk van het gebruik van heuristische procedures, waarbij creativiteit, associatief vermogen, inzicht en visie een belangrijke rol spelen.

De invoering van computers wordt nauwelijks betwist omdat de computer dit de bereikbaarheid van algemeen aanvaarde cognitieve doelstellingen in het onderwijs vergroot. Als de invoering van de computer echter enkel ten dienste zou staan van een op kennis gerichte rationele opvoeding, zouden daarbij grote vraagtekens geplaatst moeten worden - zeker in het basisonderwijs. De computer kan echter ook bevorderlijk zijn voor het creëren van een gevarieerde leeromgeving, waardoor 'leer-netwerken' kunnen ontstaan die een vruchtbare bodem vormen voor associatief leren. In de toekomst kan een systematisch gebruik van de opslag- en terugzoekmogelijkheden van de computer, bijdragen tot het kweken van een kritische houding ten opzichte van het overweldigend informatieaanbod. Tevens kan dit gebruik duidelijker de mogelijkheden en onmogelijkheden van technologische noviteiten doen ervaren. In dezelfde context kan men de computer benutten als een uitvoerend instrument ter stimulering van de creativiteit en als een werktuig ten dienste van het leggen en exploreren van sociale contacten.

1.8 Terwijl computers ongetwijfeld mogelijkheden bieden tot verbetering van het onderwijs, zijn er tegelijkertijd ook gevaren aan verbonden. De potentiële mogelijkheden zullen niet worden bereikt en de gevaren zullen niet worden vermeden als men zich niet zorgvuldig afvraagt wat de plaats is van computers in het onderwijs. Er moet worden vastgesteld dat opvoedkundigen/onderwijskundigen zich tot nu toe nauwelijks met deze vraag hebben beziggehouden. Velen in het onderwijs gedragen zich zeer opportunistisch door zich aan te sluiten bij de zegetocht die de computer in het onderwijs lijkt te maken. Als verantwoording geldt meestal de mening dat de computerrevolutie onomkeerbaar is en dat men daarom wel verplicht is er aan deel te nemen. Op zich is deze mening waar, maar zij bevat impliciet het uitgangspunt dat niemand verantwoordelijk is voor het bepalen van de richting van deze revolutie. Geruststellend daarbij is evenwel het feit dat blijvende veranderingen steeds van onderaf - vanuit de basis - gevoed moeten worden. Ook de computer zal zo zijn echte plaats in het onderwijs moeten veroveren. Toch blijft het gevaar bestaan dat de computerrevolutie te snel om zich heen grijpt, waardoor geen echte verankering kan plaatsvinden. Invoering van computers in het onderwijs behoeft dan ook een zorgvuldig getemporeerd beleid.

1.9 Het stellen van diepgaande vragen aangaande de plaats van computers in het onderwijs, leidt onvermijdelijk tot een grondige discussie en meningsvorming over de doelstellingen van het onderwijs zelf. Dit proces wordt steeds genoemd als één van de oorzaken voor de produktiviteitsverbetering in het onderwijs, die bij invoering van computers optreedt. Men stelt daarbij dat het gebruik van computers een zo grondige voorbereiding vergt, dat deze extra zorg voor het onderwijs tot directe produktiviteitswinst leidt. Indien het gebruik van andere werkvormen in het onderwijs met een even grote extra-zorg zou worden omgeven, zo zegt men, dan zou de produktiviteit daardoor evenzeer verbeteren.

Dit is een aanvaardbare stelling: de inzet van computers leidt tot een grondige herbezinning over de doelstellingen en de werkwijzen in het

onderwijs. In dat opzicht fungeren computers als 'onderwijskundige psychiaters'. (5)

1.10 De vraag of men voor of tegen het gebruik van computers op school is dient niet centraal te staan. Wel vormt het definiëren van menselijke en onderwijskundige criteria en prioriteiten ten aanzien van een passend gebruik van de computer een wezenlijk hoofdbestanddeel van elke discussie.

Dank zij de mogelijkheden van de computer komen de idealen van de onderwijshervormers thans beter binnen bereik. Opeenvolgende educatieve innovaties zijn nog niet breed verankerd in het onderwijs omdat het zeer moeilijk is - en zal blijven - anderen de essentie van een voorgestelde hervorming bij te brengen. Bovendien hebben innovaties steeds tot een grotere werklast voor de uitvoerders geleid. Voorzover dezen enthousiast participeerden in een innovatie leidden de voorgestelde veranderingen meestal tot succes. Blijvend enthousiasme te veronderstellen zonder uitzicht op compensatie te bieden, vormt echter geen goede basis om van een innovatie een grootschalig en permanent succes te maken.

Innovatie met behulp van de computer betekent voor het eerst dat, op den duur, de leerkracht niet méér werk krijgt. Integendeel, de computer kan de leerkracht verlossen van een aantal routine-achtige taken. Tegelijkertijd wordt de rol van de leerkracht als organisator en als motiverend en begeleidend element binnen het onderwijs, geherwaardeerd. Hij kan, zoals vroeger, weer echt als "tutor" optreden. Men mag aannemen dat invoering van computers op school - na de onvermijdelijke beginmoeilijkheden - op ruime steun van de leerkrachten zal kunnen rekenen, echter onder de voorwaarde dat de leerkracht goed begrijpt wat zijn rol is - en blijft - en hoe de computer die rol kan aanvullen en ondersteunen.

Een verantwoord gebruik van de computer in het onderwijs vraagt dus, met name vanuit het gezichtspunt van de leerkracht, om een verduidelijking van de mogelijkheden van dit medium ter ondersteuning of vervulling van de onderwijstaken. Beoordelingscriteria zijn daarvoor echter niet zonder meer te geven. Zij moeten worden ontleend aan een onderwijskundige visie op de aard en de structuur van het onderwijzen. In dit kader spelen doelstellingen en onderwijsfuncties een centrale rol.

Gevolgen voor de doelstellingen van het onderwijs (6)

1.11 Maatschappelijke en onderwijskundige overwegingen leveren voldoende argumenten om elementen van het leren over informatietechnologie en het leren met en door computers binnen de basisvorming te integreren. Centrale problemen voor het onderwijs worden dan:

- hoe mensen voorbereiden op het leren in een wereld waarin vele cognitieve taken worden uitgevoerd via computers;
- hoe leerplannen aanpassen zodat het gebruik van computers wordt geïntegreerd;
- hoe leerlingen motiveren om te leren, als ze weten dat een groot gedeelte van de cognitieve arbeid verricht zal worden door machines.

1.12 In de onderwijskundige literatuur vormen doelstellingen het uitgangspunt voor modellen, waarin men verband poogt te leggen tussen leerresultaten, leerprocessen, onderwijsfuncties en onderwijsmaatregelen. Doelstellingen zijn op te vatten als gewenste leerresultaten. In het cognitieve domein worden mogelijke leerresultaten onderscheiden naar een viertal categorieën die ook als doelstellingscategorieën worden opgevat : kennis, inzicht, toepassing en probleemoplossing. Dit zijn de

(5) J. Moonen, *COO : een onderwijskundige psychiater?* Nederlands Tijdschrift voor opvoeding, vorming en onderwijs. Te verschijnen, 1986.

(6) J. Moonen & F. Gastkemper, *Computergestuurd Onderwijs*; Het Spectrum, Utrecht, 1983.

onmiddellijke doelstellingen, die in eerste instantie vakgebonden worden nagestreefd. Daarnaast is er in het onderwijs ook sprake van lange termijn-doelstellingen die over de leervakken en door de leerjaren heen moeten worden bevorderd. Hierbij valt te denken aan het logisch en creatief leren denken, het zelfstandig leren werken, het verwerven van een positieve attitude ten opzichte van de verschillende leervakken, het verwerven van een kritische houding ten aanzien van de, via de media gepresenteerde informatie, het verwerven van creatieve, emotionele en sociale vaardigheden, het bevorderen van de sociale redzaamheid, enz. Algemeen kan men deze lange termijn-doelstellingen samenvatten als 'het modelleren van gewenste mentale processen'.

1.13 In het onderwijs staat het leerproces van de leerling centraal. De onderwijsgevende kan dit leerproces bevorderen via een gepast gebruik van onderwijsfuncties - concreet uitgewerkt in didactische werkvormen. Er zijn functies ten behoeve van de voorbereiding op het leren, de verwerving van kennis en vaardigheden en de terugkoppeling. Men kan deze onderwijsfuncties groeperen om een drietal hoofdfuncties : informeren, activeren en evalueren.

1.14 Concrete onderwijsmaatregelen moeten genomen worden binnen het kader dat wordt gevormd door de eerder genoemde doelstellingen van het onderwijs en deze onderwijsfuncties. Het centrale probleem bij gebruik van computers is de functionaliteit van dit medium in dat kader. Er zijn twee centrale vragen :

- hoe, bij welke onderwijsfuncties en in welke mate, kunnen computers bijdragen tot het beter bereiken van de korte- en lange-termijn-doelstellingen van het onderwijs ?
- hoe zal dit computergebruik het traditionele rolpatroon van de leerkracht aanvullen of wijzigen ?

1.15 Met het gebruik van computers komen de onmiddellijke cognitieve doelstellingen beter binnen bereik. Daarbij zal het onderwijs de nadruk moeten leggen op het leren omgaan met informatie, respectievelijk het leren gebruiken en benutten van die informatie. Dit impliceert in een goede vraagstelling en probleemdefinitie, het uitzetten van een zoekstrategie naar de oplossing, het verwerven van de oplossing door o.a. het combineren van deeloplossingen, en het interpreteren van de gevonden oplossing. De nadruk zal komen te liggen op de informatieselectie.

1.16 In de toekomst zal het onderwijs meer nadruk moeten leggen op het verwerven van kennis en vaardigheid op instrumenteel gebied (lezen, schrijven, rekenen, talen), in het bijzonder op het gebied van de moedertaal en het gebruik van informatieverwerkende systemen, en op de vaardigheid voor het verwerven van kennis op informatief gebied (aardrijkskunde, geschiedenis, biologie, natuurkunde, technologie).

Bij de informatieve vakken zal de nadruk meer op inzicht in de concepten, het begrijpen van de context, het gebruik van toepassingen en het verwerven van inzicht via het leren oplossen van problemen met behulp van algoritmische en heuristische procedures moeten liggen. Het verwerven van inzicht kan uiteraard niet gebeuren zonder daarbij ook feitenkennis op te doen. Er zal echter een goede afweging moeten worden gemaakt tussen de parate inhoudelijke kennis nodig om inzicht mogelijk te maken en te behouden, en de kennis nodig om te weten hoe en waar op een gewenst moment ontbrekende parate kennis kan worden verkregen.

1.17 Elke nieuwe technologie heeft een maatschappelijk antwoord, een verwerking. Hoe verder de technologie oprukt, hoe groter de behoefte wordt aan een menselijke omgeving, waarin de scherpe kanten van de techniek wordt afgerond. In het verleden werd soms gereageerd met een anti-technologische houding en de ontwikkeling van een zeer individueel

waardenstelsel als compensatie. Illustratief in dit verband zijn de standpunten van onderwijsorganisaties die overheidsvoorstellen met betrekking tot onderwijs en informatietechnologie kwalificeren als 'technocratisch' en 'apparatenvoorstellen'. Terecht merken deze organisaties op dat de invoering van computers op school niet slechts een apparaatuurcomponent en een programmatuurcomponent met zich brengt, maar ook binnen een duidelijk onderwijskundig en innovatiestrategisch kader moet worden geplaatst. Het is daarom noodzakelijk extra veel aandacht te besteden aan het doorzichtig maken van de mogelijkheden en beperkingen van beschikbare technische middelen en systemen en ze ondergeschikt te maken aan onderwijskundige en innovatiestrategische overwegingen.

Aanvullend kan men opmerken dat, gezien de reële mogelijkheid voor computers om enkele essentiële taken in het onderwijs over te nemen en via standaardisatie te optimaliseren, van de scholen zal worden gevraagd meer expliciet de verantwoordelijkheid te aanvaarden voor het onderwijs in normen en waarden. Op die manier zal het toekomstige onderwijs meer nadruk moeten leggen op 'spirituele' vakken zoals godsdienst, moraal, enz.

1.18 Het onderwijs moet ook aandacht besteden aan de maatschappelijke gevolgen van het gebruik van computers: het dient het inzicht in de meer tijdelijke versus de meer structurele gevolgen te bevorderen. In het verleden beperkte het computergebruik zich tot omvangrijke wetenschappelijke berekeningen en administratieve toepassingen. Een stijgende behoefte aan programmeurs, operateurs en posttypistes was het meest opvallende maatschappelijke gevolg. Met de opkomst van de data-banken werden de bewaking van de privacy en de openbaarheid van bestuurlijke gegevens onderwerpen die in het centrum van de belangstelling kwamen. Aan de toenemende automatisering van o.a. productieprocessen is het probleem van de werkgelegenheid gerelateerd, terwijl de opkomst van de microcomputers een behoefte aan kennis en innovatief denken in grote en kleine bedrijven doet ontstaan, die niet voorzien was. Onverkort de actualiteit van deze maatschappelijke problemen en de noodzaak dat aan hun oplossing wordt gewerkt, moet toch de vraag worden gesteld of zij ook in het onderwijs van de toekomst centraal zullen moeten staan. Vele ervan zijn wellicht te typeren als kinderziektes en aanpassingsmoeilijkheden. Als computertoepassingen even gewoon en wijd verspreid zullen zijn als nu het gebruik van technische apparatuur als telefoon, auto, televisie, enz. is, zal het aspect van de maatschappelijke gevolgen van de automatisering een geheel ander accent krijgen dan het accent dat men nu wellicht in eerste instantie zou willen leggen.

1.19 De snelle veranderingen in de toekomst betekenen dat men niet mag verwachten levenslang hetzelfde beroep in hetzelfde dienstverband te beoefenen - zelfs niet als dat een informatieberoep is. Er komt grote behoefte aan nieuwe opleidingen. De ouderwetse specialist zal weldra zijn vervangen door de soepel mee bewegende generalist, respectievelijk een zich steeds aanpassende specialist. Daarnaast geloven velen dat de belangrijkste verandering niet alleen gelegen zal zijn in het werk wat men doet, maar ook in de plaats waar men het doet. Zeker in de informatiesector bestaat de mogelijkheid om veel van het werk plaatsonafhankelijk (bijvoorbeeld thuis) te verrichten, ondersteund door de communicatiefaciliteiten van de toekomst. Op dit terrein vinden reeds experimenten plaats. De werknemers reageren niet onverdeeld gunstig. Zij missen het babbeltje op kantoor en de samenwerking met andere mensen. Een flexibele oplossing geniet de voorkeur: de mogelijkheid om gedeeltelijk thuis te werken en regelmatig op kantoor overleggen.

Voor het onderwijs betekent dit dat men het ontstaan van een andere sociale structuur moet bevorderen, met meer contact tussen huisgenoten - ook de hoge werkloosheid maakt dit wenselijk - en een meer intensieve vorm van samenleven. Leren omgaan met elkaar, sociale vaardigheden en bevorderen van eigen expressie, eigen creativiteit en zelfstandig werken

moeten dan ook een hoge prioriteit hebben binnen het onderwijs. Deze activiteiten kunnen tevens een compensatie vormen voor de meer individualiserende benadering die via computers in het onderwijs mogelijk wordt.

1.20 Om goed te kunnen functioneren in de toekomstige maatschappij is het in paragraaf 1.12 genoemde 'modelleren van gewenste mentale processen' van wezenlijk belang. Het expliciet bevorderen van lange termijn-doelstellingen kan enkel gebeuren via een gerichte, jarenlang volgehouden inspanning. In het onderwijs worden leerlingen dikwijls elk nieuw leerjaar geconfronteerd met een andere leerkracht, later krijgen ze zelfs voor elk leervak een andere leerkracht. Deze situatie heeft voordelen, omdat leerlingen op die manier niet steeds via dezelfde methode moeten leren en er aldus een breed aanbod van didactische benaderingen ontstaat. Deze situatie heeft ook nadelen: gezien de diversiteit van meningen en werkwijzen van leerkrachten is het nauwelijks mogelijk de lange termijn-doelstellingen op een systematische wijze te bevorderen. Echter, net zoals het milieu waarin leerlingen opgroeien een onmiskenbare invloed heeft op het leergedrag, kan ook het gebruik van computers in het onderwijs een wezenlijke aanvulling daarop betekenen. Hierin ligt de echte kracht van computers in het onderwijs: op een systematische, voortdurende, geprogrammeerde, niet aan leerkrachten gebonden, individuele en gedifferentieerde wijze begeleiding geven aan leerlingen, en doelbewust het bevorderen van de lange termijn-doelstellingen nastreven. Daarbij dient aan de voorwaarde te zijn voldaan dat het computergebruik in het onderwijs een brede verspreiding krijgt - naar leerjaren en naar leervakken.

1.21 Een van de facetten van de moderne goedkope computers is dat ze als zeer eenvoudig bedienbare schrijfmachines kunnen worden gebruikt. Men kan zich daarom afvragen of er in de basisvorming geen plaats moet zijn voor enig onderricht in machineschrijven. Het antwoord op die vraag wordt in hoge mate bepaald door de gebruikervriendelijkheid van de toekomstige computersystemen en de wijzen waarop gebruikers gegevens zullen kunnen invoeren in het systeem. Op dit moment kan men vaststellen dat die invoer zeer gemakkelijk wordt gemaakt. Onder andere gebeurt dit door extra faciliteiten (zoals een muis, een aanraakscherm) ter beschikking te stellen en door veelvuldig gebruik te maken van menu's en pictogrammen. Zodra men echter tekst wil invoeren moet men nog steeds gebruik maken van het toetsenbord. Een alternatieve oplossing ontstaat als teksten via het gesproken woord kunnen worden ingevoerd. Als spraakinvoer bij computers gemeengoed wordt, zullen toetsenbordvaardigheden overbodig worden. Met uitzondering van specifieke toepassingsgebieden (kantoorautomatisering) en bij beperkte toepassingsvormen (bijvoorbeeld het geven een beperkte verzameling specifieke commando's) zal van grootschalige spraakinvoer bij computers in de nabije toekomst geen sprake zijn. Toetsenbordvaardigheden en het vertrouwd worden daarmee blijven belangrijk.

1.22 Samenvattend moet men bij de basisvorming voor wat betreft het cognitieve vlak de klemtoon verleggen van het verwerven van parate kennis naar meer probleemoplossende activiteiten, met als doel het verwerven van meer conceptueel inzicht. Daarbij moet de klemtoon van vakgerichte activiteiten verschuiven naar vakoverstijgende activiteiten, waarbij communicatieve aspecten, zowel via de taal als via de nieuwe elektronische media worden benadrukt. Ook moet het verwerven van lange termijn-doelstellingen meer en duidelijker aandacht krijgen.

2. VORMEN VAN COMPUTERGEBRUIK IN HET ONDERWIJS

Categorieën (1)

2.1 De computer kan in het onderwijs op verschillende manieren worden gebruikt. De Adviescommissie voor Onderwijs en Informatietechnologie stelt de volgende verdeling voor:

- a. Leren over de computer
- b. Leren met behulp van de computer
- c. Leren door middel van de computer
- d. De computer als werktuig voor de school.

Onder de laatste categorie valt zowel het gebruik van de computer bij de financiële en personele administratie van de school, als het gebruik van de computer bij de schooladministratie en het schoolmanagement, bijvoorbeeld bij het maken van roosters, het bijhouden van de bibliotheekadministratie, enz. Alhoewel het gebruik van de computer als werktuig voor de school indirect van invloed kan zijn op de overige drie aspecten van computergebruik, wordt deze categorie hier verder buiten beschouwing gelaten.

2.2 Leren *over* de computer duidt op een verzameling kennisgebieden die alle te maken hebben met het machinaal (doen) verwerken van gegevens. De computer en zijn gebruik is daarbij object van studie. In de basisvorming spreekt men daarbij over informatiekunde (vroeger burgerinformatica). Wat geleerd moet worden is afhankelijk van het onderwijstype en het niveau van de leerling.

Voor de basisvorming zijn de volgende leerstofgebieden functioneel:

- ervaren van computers;
- het gebruik van de computer bij het verwerken van gegevens: probleemanalyse, algoritmiseren, programmeren;
- effecten van het gebruik van computers;
- toepassingen van computers.

Programmeren komt hierbij aan de orde voor zover dit een middel is om een ontworpen algoritme uit te voeren via de computer. In principe moet de codering op een eenvoudige wijze kunnen worden uitgevoerd. Op het gebied van dit eenvoudig programmeren vindt een snelle evolutie plaats. Steeds weer ontstaan nieuwe en - naar men zegt - betere programmeertalen. Men ziet een verschuiving optreden van algoritmische (procedurele) programmeertalen naar functionele (declaratieve) programmeertalen. Het leren over de computer moet, voor zover 'algoritmiseren' en 'programmeren' een onderdeel vormen van het curriculum, rekening houden met deze evolutie. Zie verder hoofdstuk 4.

2.3 Bij het leren *met behulp van* de computer wordt de computer als een hulpmiddel in het onderwijsleerproces gebruikt op een wijze die overeenkomt met die van reeds bestaande hulpmiddelen als schoolbord, zakrekenmachine, encyclopedie, enz. Te denken valt aan de computer als hulpmiddel bij het rekenen en het spellen, het sorteren, het opslaan en terugzoeken van gegevens uit een databank, het genereren van gegevens, het visualiseren en grafisch voorstellen van informatie, het automatiseren van processen, het tekstverwerken, het automatiseren van opgavenbanken enz. De computer wordt daarbij uitsluitend ten behoeve van één soort toepassing tegelijk gebruikt.

(1) Adviescommissie voor Onderwijs en Informatietechnologie, *Leren over informatietechnologie, noodzaak voor iedereen*; Staatsuitgeverij, Den Haag, 1982.

Kenmerkend voor deze gebruiksvorm is dat met de computer als hulpmiddel nieuwe mogelijkheden in het onderwijs worden aangeboden en voor bestaande problemen betere oplossingen mogelijk zijn. De wezenlijke relatie binnen het onderwijs-leerproces blijft echter de leerkracht-leerling relatie.

2.4 Bij het leren *door middel van* de computer wordt het leren van de leerling gestuurd en gericht door speciaal daarvoor ontwikkelde computerprogramma's, op basis van gegevens over het leerproces van de leerling(en). In dit geheel kan men een drietal functies van de computer onderscheiden:

- De computer als onderwijzend apparaat. De leerling leert in interactie met een computerprogramma dat de inzet van het leermateriaal en het verloop van het onderwijs-leer proces, vaak via het bijsturen door de leerling zelf, bepaalt.
- De computer als toetsend apparaat. Binnen een computerprogramma worden, naast de directe en individuele begeleiding van het leerproces op micro-niveau, in het algemeen ook taken uitgevoerd in het kader van het toetsen en het evalueren. Het resultaat van deze toetsing kan aanleiding zijn om de computer in zijn functie als onderwijzend apparaat aanvullende instructie of eenvoudige toetsvragen te laten presenteren.
- De computer als studiebegeleider. Op grond van voortoetsen en voortgangstoetsen komt via de computer de gewenste tussentijdse informatie beschikbaar voor leerling en leraar. Afhankelijk van de behaalde resultaten verwijst het systeem de leerling naar nieuw, te herhalen of aanvullend materiaal.

Onder leren door middel van de computer wordt dus datgene verstaan wat in de angelsaksische literatuur met CAI (computer-assisted instruction) en CMI (computer-managed instruction) wordt aangeduid. In Nederlands spreekt men over computergestuurd onderwijs (CGO) en computerbeheerd onderwijs (CBO).

Zeker in het kader van de basisvorming bestaat er een glijdende overgang tussen het leren over, met en door de computer. Dit is in het bijzonder het geval bij het leren met behulp van en door middel van de computer, samengevat als computer-ondersteund onderwijs (COO).

Vormen van computer-ondersteund onderwijs (2)

2.5 Er zijn vele COO-vormen te onderscheiden. Ze verschillen in de manier waarop de interactie tussen leerling en computer plaatsvindt en in de omvang en de organisatie van de vakspecifieke inhoud, die in de computer is opgeslagen.

Bij oefenprogramma's (drill and practice) en onderwijzende programma's (tutorials), heeft het computerprogramma het initiatief, waarna de leerling reageert. De meerderheid van het COO-materiaal dat tot nu ontwikkeld is valt onder deze beide vormen.

Bij dialoog-programma's (dialogs), simulatie-programma's (simulations) en probleemoplossende programma's (problem solving) is het de leerling die eerst actie onderneemt waarna de computer reageert. In plaats van computergestuurd onderwijs krijgt men dan leerlinggestuurd onderwijs. Deze werkwijze is nog verder doorgevoerd bij het zelf programmeren van

(2) J. Moonen & F. Gastkemper, *Computergestuurd Onderwijs*; Het Spectrum, Utrecht, 1983.

J. Schoenmaker, *Automatisering als ondersteuning van het onderwijsleerproces*; COI, Memo-reeks, Enschede, 1985.

Tj. Plomp, J. Moonen, "De computer en het onderwijs"; in: *De Informatiemaatschappij*; door M. de Kok (red.), Natuur en Techniek, Maastricht/Brussel, 1983.

D.H. McLaughlin, *Computers and Teaching Skills*; Paper presented at AERA Convention, April 2, 1985.

de computer en het gebruik van programmeeromgevingen ter ondersteuning van het probleemoplossen.

Naast COO-vormen waarbij de computer wordt gebruikt als hoog interactief medium, zijn er ook vormen waarbij de computer wordt gebruikt als werktuig in de klas: als elektronisch schoolbord, ten behoeve van de communicatie tussen en met leerlingen en met databestanden, bij het verwerken van gegevens en teksten, ter vervanging of ondersteuning van apparaten en werktuigen in het kader van muziek- en tekenonderwijs en bij procesbesturing.

Ook kan de computer een belangrijke rol spelen in het kader van onderwijsbeheer, in het bijzonder bij het toetsproces in de klas en bij de organisatie en het beheer van de leerlingenadministratie en de daaruit volgende studiebegeleiding en -advisering.

2.6 Oefenprogramma's

Deze COO-vorm betreft het oefenen van (cognitieve) vaardigheden. De computer functioneert als een bron van oefenstof, als terugkoppelingsmechanisme op de reacties van de leerling en als sturingsmechanisme bij het doorlopen van de oefeningen. De normale procedure verloopt als volgt: aanbieding van de oefening, gevolgd door bevestiging of verbetering van het antwoord; herhaling van opgaven, eventueel met variaties of opklimmend in moeilijkheid, tot een bepaald antwoordcriterium door de leerling is bereikt. De oefeningen die aan de leerling worden verstrekt kunnen van tevoren zijn geprogrammeerd. Zij kunnen ook door de computer worden gemaakt: via probleemgeneratoren kunnen steeds nieuwe problemen of vraagstukken van één soort aan de leerling worden aangeboden.

2.7 Onderwijzende programma's

Dit soort COO betreft het aanleren van begrippen en hun onderlinge relaties uit een vrij goed gestructureerd leerstofgebied en is gericht op verwerving van kennis en inzicht. Bij deze toepassingsvorm wordt de leerstof in kleine eenheden aangeboden. Aan die eenheden worden vaak oefenmogelijkheden gekoppeld. De antwoorden van de leerling op de (oefen)vragen bepalen de voortgang door de leerstof. Onderwijzende programma's kunnen betrekking hebben op het aanleren van nieuwe begrippen, of kunnen worden gebruikt in remediërende of herhalende (reteaching) omstandigheden. Bij remediërend gebruik wordt de nadruk gelegd op de differentiëring naar individuele behoeften. Bij reteaching wordt de reeds behandelde leerstof opnieuw gepresenteerd. De normale procedure verloopt als volgt: aanbieding van informatie; verwerking van antwoorden in vrije of meerkeuze vorm; terugkoppeling en bepaling van volgende stappen; naarmate meer alternatieve leerwegen zijn ingebouwd, is meer individuele variatie in gebruik mogelijk.

2.8 Dialoog

Deze COO-vorm is gericht op ontdekkend leren. Daarbij kan de leerling binnen een bepaald leerstofgebied vragen stellen aan de computer, die daarop antwoord geeft. Op basis van de vraag van de leerling ontwikkelt zich een interactie-proces tussen leerling en computer. Deze dialoog moet de leerling brengen tot inzicht in de centrale begrippen van het leerstofgebied. Er is geen vooraf vastgesteld eindpunt aan de dialoog; het is de leerling die bepaalt of hij voldoende informatie heeft verkregen.

Er is tot op heden weinig van dit soort materiaal ontwikkeld, omdat het programmeren ervan complex is en er grote gegevensbestanden voor nodig zijn. Viewdata-achtige systemen als Viditel zouden zich in deze richting kunnen ontwikkelen. Men kan verwachten dat met de huidige ontwikkelingen van hardware (krachtiger computers met meer geheugen voor acceptabele prijzen) en software (meer gebruik van kunstmatige-intelligentie-technieken en expertsystemen) dit soort toepassingen een grote vlucht zullen nemen.

2.9 *Simulaties*

Deze COO-vorm is gericht op het verwerven van inzicht in, of (cognitieve) vaardigheid in het hanteren van processen uit de werkelijkheid. Het programma bevat een model van die werkelijkheid. De leerling onderzoekt dit model door gegevens of modelparameters te variëren. De antwoorden die het systeem genereert geven de leerling stapsgewijs inzicht in de theorie waarop het model is gebaseerd. Simulaties worden in het onderwijs gebruikt wanneer leren in de realiteit te veel risico, tijd of geld zou kosten, of wanneer men een experiment veelvuldig, snel en onder geïdealiseerde omstandigheden wil herhalen, of omdat een experiment in werkelijkheid te traag of te snel verloopt of ethische vragen oproept.

Educatieve spelen zijn simulaties waarin meestal een element van competitie is opgenomen.

2.10 *Probleemoplossen*

Deze COO-vorm is gericht op de oplossing van (cognitieve aspecten van) problemen. In de meeste gevallen gaat het niet om de feitelijk gepresenteerde problemen, maar om het aanleren van meer algemene oplossingsmethoden of strategieën; het programma kan daarbij meer of minder sturend optreden, of wel hulp bieden. Hoewel probleemoplossen per traditie als aparte vorm van COO wordt gezien, is hij in de praktijk niet altijd gemakkelijk als zodanig te herkennen. Afhankelijk van inhoud en vorm benadert dit type programma soms de tutorial, soms ook de simulatie of het oefenprogramma. Bij afnemende begeleiding in het programma is steeds minder sprake van COO.

2.11 *Programmeren als hulpmiddel bij probleemoplossen*

Een computer is op vele manieren programmeerbaar. Er bestaat dan ook een voortdurende controverse over de te gebruiken programmeertaal. Enkel via een nadere aanduiding van het doel van het gebruik van programmeertalen in het onderwijs is overeenstemming te bereiken. Mogelijkheden daarbij zijn:

- a. programmeeronderwijs in engere zin: hetzij voor het de aanleren van handelingen waarmee een zekere mate van 'beheersing' van de mogelijkheden van de computer kan worden bereikt, hetzij als voorbereiding op gebruik van programmeertalen in een meer beroepsmatige zin;
- b. als hulpmiddel bij probleemoplossen: hetzij ter ondersteuning van de denktraining, hetzij als werktuig bij het probleemoplossen.

Programmeeronderwijs in engere zin past in het kader van het leren over de computer (zie 2.2). Programmeren als hulpmiddel bij probleemoplossen kan een rol spelen in het kader van COO.

Bij dit laatste kan men opmerken dat de basisprincipes van de informatica voor vrijwel iedereen van belang zijn. De algoritmiek, de kunst om bij een gegeven vraagstelling een programma te schrijven dat (na de vereiste codering) een computer in staat stelt de oplossing te geven, is niet slechts een praktische, maar vooral ook een fundamentele intellectuele discipline. Op dit moment zijn er geen definitieve aanwijzingen dat programmeren ter ondersteuning van het logisch leren denken of als denktraining tot betere resultaten leidt. Dit aspect moet verder onderzocht worden, zeker ook in het kader van longitudinaal onderzoek.

Als werktuig bij het probleemoplossen is de computer uitermate geschikt, althans voor zover dat op een zeer eenvoudige manier kan gebeuren, zonder dat het 'coderen' een al te grote drempel opwerpt. Dit soort gebruik wordt gerealiseerd via programmeeromgevingen.

Men kan vele programmapakketten en programmeertalen opvatten als programmeeromgevingen: tekstverwerkingspakketten, spreadsheetsprogramma's, databaseprogramma's, pakketten met grafische toepassingen, geïntegreerde vormen hiervan, speciaal voor het onderwijs ontwikkelde talen als LOGO, op specifieke aspecten toegesneden programmapakketten ten behoeve van het creëren van muziek, tekeningen, databases, speciale lettertekens en pictogrammen enz.

2.12 *Elektronisch schoolbord*

Computers kunnen zeer effectief werken bij de visualisatie van effecten. Wanneer de docent de computer als demonstratiemiddel gebruikt, profiteren tegelijkertijd vele leerlingen daarvan. Dat is van belang voor het geval dat er weinig computers beschikbaar zijn. Wegens de snelheid van de presentatie kunnen ook meer voorbeelden worden behandeld. Door de grafische mogelijkheden voegt de computer aan het lesgeven een nieuwe dimensie toe.

2.13 *Communicatie*

De computer kan gebruikt worden als elektronisch mededelingenbord, als elektronisch publicatiemedium, als elektronisch post-systeem tussen leerlingen en als communicatiemedium voor leerlingen (ook van verschillende scholen). Ook kan via de computer contact gezocht worden met nationale en zelfs wereldwijd beschikbare informatiebestanden. Door de computer als on-line hulpsysteem te gebruiken, kan de communicatie tussen geïnteresseerden worden bevorderd. Dit is belangrijk voor het versterken van sociale contacten, samenwerking, thuiswerk, enz. Het elektronische mededelingenbord kan ook gebruikt worden voor wedstrijden, voor de uitwisseling van ideeën enz.

2.14 *Verwerken van gegevens*

De computer kan gebruikt worden als een snelle rekenslaaf ten behoeve van het verwerken (statistisch en grafisch) van gegevens. Hij kan ook snel selecties maken uit grote hoeveelheden informatie. Via speciale programma's kan dezelfde informatie op verschillende wijzen getoond worden. De invloed van het gebruik van deze hulpmiddelen op de inhoud van het rekenonderwijs, onder andere via het grootschalig beschikbaar zijn van kleine rekenmachientjes, is nog niet duidelijk.

2.15. *Tekstverwerking*

Het toepassen van tekstverwerking dringt steeds meer door in alle niveaus van het maatschappelijk leven. Ook in het onderwijs zal deze trend onweerstaanbaar zijn. Het gebruik van meer intelligente tekstverwerkingprogramma's in combinatie met spraakuitvoer en toekomstige - bij een beperkte woordenschat - spraakinvoer, zal een zeer ingrijpende invloed hebben op alle vormen van taalonderwijs.

2.16 *Testen*

Een computer kan gebruikt worden om tests te genereren, te administreren, te scoren en te analyseren. Het scoren en analyseren van tests - meestal met behulp van statistische technieken - via computers is de oudste en meest gebruikte toepassingsvorm.

Men kan de computer ook gebruiken bij het genereren van tests. In het meest simpele geval is een grote verzameling van items (toetsvragen) in een bestand van de computer geplaatst en wordt via een computerprogramma een aantal van deze toetsitems geselecteerd en samengevoegd tot een test. Hierbij kan het computerprogramma zorgen voor zowel een random selectie van toetsvragen, het kiezen van een random volgorde van presentatie, het plaatsen van antwoordalternatieven in een random volgorde (bij meerkeuze vragen), het selecteren van toetsitems op basis van vooraf gekozen voorwaarden, enz.

Een volgende stap is het werken met itemgeneratie. In die situatie wordt de toets niet samengesteld op basis van reeds in het geheugen van de computer beschikbare vragen, doch worden de vragen zelf samengesteld op het moment dat een vraag van een bepaald type wordt gekozen. In het meest simpele geval worden daarbij enkel de numerieke waarden die in de vraagstelling voorkomen op het moment van de keuze door het computersysteem gegenereerd of door het computersysteem at random uit een vooraf samengesteld bestand van mogelijke waarden gekozen. Hetzelfde proces kan plaatsvinden als typen vragen beschikbaar zijn waar een of meerdere

woorden op het moment van de selectie door de computer worden ingevuld. Het grote voordeel van itemgeneratie is dat met behulp van een standaard-item, een groot aantal concrete items kunnen worden geproduceerd en gebruikt in tests.

Gebruik van computers bij afname van tests kan tot allerlei zeer geavanceerde werkwijzen leiden. Als de afname 'on-line' gebeurt, dus als de leerling in directe interactie met het computersysteem de test aflegt, dan is het mogelijk zogenaamde adaptieve teststrategieën te gebruiken. Daarbij wordt elk volgend toetsitem gekozen op basis van de antwoorden op de vorige items. Als een leerling bijvoorbeeld steeds goed antwoordt, kan de moeilijkheidsgraad van de volgende items telkens worden opgevoerd, waardoor men sneller tot de conclusie kan komen dat de leerling de leerstof voldoende beheerst en men dus de toets kan beëindigen. Ook kan men via deze technieken beter het beheersingsniveau dat de leerling heeft bereikt, vaststellen.

2.17 *Beheer*

Het testen via de computer is meestal de centrale activiteit binnen een door de computer beheerd opleidingspakket. De computer wordt dan gebruikt om de voortgang van de leerling te controleren en het gebruik van de daarbij noodzakelijke hulpmiddelen (bijv. media, klaslokalen, opleiders, enz.) te beheren. De computer bevordert daarbij de controle-mogelijkheden en de efficiëntie.

De belangrijkste componenten van een CBO-pakket zijn: een registratieprogramma, een testprogramma, een toewijzingsprogramma en een verroosteringsprogramma. Deze programma's zijn onderling verbonden en zij maken voortdurend gebruik van drie bestanden. Deze bestanden bevatten gegevens over de leerlingen, toetsitems en verwijzingen naar instructiepakketten c.q. leermiddelen. In bepaalde gevallen bevindt het instructiepakket zich in de computer, zodat een directe koppeling kan plaatsvinden. Met behulp van deze bestanden en de resultaten van het werk van de leerlingen worden een aantal rapporten geproduceerd: een overzicht van de resultaten van elke individuele leerling, een overzicht van de groepsresultaten, teststatistieken, een overzicht van het rooster dat aan leerlingen is toegewezen en een overzicht van het gebruik van de beschikbaar gestelde middelen.

2.18 Toetsen kunnen volledig geïntegreerd worden in het curriculum: een integratie van CBO en CGO. Het curriculum wordt dan geïndividualiseerd op basis van de toetsresultaten van de leerling. Ook kan via beslissingsondersteunende programmatuur (decision support systems) extra intelligentie aan de begeleiding door het systeem worden toegevoegd.

2.19 De programmatuur die bij de in paragrafen 2.6-2.18 beschreven toepassingen wordt gebruikt noemt men 'educatieve software'. Een overzichtelijke indeling van deze programmatuur kan worden gemaakt op grond van het gebruik in de onderwijsorganisatie.

Onderscheiden worden drie niveaus van onderwijsorganisatie:

- a. Het macro-niveau: het niveau van de schoolorganisatie, dat van direct belang is voor schoolleiding en administratief personeel. Toepassingen zijn schooladministratie en -management, clusteren en roosteren, mediatheek, financieel beheer.
- b. Het meso-niveau: het niveau van de docent, waarbij een onderscheid gemaakt wordt in beheer (beheer van leermiddelen en itembanken, toetsverwerking), management (toetsanalyse, toekenning van taken) en beslissingsondersteuning (het adviseren over het toekennen van taken op grond van analyses).
- c. Het microniveau: het niveau van het onderwijsleerproces, waarin docent, leerlingen en computerprogramma op enigerlei wijze met elkaar in interactie staan. Een verdere indeling op grond van de aard van interactie, kan dan de volgende zijn:

- c1. De computer als leeromgeving: hier is het programma een stuk gereedschap voor de leerling. Er is daarnaast een gewone interactie tussen docent en leerling, met dien verstande dat de docent meestal de rol van begeleider vervult.
Voorbeelden van toepassingen zijn onderwijstekstverwerkers, onderwijsgegevensbanken en micro-werelden zoals die bijv. binnen LOGO mogelijk zijn.
- c2. De computer als leermiddel: hier heeft de docent een deel van het onderwijsleerproces overgebracht naar het programma. De leerling doorloopt bijvoorbeeld een stuk leerstof, oefent of werkt met een simulatie.
Deze COO-vormen zijn de meest bekende. De docent behoudt echter de controle over het gehele onderwijsleerproces, d.w.z. de evaluatie van de leerlingactiviteiten aan de computer wordt door de docent uitgevoerd.
- c3. De computer als docent: hier zijn leerstof, instructiestrategieën, formatieve en summatieve evaluatie-elementen in één programma ondergebracht. Dit betekent dat de leerling leert zonder directe interactie met de docent.
Bij genoemde toepassingen op het micro-niveau kan nog onderscheid gemaakt worden tussen leerling- en docent-(of computer-)gestuurde strategieën. In een computergestuurde strategie stelt de computer vragen of presenteert leerstof, waarbij de leerling reageert. Leerlinggestuurde strategieën laten toe dat de leerling de volgorde waarin de leerstof wordt aangeboden kan veranderen.

De educatieve software die op de bovenstaande niveaus wordt gebruikt, kan men indelen als:

- courseware (oefenprogramma's, onderwijzende programma's, simulaties enz.);
- open-ended software (databases, tekstverwerkers, programmeeromgevingen enz.);
- programmatuur ten behoeve van beheer en evaluatie (toetsverwerking, toetsanalyse, itembanking enz.);
- programmatuur ten behoeve van schoolmanagement en schooladministratie (leerlingenadministratie, cluster- en roosterprogramma's enz.).

Courseware is programmatuur die een directe relatie heeft tot de inhoud van de leervakken waarbij ze gebruikt wordt. De andere programmatuur is niet zo afhankelijk van de directe inhoudelijke aspecten van de diverse leervakken.

Relatie van COO met onderwijsfuncties en -doelstellingen

2.20 Uit de beschrijving van de verschillende vormen van computergebruik in het onderwijs is gebleken dat computers in principe kunnen bijdragen aan de onderwijsfuncties informeren, activeren en evalueren, en dat ze in het bijzonder geschikt zijn als werktuig in het onderwijs.

Het is de kracht van de computer dat men deze verschillende functies in onderlinge samenhang en in wederzijdse wisselwerking kan gebruiken. De groei van het geïntegreerd gebruik van verschillende onderwijsfuncties is illustratief voor de evolutie die merkbaar is bij COO-programmatuur. Een vergelijkbaar effect treedt op bij commerciële toepassingen. Eerst werkte men met afzonderlijke pakketten voor tekstverwerking (Wordstar), voor spreadsheets (Visicalc), databestanden (dBase II) en het grafisch voorstellen van tabellen. Nu treden de geïntegreerde pakketten (Lotus 1-2-3, Jazz) op de voorgrond.

2.21 Op grond van deze mogelijkheden is de computer in het onderwijs niet alleen een nieuw, maar ook een bijzonder medium. Andere media, van boek tot video, hebben zonder twijfel hun eigen en soms zeer bijzondere

mogelijkheden, maar zij zijn op zichzelf toch altijd slechts (over)dragers van informatie. De computer is ook, en quasi tegelijk, een verwerker van informatie en biedt daardoor als enig medium naast de docent de mogelijkheid tot inspelen op het leerproces van de leerling. Bovendien is de technologie van de interactieve beeldplaat beschikbaar, zodat in het kader van een daarop gericht COO-programma niet alleen informatie in de vorm van symbolen, maar ook in de vorm van beeld en geluid gebruikt kan worden.

2.22 Bij de ondersteuning van het leerproces kan men de computer gebruiken als trainer, als een model voor het denken, als vervanger van het denken en als werktuig.

Het gebruik van de computer als trainer wordt verklaard door de unieke mogelijkheden die de computer biedt bij het individualiseren van en het differentiëren binnen het onderwijs.

De computer functioneert als model voor het denken: bijvoorbeeld bij het automatiseren van probleemoplossende activiteiten via algoritmische procedures, in expertsystemen en bij het gebruik van robots. Daarbij zal blijken welke de overeenkomsten en verschillen zijn tussen functies en principes van menselijke informatieverwerking en informatieverwerking via de computer.

De voorbode van de computer als vervanger van het denken en als werktuig vinden we reeds bij de elektronische rekenmachientjes en bij gebruik van de computer ten behoeve van de spelling. Bij industriële (CAD/CAM) en wetenschappelijke toepassingen (statistische verwerkingspakketten) hebben computers al lang veel van het manuele werk en het denkwerk overgenomen. Het is duidelijk dat dit nieuwe problemen schept. Het onderwijs zal zeer bewust moeten zoeken naar een evenwicht tussen menselijke en technische gegevensopslag en -verwerking.

De computer als trainer

2.23 Het gebruik van de computer als trainer is van bijzondere betekenis voor het bevorderen van het zelfstandig leren werken. Zelfstandig leren werken heeft een zeer praktische betekenis: de leerling moet leren zijn leersituatie op een eigen specifieke manier in te richten. Individualisering van onderwijs in de vorm van COO kan daarin zeer functioneel zijn, alleen al door de leerling een keuzemogelijkheid te bieden. Een COO-programma kan in de wijze waarop het door de leerling gebruikt wordt, sterk sturend optreden, maar het kan het initiatief ook in hoge mate aan de leerling laten. In het eerste geval spreekt men van "program control", in het tweede van "learner control". Tot op zekere hoogte is dit inherent aan het type programma: een tutorial zal eerder program control bieden, een simulatie eerder learner control. Dwingend is dat echter niet en het is beslist mogelijk, een bepaalde toepassing van COO zo te programmeren, dat verschillende gradaties van program control, respectievelijk learner control mogelijk zijn.

2.24 Bij toepassing van COO in deze zin kan de leerling niet alleen bepalen wat hij wil leren, maar ook hoe hij dat wil aanpakken, hoe hij met de leerstof verder wil, welke leerstof hij wil herhalen, waarover hij een toets wil afleggen enz. Het aanvullen van traditionele COO-vormen met programmeeromgevingen die de leerling vrij kan exploreren en met het gebruik van de computer als werktuig, vormt een verdere verrijking van de individualiseringsmogelijkheden die via de computer geboden kunnen worden. Tenslotte kan de computer helpen om dit proces adaptief in te richten, dit wil zeggen aan te passen aan de specifieke wensen en behoeften van de individuele leerling. Daartoe zijn steeds tussentijdse toetsing en het aanbevelen van volgende leeractiviteiten nodig. In deze situatie kan een intelligent CBO-systeem worden gebruikt, dat, op basis van de historische

gegevens van de leerling, zijn huidige prestaties, zijn te bereiken doelstellingen en de mening van experts, aangepaste leeractiviteiten voorstelt.

2.25 In dergelijke situaties kan de leerling zich als het ware losmaken van de traditionele onderwijssituatie, met als einddoel het stadium dat hij zelf beslist wat, wanneer en hoe hij wenst te leren. Vanzelfsprekend is hieraan een groeiproces verbonden, niet alleen bij de leerling zelf, maar zeer zeker ook bij de onderwijsorganisatie die deze benadering zal moeten integreren in (nieuwe) structuren.

2.26 Er is in het recente verleden een sterke beweging geweest om bij het onderwijs zoveel mogelijk rekening te houden met de persoonlijke gegevens van elke leerling en te trachten het onderwijs zo te individualiseren, dat voor elke leerling een optimale leeromgeving zou ontstaan. De basisgedachte hierbij was dat elke leerling zijn specifieke karakteristieken heeft en dat voor elke type leerling een leeromgeving kan worden gecreëerd die voor deze karakteristieken optimaal is. Deze benadering zou tot significante verbetering van prestaties moeten leiden. Onderzoek in die richting heeft niet tot bevredigende resultaten geleid. De reden hiervoor ligt wellicht in het feit dat het in praktisch opzicht erg moeilijk is een dergelijk systeem te realiseren. Bovendien vertonen leerlingen geen stabiele karakteristieken. Dan weer zullen ze op de ene manier optimaal leren en een andere keer of bij een ander vak, op een andere manier. Motivatie, interesse, emotionele factoren, veranderingen in het leerpatroon als gevolg van het leren zelf enz., kunnen hierbij een grote rol spelen.

2.27 Leren via computers kan bijdragen aan het oplossen van de praktische problemen bij het creëren van optimale leersituaties ten behoeve van individualisatie. De computer biedt immers mogelijkheden voor tempo-, niveau- en methodedifferentiatie. Daarbij moet men echter niet uitgaan van een eindig aantal categorieën leerlingen, die men volgens een voorafvastgesteld en aan elke categorie aangepast patroon tot optimale leerprestaties kan voeren. Eerder moet men uitgaan van categorieën leerlingen die steeds op een andere wijze willen leren, bepaald door factoren waarvoor - zeker op dit moment - geen betrouwbare meetmethoden bestaan. Dit betekent dat men het leren enkel zal kunnen optimaliseren als men de leerling zelf de controle geeft over de te volgen werkwijze. Omdat bekend is dat leerlingen dikwijls niet in staat zijn zelf een optimale leerweg te kiezen, moet ook de mogelijkheid worden ingebouwd dat zij standaard een vooraf vastgesteld pad doorheen het programma kunnen volgen. Zodra een leerling echter van dat pad wil afwijken, moet het programma dit mogelijk maken. Mogelijkheden voor learner control zijn hierbij van essentiële betekenis.

De computer als model voor het denken

2.28 Het gebruik van de computer als model voor het denken is van bijzondere betekenis bij het bevorderen van het probleemoplossend leren. Problemen leren oplossen staat bovendien in verband met logisch en creatief leren denken. Probleemoplossende activiteiten vormen een continuüm met de algoritmische en heuristische procedures als de twee eindpunten. Vertaalt men deze procedures naar denk- en leerprocessen, die de leerling zich moet eigen maken, dan kan het (leren) uitvoeren van algoritmische procedures worden verbonden met een sterk logisch gericht denk- en leerproces, en het (leren) uitvoeren van heuristische procedures met meer creatief gerichte processen. Daarbij neemt het creatieve aandeel in de corresponderende denk- en leerprocessen toe, naarmate deze op genoemd continuüm verschuiven van algoritmische naar heuristische probleemoplossingsprocedures. Computers kunnen in hoge mate bijdragen aan het bevorderen van het logisch denken omdat ze bij de uitvoering van

programma's voorgeschreven algoritmes volgen en daardoor voortdurend een model zijn voor dit denken.

Het is duidelijk dat de begeleiding van de leerling door de computer kleiner moet zijn naarmate van de leerling meer creativiteit verwacht wordt. Het is bekend dat er geen algemene probleemoplossende strategieën bestaan. Bevorderen van creatief probleemoplossend leren is domein-specifiek. Het gebruik van associatieve netwerkstructuren, waarbij bestaande kennis op het gebied van probleemoplossen in de ene situatie naar analogie gebruikt wordt in een nieuwe situatie, kan daarbij ondersteunend werken. In dit soort situaties kan de computer als werktuig een belangrijke rol spelen zowel bij de ontsluiting en het beschikbaar stellen van relevante voorbeelden als in het kader van de uitvoeringsaspecten van de heuristische oplossingsprocedure.

De computer als vervanger van het denken

2.29 Het gebruik van de computer als vervanger van het denken en als werktuig kan een bijzondere rol spelen bij het verwerven van een positieve attitude ten opzichte van de verschillende leervakken en bij het verhogen van de interesse en de motivatie om te leren. De waardering van een leerling voor een vak en voor het leren in het algemeen zal ongetwijfeld groter worden als hij het nut daarvan inziet en als hij tevens ervaart dat hij de studie, en in bijzonder de verschillende vakken, aankan. Het eerstgenoemde aspect komt voor rekening van de docent: door een goede cursusopbouw, passende voorbeelden e.d. kan daaraan vorm worden gegeven. Het tweede moet de leerling zelf realiseren: door oefening en toepassing van de diverse vakken ervaart hij in welke mate dat het geval is.

COO kan daarin een belangrijke functie vervullen. De leerling wordt immers in staat gesteld zich te bekwamen zonder dat andere leerlingen of docenten hem op de vingers kijken. Als het COO-programma daarbij een adequate terugkoppeling geeft, kan de leerling op zijn manier bouwen aan de verwerving en verwerking van de leerstof tot hij ervaart dat hij het vak aan kan. Niets draagt meer bij tot succes dan succes zelf. Zijn houding ten aanzien van het betrokken vak wordt daardoor positief beïnvloed en dat is op zijn beurt weer bevorderlijk voor een werkelijk (goed) gebruik van het vak.

2.30 Het gebruik van zoveel mogelijk (relevante) onderwijsfuncties via een combinatie van COO-vormen vormt, in combinatie met een bijdrage aan het modelleren van gewenste mentale processen, het hoofdcriterium voor een goede COO-toepassing. De toekomst van gebruik van computers in het onderwijs ligt dan ook in de beschikbaarheid van modules die voor een bepaald onderwerp de leerling in staat stelt een volledige leercyclus te doorlopen (van informatieverstrekking tot summatieve evaluatie) en die door leerkracht naar eigen inzicht kan worden gemodificeerd. Zulke modules moeten als een zelfstandig 'object' in een programmeeromgeving kunnen functioneren. Ze moeten met andere woorden intern volledig zelfstandig kunnen opereren, doch tevens via gestandaardiseerde commando's van buiten het object kunnen worden aangeroepen en tevens gegevens kunnen genereren, die binnen een groter CBO-systeem kunnen worden geregistreerd.

Samenvatting

2.31 Er zijn vele vormen van computergebruik in het onderwijs. Computergebruik kan bijdragen aan het creëren van praktische mogelijkheden voor het individueel leren, in leersituaties die geïntegreerd kunnen worden met en ondersteund kunnen worden door vele verschillende onderwijsfuncties. De kracht van de computer is dat dit alles gecombineerd kan worden in één interactief medium.

3. COMPUTER-ONDERSTEUND ONDERWIJS IN DE VERSCHILLENDE LEERVAKKEN

Algemeen

3.1 Voor elk leervak kan de computer gebruikt worden in toepassingsvormen zoals beschreven in hoofdstuk 2. Daarnaast kan in vele leervakken impliciet en expliciet aandacht worden geschonken aan aspecten van informatiekunde.

Belangrijk is dat het gebruik van computers functioneel is. Dat betekent dat in het ene leervak deze toepassingsvorm van computers voor de hand ligt, terwijl in het andere leervak een andere vorm de voorkeur geniet. Optimalisering van soort computergebruik moet per vak worden uitgezocht. (1)

3.2 Globaal kan men bij de invoering van computers onderscheid maken tussen de volgende leeftijdsgroepen : 5-8 jaar, 9-12 jaar, 13-16 jaar. In de eerste jaren moet bij gebruik van de computer de nadruk liggen op het ontwikkelen van procedureel denken en het leren gebruiken van de computer. Dan wordt educatieve software vooral gebruikt als ondersteuning bij patroon- en concept herkenning, rekenen, lezen, het bevorderen van logisch denken en creatieve bezigheden.

Bij 9-12 jarigen blijft de nadruk liggen op het verder ontwikkelen van het procedureel denken en het leren probleem oplossen, mogelijk aangevuld met het concreet uitwerken van oplossingen door programmering - met behulp van gebruikersvriendelijke programmeeromgevingen - via de computer. Educatieve software wordt gebruikt als werktuig om de verschillende leervakken te ondersteunen en te verlevendigen, waarbij men gebruik maakt van de verschillende vormen die daarbij mogelijk zijn: tutorials, tekstverwerking, elektronisch schoolbord, onderlinge communicatie, databestanden enz.

Bij 13 tot 16-jarigen krijgen het gebruik van programmeeromgevingen en probleemoplossende activiteiten nog meer aandacht. Naast de eerdergenoemde toepassingsvormen wordt educatieve software ook gebruikt in het kader van simulaties (van modellen en van laboratorium-experimenten).

Naarmate men in hogere leerjaren komt, wordt het gebruik van de computer meer geïntegreerd in de andere vakken, vooreerst via het gebruik van de computer als werktuig, later ook bij het individualiseren en differentiëren van het onderwijs. Ook zal men de computer intensiever gaan gebruiken bij het toets- en diagnoseproces.

3.3 In 1.16 is in globale termen aangegeven dat de nadruk bij instrumentele vakken ook in de toekomst moet blijven liggen op het verwerven van kennis en vaardigheid en dat bij informatieve vakken eerder vaardigheid voor het verwerven van kennis belangrijk wordt. Hiermee is tevens een klemtoon gelegd voor de wijze waarop computers gebruikt kunnen worden. Gegevensverwerkende apparatuur heeft een grote invloed op een aantal vakken :

- rekenmogelijkheden op de inhoud van het reken/wiskunde onderwijs;
- tekstverwerkende systemen op de inhoud van het taalonderwijs;
- mogelijkheden tot raadplegen van databestanden en tot simulatie op de inhoud van de informatieve vakken.
- mogelijkheden voor nieuwe en aanvullende activiteiten bij de creatieve vakken.

(1) J. Moonen, "De functionaliteit van computergestuurd onderwijs"; in: IPEK-symposium, deel II, 12-14 maart 1981, Limburgs Universitair Centrum, Diepenbeek, 1981.

Rekenen/Wiskunde (2)

3.4 Computers kunnen zowel de werkwijzen als de inhoud van het reken/wiskunde onderwijs grondig veranderen : veranderende werkwijzen als gevolg van de reken- en grafische mogelijkheden van de computer, veranderende inhouden als gevolg van het gebruik van meer levensechte en interdisciplinaire problemen, onder andere via projectonderwijs.

3.5 In Groot-Brittannië heeft de minister van onderwijs besloten het leren van de tafels van vermenigvuldiging en staartdelingen en het leren gebruiken van logaritmefafels af te schaffen. 'De kinderen kunnen dit, nadat ze de begrippen hebben geleerd en met eenvoudige sommetjes hebben ingeoeffend, beter uitvoeren met rekenmachientjes en computers. De nadruk moet komen te liggen op het aanleren van praktische vaardigheden waar de kinderen later nog wat aan hebben', zo stelt het rapport van de inspectie dat aan de basis ligt van de genomen beslissing. Het zal niemand verbazen dat onderzoek aantoonde dat gebruik van rekenmachientjes leidt tot meer accuraat, sneller en doelmatiger werk. Maar het is onduidelijk wat de invloed is op de beheersing van de onderliggende concepten en de houding tegenover het vak.

In dit verband is het opmerkelijk dat beginnende computergebruikers soms helemaal gefascineerd worden door de ontdekking dat de computer onbegrensde toepassingsmogelijkheden heeft. Zij denken deze dan ook te kunnen gebruiken. Het duurt meestal enige tijd voordat ze beseffen dat de computer niet kan worden gebruikt voor een toepassingsgebied dat zij niet beheersen. Dit voorbeeld is illustratief voor de problematiek van het gebruik van het rekenmachientje. Er moet zorgvuldig overwogen worden wat nodig is om kinderen de concepten van de belangrijkste rekenkundige bewerkingen te laten verwerven en te leren beheersen, vooraleer wordt toegestaan dat rekenmachientjes het routinewerk overnemen. Dat men dit laatste zal moeten toestaan, is echter onweerlegbaar.

3.6 In het verlengde van het gebruik van rekenmachientjes ligt het gebruik van computerprogramma's bij de ondersteuning van het oplossen van vraagstukken, of meer algemeen, bij het probleemoplossen. Computers bieden de mogelijkheid om de traditionele 'schoolproblemen' te vervangen door 'levensechte problemen'. Bij het wiskunde-onderwijs wordt de aard en inhoud van gestelde problemen medebepaald door de mate van ingewikkeldheid van het oplossingsproces. Dikwijls worden interessante concepten en reële gegevens niet gebruikt omdat de technische uitvoering te ingewikkelde berekeningen met zich meebrengt. Door de inschakeling van de computer is het mogelijk zich hoofdzakelijk op het conceptuele vlak met de problematiek bezig te houden en via de computer de berekeningen te laten uitvoeren. Probleemoplossen krijgt ook een nieuwe dimensie doordat opgaven niet perse tot een oplossing behoeven te leiden. Ze kunnen een handreiking zijn tot exploratie van het probleem, bijvoorbeeld via het gebruik van spreadsheet programma's.

3.7 De computer schept mogelijkheden voor het manipuleren - via wijziging van parameterwaarden - en het grafisch voorstellen van ingewikkelde functies, het exploreren van meetkundige vormen, het visualiseren van rekenkundige problemen, het visualiseren van probleemoplossende activiteiten via LOGO, enz. Ook op deze wijze kan de computer ertoe bijdragen dat het onderwijs meer gebruik maakt van reële gegevens en vormen. Tevens kunnen daarbij bestaande softwarepakketten voor

(2) Computers in Teaching Mathematics, by P. Kelman, A. Bardige, J. Choate, e.a.; Addison-Wesley, Reading, 1983.

D.C. Johnson, J.D. Tinsley (ed.), *Informatics and Mathematics in Secondary Schools*; North-Holland, Amsterdam, 1978.

data-analyse en -presentatie, plotprogramma's en pakketten voor computer-aided design worden gebruikt.

3.8 Simulaties van (levensechte) problemen kunnen, meer dan mogelijk is in het traditionele onderwijs, aanleiding geven tot zelfontdekking via door de computer ondersteunde en begeleide pogingen van gissen en missen. In het verlengde hiervan liggen het educatieve spel. Daarin is een uitdagend element opgenomen, waardoor de uitkomst niet vooraf vaststaat - de speler kan winnen doch moet daar een bijzondere inspanning voor leveren. Ook kan hij in competitie gaan tegen het programma - een top-tien lijst met de namen van eerdere spelers - of tegen medespelers. Dikwijls moet hij eerst een wis- of rekenkundige activiteit tot een goed einde brengen, waarna imaginaire fantasierijke gevolgen ontstaan. Of het spel is van dien aard dat spelers gewoon nieuwsgierig worden naar wat verder gebeurt, bijvoorbeeld doordat zich steeds een nieuw en meestal moeilijker soort probleem presenteert.

3.9 Interdisciplinaire problemen zijn moeilijk in te passen in het traditionele curriculum, omdat die problemen meestal te complex zijn en de bijbehorende databestanden te uitgebreid zijn om opgenomen te worden in tekstboeken. Bovendien zijn tekstboeken statisch van aard, waardoor opgenomen databestanden snel verouderen.

Via de computer kan men veel gemakkelijker interdisciplinaire probleemomgevingen creëren die de samenwerking en interactie tussen leerlingen en het leveren van bijdragen uit diverse disciplines stimuleren. Tevens kunnen daarbij gemakkelijk verschillende soorten toepassingen van computergebruik (raadplegen databestanden, rekenfaciliteiten, visueel voorstellen, bewaren van resultaten en gegevens, simulaties, educatieve spelen) ingepast worden. Op die wijze kan de computer een centraal en bindend element worden in het kader van projectonderwijs. Via deze benadering is het meestal ook gemakkelijker daarvoor ruimte te vinden in de lestijdentabel.

3.10 Men kan de computer ook gebruiken om de gevonden oplossingsmethode te programmeren en uit te voeren, waardoor dieper inzicht ontstaat in de gevolgde werkwijze. Dit zal meer voorkomen naarmate gebruikersvriendelijke programmeeromgevingen de leerlingen in staat stellen in een gesimuleerde natuurlijke-taal-omgeving de problemen te exploreren en te analyseren. Daarbij houdt het computerprogramma, via toegevoegde intelligente subsystemen, bij wat de leerling uitvoert en doet het suggesties voor aanvullende exploratie.

Hiermee betreedt men het terrein van de zogenaamde intelligente COO. Er is echter nog geen echte doorbraak op dit gebied, alhoewel deze bij voortduring wordt aangekondigd. Niet alleen ontbreekt de theoretische kennis omtrent de wijze waarop leerlingen begeleid en geassisteerd moeten worden, maar ook vereisen de vele mogelijkheden tot begeleiding en assistentie zoveel computercapaciteit, dat de prijs van geschikte hardware een brede toepasbaarheid op dit moment uitsluit. Dalende hardware-prijzen, gekoppeld aan steeds betere prestaties, maken echter dat ook dit soort toepassingen voor de toekomst niet kunnen worden uitgesloten.

3.11 Op grond van hetgeen is gebeurd in het recente verleden, blijft de vraag actueel of in het reken/wiskunde onderwijs een plaats moet worden geruimd - en zo ja, hoeveel plaats - voor programmeeronderwijs. Traditioneel is het leren programmeren onderwezen als een vreemde taal: de leerlingen leren de commando's en de syntax van de programmeertaal net zo als ze de woordenschat en de grammatica van een vreemde taal leren, waarna ze via eenvoudige oefeningen het geheel inoefenen. Het besef dringt door dat programmeeronderwijs geen doel op zichzelf is maar eerder een middel in het kader van probleemoplossen en creatieve bezigheden. Het gebruik van traditionele procedurele programmeertalen daarbij

verdient geen aanbeveling. Het gevaar is groot dat men zich dan te veel gaat concentreren op specifieke programmeringsaspecten ten koste van conceptuele en analytische aspecten.

3.12 De laatste grondige wijziging van het reken/wiskunde-curriculum vond plaats onder invloed van de 'moderne' wiskunde-beweging. Deze beweging heeft de gestelde doelstellingen niet bereikt, zeker niet in het buitenland. Allerlei oorzaken liggen hieraan ten grondslag. Er werd een top-down benadering gevolgd, waarbij een echte betrokkenheid van de basis nooit werd gerealiseerd. Het verschil met het traditionele curriculum was te groot. De inspanning die de leraar zich moest getroosten, was onacceptabel: men moest zowel nieuwe inhouden als nieuwe methoden leren. Sommigen in de nieuwe wiskunde beweging hadden geen gevoel voor dosering en dreven goede uitgangspunten tot extreme ridiculiteiten. De beweging hield te weinig rekening met andere veranderingen in de maatschappij en het onderwijs.

Vele andere innovaties in het onderwijs zijn dezelfde weg gegaan en eenzelfde gevaar bedreigt de invoering van computers, tenzij men dit proces langzaam kan laten verlopen (zie 1.8). De kansen op succes zijn het grootst bij het reken/wiskunde-onderwijs omdat daar de docenten het meest vertrouwd zijn met het gebruik van computers. Toch zal men zorgvuldig de valkuilen van eerdere innovaties moeten vermijden. Tevens is het gevaar groot dat de invoering van computers beperkt blijft tot het reken/wiskunde-onderwijs.

Moedertaal/Vreemde talen (3)

3.13 Wat in 3.4 is gezegd ten aanzien van reken/wiskunde-onderwijs, geldt ook voor het moedertaal-onderwijs: veranderende werkwijzen als gevolg van de tekstverwerkende mogelijkheden en de opkomst van spraakinvoer en -uitvoer via de computer: veranderende inhouden als gevolg van het snel groeiende aanbod van schriftelijke informatie.

3.14 Door het beschikbaar zijn en het veelvuldig gebruik van tekstverwerkende systemen, zullen nog meer verslagen, rapporten en dergelijke worden vervaardigd. Veel mondelinge correspondentie zal, vanwege het gebruik van elektronische post-faciliteiten, ook schriftelijk worden vastgelegd. Het informatie-aanbod zal exponentieel groeien.

Dit heeft een aantal consequenties. Er zal in het onderwijs meer nadruk moeten worden gelegd op schriftelijke taalvaardigheid. Er zal meer aandacht moeten worden geschonken aan het kort en zakelijk rapporteren, m.a.w. het selecteren van de hoofdpunten en het rapporteren daarover. Het vermogen om de inhoud van teksten en mondelinge uiteenzettingen te beoordelen op hun logische consistentie, zal verder moeten worden ontwikkeld. In het algemeen geldt - zeker ook in de informatiemaatschappij - dat men helder en coherent mondeling en schriftelijk in de moedertaal zal moeten kunnen formuleren.

3.15 Computers kunnen behulpzaam zijn bij het leesonderwijs, door bij het lezen tegelijkertijd de gelezen tekst 'uit te spreken'. Terwijl men leest

(3) G.E. Mason, J.S. Blanchard, D.B. Daniel, *Computer Applications in Reading*; International Reading Association, Delaware, 1983.

G.A.M. Kempen, H.P.Schotel, J.C.W.G. Pijs, "Taaltechnologie en Taalonderwijs"; in: *Onderwijs en Informatietechnologie*, door J. Heene & Tj. Plomp (red.), SVO, Den Haag, 1985.

R. Shostak (ed.), *Computers in Composition Instruction*; International Council for Computers in Education, University of Oregon, 1984.

M.J. Kenning, M-M. Kenning, *An Introduction to Computer Assisted language Teaching*; Oxford University Press, Oxford, 1983.

kan de bedoelde tekst - of een gecodeerde vorm ervan - met een speciaal met de computer verbonden leesapparaat worden afgetast. Ook kan via spraakinvoer tekst op het scherm van de computer worden weergegeven, waarna die tekst via de computer opnieuw wordt uitgesproken.

Meer algemeen ontstaat door de computer de mogelijkheid om een directe interactie tot stand te brengen tussen lezen en spreken.

3.16 Net zoals bij het leren rekenen en de invloed van de rekenmachientjes daarop, zal men zich bij het taalonderwijs moeten bezinnen over de invloed van het gebruik van tekstverwerkers op het spellingsonderwijs. Straks zullen vele teksten immers geschreven worden via tekstverwerkers die beschikken over automatische spellingscontrole; ook voor teksten die in fonetisch schrift of via het gesproken woord worden ingevoerd.

3.17 Ook zijn tekstverwerkende pakketten beschikbaar die controleren op stijlfouten. Dit schept nieuwe mogelijkheden ten aanzien van het maken van opstellen. Meer algemeen kunnen computers helpen bij de ontwikkeling van de stelvaardigheid. Het genereerproces kan worden ondersteund door computerprogramma's die helpen bij het voortbrengen en organiseren van ideeën. Het formuleerproces kan worden bevorderd doordat de leerlingen hun tekst vrij kunnen intypen op het toetsenbord van de computer. Het reviseerproces kan worden ondersteund door programma's die het analyseren en bewerken van tekst vergemakkelijken. Dergelijke systemen vormen aldus vriendelijke schrijfovgevingen waarin men zijn schriftelijke taalvaardigheid kan oefenen.

Dit soort computergebruik kan in elk leervak gebruikt worden en het kan opnieuw als verbindend element in een project met verschillende disciplines fungeren.

3.18 Er wordt hard gewerkt aan meer geavanceerde tekstverwerkers, waarin ook een dialoog- en een auteurssysteem zijn verwerkt. Het dialoogsysteem accepteert via gesproken invoer opdrachten en geeft via gesproken uitvoer antwoorden. Het auteurssysteem helpt bij het voorbereiden van documenten, waarbij naast de mogelijkheden van de huidige tekstverwerkers, ook linguïstische kennis wordt geboden, bijvoorbeeld bij het veranderen van enkelvoud in meervoud, het omzetten van hoofdzinnen in bijzinnen met gewijzigde woordvolgorde, het signaleren van een foutieve zinsbouw en van incorrect gespelde werkwoordsvormen, het accepteren van een opdracht als 'spring naar de persoonsvorm', enz.

Dergelijke systemen zijn niet alleen bruikbaar voor kantoorwerkzaamheden: hun invloed op het onderwijs zal niet onopgemerkt blijven. Met zou dit kunnen vergelijken met de invoering van CAD-technieken in de industrie en de invloed daarvan op leerinhouden in het beroepsonderwijs. In dit laatste voorbeeld is er geen directe invloed op de inhoud van de basisvorming aan te wijzen. Het is echter de vraag of een zelfde conclusie geldt ten aanzien van de beschikbaarheid van geavanceerde tekstverwerkers en het moedertaal-onderwijs.

3.19 In combinatie met de interactieve beeldplaat kunnen computers een nieuwe impuls geven aan de oude idealen van de taallaboratoria in het kader van het vreemde talen onderwijs. Het gebruik van beeldmateriaal, de snelheid van de interactie, ondersteunende faciliteiten zoals het on-line kunnen raadplegen van een woordenboek, het doen uitspreken van moeilijke woorden door de computer, de associatie van plaatjes en woorden enz., kunnen in hoge mate bijdragen tot de motivatie om hiermee te werken.

Informatieve vakken (4)

3.20 Bij de informatieve vakken zal de computer het meest gebruikt worden ten behoeve van simulaties en het raadplegen en bewerken van databestanden.

3.21 Bij natuurkunde, scheikunde en biologie gebruikt men simulaties ter vervanging, voorbereiding of aanvulling van laboratoriumexperimenten. Via aangesloten registratieapparatuur kunnen de gegevens direct in een computerbestand worden opgeslagen, waarna men gemakkelijk op de verzamelde gegevens bewerkingen kan toepassen (berekeningen, maken van grafieken enz.). Een nieuwe ontwikkeling hierbij is dat daartoe niet enkel specifieke computerprogramma's worden ontwikkeld, maar ook specifieke, op microprocessoren gebaseerde meet-, regel- en controle-apparaten. Procesbesturing, en in het verlengde daarvan het gebruik van robots, is een onderdeel dat alle aandacht verdient.

3.22 Simulaties kunnen ook gebruikt worden om een beter inzicht te krijgen in (levensechte) processen. Daarbij worden via de computer de parameters in een model van dat proces gemanipuleerd en worden de resultaten van de gemaakte keuze gepresenteerd. Deze toepassingsvorm wordt ook gebruikt in het economie- en aardrijkskunde-onderwijs.

3.23 Bij geschiedenis en aardrijkskunde staat het gebruik van informatiebestanden op de voorgrond. De enorme opslagcapaciteit van (externe) bestanden en beschikbaarheid van zoekprocedures binnen computers stellen leerlingen in staat zich op een gemakkelijke manier te informeren over historische en actuele geografische gegevens. In beide gevallen kan, via een combinatie met de beeldplaat, de schriftelijke informatie direct worden aangevuld met beeld- en geluidsmateriaal. Combinatie met expertsystemen kan de zoekprocedure gebruikersvriendelijk maken. Meer dan vroeger wordt het nu mogelijk levensechte vraagstukken in hun volle omvang te behandelen.

Sociale en creatieve vakken (5)

3.24 Het verschaffen van een duidelijk inzicht in de belangrijke rol die computers in het maatschappelijk leven spelen, is zeer waardevol en dient op brede schaal te gebeuren. In 1.18 is gesteld dat men zich daarbij op de echte problemen moet concentreren.

(4) Adviescommissie voor de Leerplanontwikkeling voor Natuurkunde en Scheikunde, *De microcomputer en het natuurkunde scheikundeonderwijs: een interimrapport*; ACLO, Enschede, 1982.

D.H. Ahl (ed.), *Computers in science and social studies: a sourcebook of ideas*; Creative Computing Press, Morris Plains, 1983.

J. Roelants, *Microcomputers in het onderwijs: natuurwetenschap en techniek*; Malmberg, Den Bosch, 1982.

J. Stewart (ed.), *Exploring Primary Science and Technology with Microcomputers*; CET, London, 1985.

A. Adams, E. Jones, *Teaching Humanities in the Micro-electronic Age*; The Open University Press, Milton Keynes, 1983.

(5) *Journal of Computer-Based Instruction*, Special Music Issue, august and november 1978, february 1980, february 1981, autumn 1982.

K. Haefner, *Der "grosse Bruder"*; Econ, Dusseldorf, 1980.

T. Forrester (ed.), *The microelectronics revolution: the complete guide to the new technology and its impact on society*; Basil Blackwell, Oxford, 1981.

M.A. Arbid, *Computers en onze informatiemaatschappij*; Academic Service, Den Haag, 1985.

D.W. Johnson, R.T. Johnson, "Cooperative Learning: One Key to Computer Assisted Learning"; in: *The Computing Teacher*, vol. 13, number 2, october 1985, 11-15.

Velen in onze maatschappij zullen in toenemende mate te maken krijgen met computers die op grote gegevensbestanden opereren. Een voorbereiding hierop via de school is wenselijk. Daarbij kan tevens aandacht worden besteed aan het gevaar van inbreuk op onze privacy en op mogelijk machtsmisbruik.

Het onderwijs moet de vraag naar de functies die computers vervullen in toekomstige werksituaties en naar de rol van de mens in de bediening daarvan beantwoorden. Hierdoor kan de maatschappelijke weerbaarheid worden bevorderd. Dit laatste zal in toenemende mate een belangrijke doelstelling worden van zowel onderwijs, als voorlichting door overheidsorganen, vakbeweging, bedrijfsleven en consumentenbonden. (Zie ook hoofdstuk 4)

3.25 Het met z'n tweeën werken aan de computer vergroot de onderlinge communicatie tussen leerlingen, bevordert het leggen van sociale contacten en verhoogt de taalvaardigheid. Deze aspecten kunnen ook over de grenzen van de klas en zelfs van de school heen worden getild, bijvoorbeeld door het maken van een elektronische schoolkrant. Meer algemeen kan het gebruik van elektronische post-faciliteiten en onderlinge communicatie via een elektronisch netwerk bijdragen tot betere contacten en tot meer begrip. In dit verband kunnen de faciliteiten die viewdata-achtige systemen de scholen kunnen bieden een interessante bijdrage leveren.

3.26 Bij creatieve vakken als muziek en tekenen kan het gebruik van computers tot nieuwe dimensies leiden.

Het combineren van computers met (ingebouwde) muziek synthesizers en bijbehorende programmatuur, stelt elke gebruiker in staat te componeren.

In combinatie met de beeldplaat kunnen hoogtepunten uit de muziekgeschiedenis en functies van instrumenten prachtig worden geïllustreerd. Het oefenen van muzieknotatie kan via het scherm worden gecombineerd met de bijbehorende klanken enz.

Ook het tekenonderwijs kan een extra dimensie krijgen door het gebruik van de faciliteiten van de computer: bijvoorbeeld bij het opzetten en samenstellen van patronen, het gebruik van kleur en het toepassen van rotaties, verschuivingen e.d. om driedimensionale figuren vanuit verschillend perspectief te kunnen zien.

3.27 Het staat vast dat toepassing van COO in de diverse leervakken zich nog in een beginfase bevindt. Mogelijkheden om computers te gebruiken, zullen groeien naarmate betere computers voor acceptabele prijzen beschikbaar komen en naarmate de docenten zich gaan inspannen om de goede ideeën voor dergelijk computergebruik te doen realiseren in programmatuur. De ontwikkeling van programmatuur is en blijft daarbij het scharnier via hetwelk de deur voor grootschalig gebruik van computers in het onderwijs zich zal moeten openen.

4. EEN APART VAK INFORMATIEKUNDE?

Burgerinformatica (1)

4.1 Het begrip burgerinformatica is in het VIN-rapport ingevoerd in contrast met 'abstracte' informatica. Burgerinformatica wordt daarin als dat deel van de informatica aangeduid, dat in de toekomst tot de algemene ontwikkeling van burgers dient te behoren. Het rapport noemt een aantal elementen van burgerinformatica die voor het eerst geformuleerd zijn door prof. Davidse in 1979 en die later zijn opgenomen in de beleidsnota 'Onderwijs en Informatietechnologie' :

- enig vaardigheid in het algoritmisch denken ;
- enig inzicht in een kwantitatieve benadering van de werkelijkheid ;
- informatie-bewustheid, met als aspecten :
 - mate van zekerheid en onzekerheid,
 - numerieke en niet-numerieke voorstellingswijzen,
 - ordeningsprincipes,
 - redundantie,
 - relevantie ;
- enige kijk op de wijze waarop informatie gecodeerd wordt en hoe de verschillende informatiedragers zich tot elkaar ver houden ;
- enig zicht op de technologische implementatie en verschijningsvormen van informatie ;
- de ontwikkeling van een 'ergonomisch' besef : de vaardigheid om met dingen om te gaan op de grondslag van enig inzicht in de werking ervan ;
- inzicht in de invloed van informatie op de sociale en culturele structuren van de maatschappij.

Computeralfabetisme (2)

4.2 Een literatuuronderzoek naar de invulling van de computeralfabetisering door Van de Wolde (1984) levert het volgende beeld op:

- a. Bij leren over computers kan men algemene en specifieke doelstellingen onderscheiden. De specifieke doelen hebben primair betrekking op het inzicht in, en de omgang met computers en hun omgeving. De algemene doelen reiken verder, en betreffen inzichten en denkwijzen die weliswaar in een computeromgeving worden geïntroduceerd, maar die tegelijk ook voor andere curriculumdomeinen van grote waarde zijn. De overgang tussen beide soorten doelen is vloeiend; het gaat om het leggen van accenten.
- b. Veelgenoemde specifieke doelen zijn:
 - Het wegnemen van de angst voor computers.
 - Het wegnemen van de computermythe en het inzicht geven in de mogelijkheden en beperkingen van computers.
 - Gebruik leren maken van computers.
 - Inzicht geven in de verscheidenheid aan toepassingen van computers (en andere micro-elektronica) en de gevolgen hiervan zowel voor de samenleving als voor het individu.
 - Het kennismaken met beroeps- en studiemogelijkheden.
 - Het wegwijs maken in de begrippenwereld en terminologie van de computer- en informatieindustrie.

(1) Verkenningcommissie Informatica opleidingen in Nederland, *Over informatica-onderwijs: een verkenning*; Staatsuitgeverij, Den Haag, 1981.

(2) J. Van de Wolde, *Burgerinformatica. een vooronderzoek*; SLO, Enschede, 1984.

- c. Meer algemene doelen zijn:
 - Leren probleemoplossen en algoritmiseren.
 - Leren omgaan met informatie.

Bij de concretisering van deze doelen in leerplannen voor computeralfabetisering blijkt dat deze plannen niet zozeer verschillen in de aard van de gestelde doelen, alswel in de onderlinge weging daarvan. Meestal staan de toepassingen van computers centraal. Zelden meer vormt de apparatuur het vertrekpunt van dit soort onderwijs. Hoewel een oriëntatie op de algoritmiek eigenlijk meer specifiek is voor (vervolg)computeronderwijs in de tweede fase van het voortgezet onderwijs, komt dit in minder geprononceerde vorm ook voor in het kader van algemene computeralfabetisering. In enkele benaderingen staat niet de computer of de toepassing daarvan centraal, maar de behoefte aan informatie.

Er is in de literatuur vrij veel discussie geweest over de vraag of de behandeling van toepassingen gericht moet zijn op bewustwording en evaluatie, danwel op gebruik ervan. Het eerste leidt tot praatonderwijs, hooguit resulterend in wat vaak als "computerbewustheid" wordt aangeduid. Het tweede leidt tot typisch doe-onderwijs.

4.3 In dezelfde studie noemt Van de Wolde de volgende componenten ten aanzien van de inhoud van buitenlandse leerplannen over computeralfabetisering:

- a. de geschiedenis van de informatietechnologie:
 - de historische ontwikkeling van hulpmiddelen voor het tellen en rekenen;
 - de veranderingen die de komst van de computer teweeg heeft gebracht in diverse velden van wetenschap en techniek;
 - de relatie tussen de graad van ontwikkeling van een samenleving en de snelheid en nauwkeurigheid van de informatieverwerkende systemen waarover zij beschikt, enz.;
- b. apparatuur:
 - het onderscheid tussen apparatuur en programmatuur;
 - specifieke kenmerken van de verschillende in- en uitvoermogelijkheden en de toepassingen waarbij deze van belang zijn;
 - de componenten waaruit een computersysteem is opgebouwd, enz.;
- c. probleemoplossen en algoritmiseren:
 - het ontwikkelen van een algoritme dat een bepaalde opdracht uitvoert;
 - het ontwikkelen van probleemdefinities bij verschillende soorten problemen;
 - het oplossen van logische fouten in een algoritme en het aanbrengen van verbeteringen, enz.;
- d. programmatuur en gegevensverwerking:
 - communicatie in binaire code;
 - programmeertalen van lagere en hogere orde;
 - gegevensverwerking als een proces dat wordt gestuurd door de instructie van de programmeur, enz.;
- e. toepassingen:
 - specifieke toepassingen in de artseneij, het onderwijs, de zakenwereld, de industrie, de kunst, de overheid, e.d.;
 - verschillende gebruiksvormen: management informatie systemen, databases, procesbesturing, gegevensverwerking, CAD/CAM e.d.;
- f. maatschappelijke gevolgen:
 - positieve en negatieve gevolgen voor de werkgelegenheid;
 - voor- en nadelen van grote bestanden met persoonsgegevens;
 - computermisdaad, enz.;
- g. mogelijkheden en beperkingen van computers:
 - de inzetbaarheid van computers wanneer het gaat om snelheid, nauwkeurigheid en herhaling;
 - verschillen tussen natuurlijke en kunstmatige intelligentie;

- het onvermogen van de computer tot het maken van waardeoordelen, enz.;
- h. beroepen en functies in de informatietechnologie:
 - informaticus;
 - systeembeheerder;
 - informatieanalyst, enz.;
- i. omgaan met informatie:
 - het gebruik van diverse informatievormen zoals tekst, beeld, geluid of combinaties daarvan;
 - het verschil tussen informatiedragers zoals papier, magneetbanden, chips, e.d.;
 - de geldigheid, betrouwbaarheid, overtuigbaarheid, e.d. van informatie, enz.;
- j. computerbediening/gebruik:
 - het aansluiten en inschakelen van apparatuuronderdelen;
 - het werken met systeemcommando's;
 - het gebruik van programma's uit de bibliotheek;
- k. (interactief) programmeren:
 - het gebruik van de verschillende elementen en structuren van een computertaal;
 - het schrijven en corrigeren van eenvoudige programma's;
 - het lezen van meer complexe programma's.

4.4 Veertien Nederlandse deskundigen is gevraagd deze componenten te waarderen in relatie tot een leergebied 'burgerinformatica'. Dit levert de volgende resultaten op:

Men vindt twee componenten minder belangrijk, namelijk:

- geschiedenis van de informatietechnologie en
 - beroepen in de informatietechnologie.
- Er wordt enig belang gehecht aan de componenten:
- apparatuur; en
 - (inter)actief programmeren.

Beduidend groter is het belang dat men hecht aan:

- het kritisch omgaan met informatie;
- probleemoplossen en algoritmiseren;
- programmatuur en gegevensverwerking;
- maatschappelijke gevolgen;
- computerbediening en -gebruik.

De hoogste prioriteit wordt echter toegekend aan:

- toepassingen van de informatietechnologie; en
- mogelijkheden en beperkingen van computers.

Van alle componenten wil men de meeste tijd besteed zien aan toepassingen van informatietechnologie en aan het probleemoplossen en algoritmisieren.

Adviezen over onderwijs en informatietechnologie (3)

4.5 De kennis die de burger behoeft met betrekking tot informatietechnologie, laat zich globaal in twee klassen indelen:

- Kennis ten behoeve van het evalueren van informatietechnologische toepassingen.
- Kennis ten behoeve van het benutten van de informatietechnologie en haar toepassingen.

Het evalueren vraagt een oordeel over de bruikbaarheid en de wenselijkheid van de informatietechnologie. Het benutten vereist het hebben van een (functioneel) beeld van systemen en toestellen.

(3) Adviescommissie voor Onderwijs en Informatietechnologie, *Leren over informatietechnologie: noodzaak voor iedereen*; Staatsuitgeverij, Den Haag, 1982.

Adviescommissie voor Onderwijs en Informatietechnologie, *Informatieleer en computerkunde: over de inhoud van en apparatuur voor 'burgerinformatica'*; Staatsuitgeverij, Den Haag, 1984.

Hoewel het in eerste instantie voor de meeste toepassingen waarmee men in aanraking komt niet noodzakelijk is dat men zelf kan programmeren, zijn er enkele omstandigheden die het wenselijk maken dit toch een wezenlijk onderdeel van burgerinformatica te laten zijn. Het toepassen van de informatietechnologie vereist immers een eenduidige formulering en een goede probleemanalyse: vaagheden en onvolledigheden leiden tot fouten. Om deze vereiste naar waarde te kunnen schatten is enige programmeerervaring onmisbaar.

Daarnaast komen steeds meer gebruikersvriendelijke programmeeromgevingen beschikbaar komen. Daarmee moet rekening worden gehouden bij het bepalen van de aard van het 'leren programmeren' in het kader van burgerinformatica.

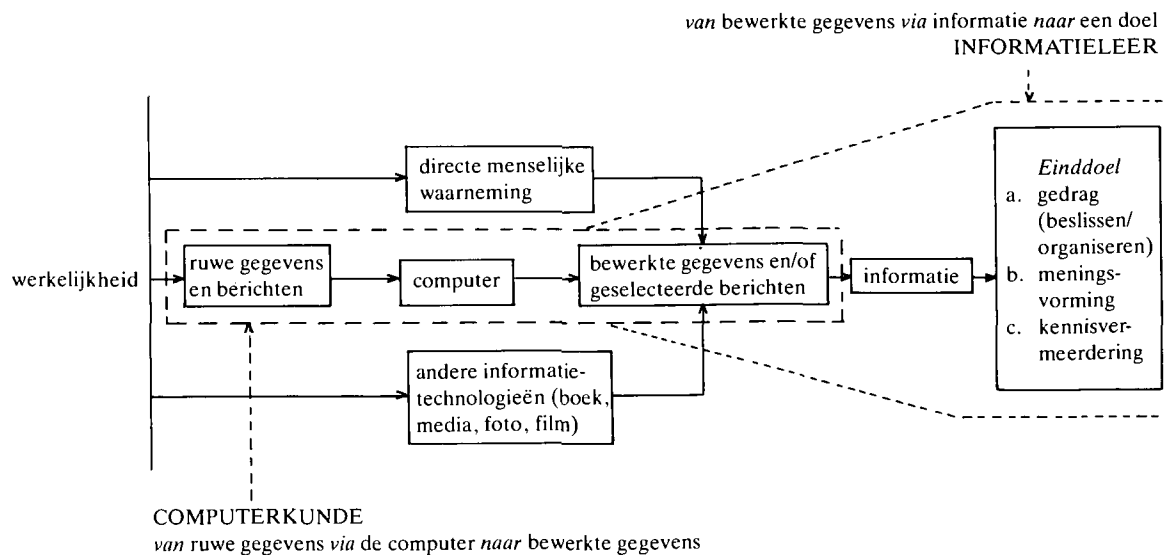
4.6 Als gevolg van de ontstuwige en onvoorspelbare ontwikkelingen op het gebied van de informatietechnologie, schreef de Adviescommissie voor Onderwijs en Informatietechnologie (AOI) reeds in 1982 in haar eerste adviesrapport, 'Leren over informatietechnologie: een noodzaak voor iedereen', dat er nog geen stabiel functioneel beeld bestaat van de informatietechnologie. Over de leerstof die in burgerinformatica thuis hoort, kan men derhalve nog geen definitieve uitspraken doen. Leerplannen moeten daarom flexibel zijn en voldoende ruimte laten voor een gevarieerde invulling. Ook de maatschappelijke ontwikkelingen pleiten tegen een gefixeerd leerplan. Sterker nog dat ten aanzien van het leren over informatietechnologie in engere zin, geldt hier dat ontwikkeling van een gefixeerd leerplan tot resultaten zal leiden, die achterhaald zijn tegen de tijd dat het leerplan gereedkomt.

4.7 Nadat de AOI in haar eerste adviesrapport gekozen had voor een snelle invoering van burgerinformatica en de wel in de eerste fase van het VO, is de AOI in haar tweede adviesrapport, 'Informatieleer en computerkunde: over de inhoud van en apparatuur voor burgerinformatica', dat begin 1984 verscheen, nader ingegaan op de inhoud van het leerstofgebied 'burgerinformatica'.

Vooreerst wordt geconstateerd dat de snelle ontwikkelingen van de informatietechnologie ook de AOI achterhaald hebben en dat in het eerste rapport - naast aandacht voor wat men ook computerkunde zou kunnen noemen - de invalshoek vanuit de informatieleer onderbelicht is gebleven.

Ter verduidelijking het volgende schema:

De verhouding tussen informatieleer en computerkunde



Men kan constateren dat er sprake is van een instrumentele relatie tussen computer en informatie: met behulp van de computer kan iemand aan gegevens en berichten informatie onttrekken. Tevens geldt dat de relatie informatieleer en computerkunde aanvullend van karakter is: vanuit de informatieleer is vast te stellen welke bewerkte gegevens en/of berichten nodig zijn, gelet op een bepaald doel terwijl van uit de computerkunde kan worden aangegeven hoe de computer moet worden gebruikt om uit ruwe gegevens en berichten de gewenste informatie te produceren.

Deze vaststelling en het feit dat de benaming burgerinformatica door het parlement niet als adequaat werd ervaren, brachten de AOI ertoe aan te bevelen het leergebied dat tot nu toe burgerinformatica werd genoemd, door te laten gaan onder de naam *informatieleer en computerkunde (IC)*. Wanneer dit door de lengte niet praktisch zou blijken, beval de AOI de term *informatiekunde* aan. Deze term is door de overheid overgenomen.

4.8 Onder 'informatieleer' verstaat men het geheel van kennis over en vaardigheden ten aanzien van:

- a. het maken, het verzamelen, de opslag, de verwerking, de presentatie en de distributie van gegevens en berichten;
- b. de selectie van gegevens en berichten in het kader van een probleemstelling of een gedefinieerd kennisdoel;
- c. het trekken van informatie uit gegevens en berichten;
- d. het beoordelen van de betrouwbaarheid (waar, juist?) en de exactheid van gegevens en berichten, en van de geldigheid en relevantie van getrokken informatie voor gegeven probleemstellingen en/of doeleinden.

Onder 'computerkunde' is te verstaan het geheel van kennis over en vaardigheden ten aanzien van:

- a. de opslag, de verwerking, de presentatie en de distributie van gegevens en berichten door computers (waaronder ook begrepen procesbesturing);
- b. de selectie met behulp van computers van gegevens en berichten in het kader van een probleemstelling of een gedefinieerd kennisdoel;
- c. de architectuur, de opbouw en de werking van automaten;
- d. hoe computers tot deze activiteiten gebracht kunnen worden (het ontwerpen van algoritmen, de beginselen van programmeren).

In de leerstof voor informatiekunde moeten de volgende onderdelen aan de orde komen:

- A Informatieleer, in het bijzonder de informatiekundige aspecten van moderne elektronische informatietechnologie;
- B1 toepassingen (algemeen): informatiesystemen in het algemeen, zoals een bibliotheek, burgerlijke stand, documentatiesystemen, een boekhouding;
- B2 toepassingen (elektronisch): elektronische informatiesystemen zoals databanken, girodienst, viewdata, en besturingssystemen zoals bijv. verkeerslichtencontrole, liftbesturing, etc.;
- C probleemanalyse en programmering;
- D principes van opbouw van programmatuur en apparatuur.

Van deze vijf leerstofgebieden verwijzen A en B1 naar de inbreng vanuit de informatieleer, de overige gebieden naar die vanuit de computerkunde. De inhoud en diepgang waarmee een en ander aan de orde behoort te komen, dienen daarbij te liggen op het niveau van de eerste fase van het voortgezet onderwijs, waar de kennisgebieden informatieleer en computerkunde geïntegreerd aan de orde komen.

Stichting voor de Leerplanontwikkeling (4)

4.9 De Stichting voor de Leerplanontwikkeling heeft van het Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen, de opdracht gekregen om een deelschoolwerkplan burgerinformatica te ontwikkelen. In het advies aan de Minister van Onderwijs en Wetenschappen van februari 1985 zijn voor burgerinformatica de volgende doelstellingen genoemd:

De ontwikkeling van kennis en vaardigheden die leerlingen in staat stelt om met inzicht te reageren op situaties waarin het gebruik van gegevensverwerkende systemen mogelijk of noodzakelijk is, en die hen in staat stelt om de maatschappelijke betekenis van het gebruik van zulke systemen kritisch te beoordelen.

Om dit te bereiken worden de volgende (voorlopige) deelgebieden voorgesteld:

A. Informatieleer: het gaat hier om het leren omgaan met informatie.

Vaardigheden:

- Het kunnen selecteren van gegevens en berichten in het kader van een probleemstelling.
- Het kunnen trekken van informatie uit gegevens en berichten.
- Het kunnen verzamelen, opslaan, verwerken, presenteren, distribueren van gegevens en het maken van berichten.

Inzicht in de rol van de mens in de informatievoorziening:

- Waarom heeft de mens behoefte aan informatie?
- Wat doet de mens met informatie?

Kennis van de technieken die gebruikt worden bij het voortbrengen en het zoeken van informatie.

B. Computerkunde: het gaat hier om het leren omgaan met de computer.

Vaardigheden:

- Het opslaan, verwerken, presenteren en distribueren van gegevens, berichten met behulp van de computer.
- Het kunnen selecteren met behulp van een computer van gegevens en berichten in het kader van een probleemstelling.
- Het kunnen ontwerpen van algoritmen nodig om de computer opdrachten te kunnen doen verrichten in het kader van een probleemstelling.

Inzicht in het verschijnsel dat computer geprogrammeerde en te programmeren apparaten zijn. Inzicht dat het hanteren van computers weliswaar verlies aan flexibiliteit, maar tegelijk winst aan precisie en snelheid met zich brengt.

Kennis van begrippen als computer, proces, programma, algoritme, (micro)processor, geheugen, invoer, uitvoer, procesbesturing, gegevensopslag, gegevensverwerking, programmeertaal.

Kennis van principes van opbouw van programmatuur en apparatuur.

C. Toepassingen van informatietechnologie: het gaat hier om de ontwikkeling, toepassingen, mogelijkheden en beperkingen van informatietechnologie.

Vaardigheden:

Het kunnen gebruiken van veel voorkomende toepassingsprogrammatuur:

- tekstverwerker;

(4) Stichting voor de Leerplanontwikkeling, *Advies burgerinformatica*; SLO, Enschede, 1985.

- gegevensbestand (incl. bestandsbeheer);
- administratieve programma's.

Het kunnen communiceren met andere computers, met name via VIDITEL.

Inzicht in de mogelijkheden en beperkingen van informatietechnologie. Weten in welke situaties informatiesystemen kunnen worden gebruikt.

Kennis van de historische ontwikkeling: 'van rekenautomaat tot veelzijdige computer'.

Kennis van toepassingen in:

- kantoor en (winkel)bedrijf;
 - industrie en handel;
 - verkeer/vervoer;
 - onderwijs en wetenschap;
 - openbare instellingen en bij de overheid;
 - vrije tijd/thuis;
- en kennis van beroepen in de informatietechnologie.

D. Maatschappelijke relevantie: doel is dat leerlingen op adequate wijze leren reageren op computergebruik in de samenleving (o.a. met sociale vaardigheden, gebaseerd op juiste kennis van informatietechnologie); dat ze inzicht verwerven in de gevolgen van de (potentiële) inzet van computers voor de mens en de samenleving (inzicht in de rol die de mens daarbij speelt).

Het gaat daarbij om kennis van maatschappelijke relevantie, zowel in het heden als verleden en toekomst, met betrekking tot de:

- kwaliteit van het werk;
- werkgelegenheid;
- beroepen;
- man/vrouw verhoudingen;
- verhouding werknemer/werkgever;
- verhouding burger/overheid;
- verhouding industrielanden/ontwikkelingslanden;
- uitwerking op het milieu;
- oorlog/vrede.

Terugblik en onderzoek (5)

4.10 Globaal kan men stellen dat er ten aanzien van de invulling van de doelstellingen en leerinhouden van een vak informatiekunde nu een grotere mate van congruentie is met de oorspronkelijke invulling voor het vak burgerinformatica, gedaan in 1979 door prof. Davidse, dan één of twee jaar geleden. Het lijkt erop dat de oorspronkelijke ideeën over het doel van een vak 'burgerinformatica' geherwaardeerd worden. De laatste jaren, vooral na de massale introductie van de microcomputer, was bij velen het verblindende besef opgetreden dat het noodzakelijk was eenieder op te leiden tot een handige computergebruiker. Gedetailleerde kennis van de computer, zijn architectuur en interne werking, en het leren programmeren, werden als hoofdelementen in een curriculum voorgesteld. Er is nu een consensus om bij de invulling van een informatiekunde-curriculum terug te gaan naar het oorspronkelijke doel van dit soort onderwijs, d.w.z. de computer als hulpmiddel voor meer algemene doelstellingen, zoals probleemanalyse, gebruik van algoritmen, een kwantitatieve benadering van de werkelijkheid en het zinvol omgaan met informatie. Daarnaast kan de computer uiteraard worden benut bij relevante toepassingsvormen.

(5) G.J. Carleer, H.D. Valkenburg, *Burgerinformatica: meer dan computers alleen*; Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen, Den Haag, 1985.

4.11 Hierboven werden de aanbevelingen van commissies en instellingen besproken. Van groot belang is echter ook de vraag hoe de scholen zelf invulling geven aan dit nieuwe leerstofonderdeel.

Een onderzoek door Carleer (1985) schetst daarvan een beeld. Aan een aantal scholen de vraag 'welke onderwerpen komen er op school in het kader van informatiekunde aan de orde?' voorgelegd. De scholen hadden daarbij de keuze uit de volgende onderwerpen:

- A - geschiedenis van de informatietechnologie.
- B - bouwprincipes van apparatuur.
- C - bouwprincipes van programmatuur.
- D - probleemanalyse en algoritmiseren.
- E - gebruik van toepassingen van de informatietechnologie.
- F - beroepen in de informatietechnologie.
- G - (interactief) programmeren.
- H - omgaan met informatie.
- I - overige.

De steekproef bestond uit de scholen uit het zogenaamde 100-scholen project (II) en scholen die buiten dit project actief zijn op het gebied van informatiekunde (I). Hieronder wordt het percentage van de tijd genoemd die zij aan de genoemde onderwerpen besteden:

onderwerp	schoolcategorie	
	I	II
A	4,5	6,0
B	4,3	6,4
C	5,4	4,8
D	13,0	6,6
E	18,4	28,2
F	1,7	2,9
G	36,6	19,7
H	11,2	19,7

Een vergelijking van de categorieën scholen I en II toont aanzienlijke verschillen ten aanzien van de onderwerpen D, E, G en H, c.q. probleemanalyse en algoritmiseren, gebruik van toepassingen van informatietechnologie, (interactief) programmeren en het omgaan met informatie.

De scholen uit het 100-scholen project besteden meer aandacht aan toepassingen van de informatietechnologie en het omgaan met informatie dan de andere scholen die met informatiekunde bezig zijn, en minder aandacht aan programmeren en probleemanalyse en algoritmiseren. Deze verschillen zijn wellicht te verklaren doordat het lesmateriaal dat SLO heeft ontwikkeld bijzondere aandacht besteed aan de toepassingen van informatietechnologie. Dit materiaal wordt vooral gebruikt door de scholen van het 100-scholen project en nauwelijks door de andere scholen. Deze maken veel gebruik van zelf ontwikkeld materiaal. Hierdoor is hun de grotere aandacht voor probleemanalyse en algoritmiseren - en in het verlengde hiervan het programmeren - te verklaren.

4.12 De behoeften van docenten informatiekunde komt tot uitdrukking in de wensen die zij formuleren ten aanzien van de invulling van nascholingscursussen. Het genoemde onderzoek van Carleer levert gegevens ten aanzien van de volgende onderwerpen:

- A - leren omgaan met apparatuur.
- B - leren programmeren.
- C - algemene oriëntatie op computer en informatica,
- D - kennismaken met specifieke toepassingen van computers,
- E - oriëntatie op maatschappelijke aspecten.
- F - oriëntatie op de bedoelingen van informatiekunde.

G - opdoen van lesideeën en organisatievormen voor het eigen onderwijs.

In de onderstaande tabel wordt telkens het percentage scholen genoemd, dat vindt dat aan de genoemde onderwerpen in de nascholing veel aandacht moet worden besteed. In de tabel worden drie schoolcategorieën gehanteerd:

- I - scholen die zich oriënteren op het gebruik van informatiekunde;
- II - scholen die bezig zijn met informatiekunde;
- III - scholen uit het 100-scholen project.

onderwerp	schoolcategorie					
	I	AVO II	III	I	LBO II	III
A	74	38	47	82	63	61
B	38	48	22	50	54	32
C	68	50	43	67	45	61
D	58	54	72	50	54	76
E	70	57	52	60	50	59
F	71	47	57	63	50	59
G	87	85	91	90	95	98

Hieruit blijkt dat de belangstelling voor het leren omgaan met apparatuur (A) en algemene oriëntatie op computers en informatica (C), maatschappelijke aspecten (E) en bedoelingen van informatiekunde (F) afneemt als men eenmaal begonnen is met informatiekunde. Daarentegen is de belangstelling voor het leren programmeren (B) bij de groep scholen die buiten het 100-scholen project bezig zijn met informatiekunde (I en II) groter dan bij groep III. Van deze scholen is bekend dat ze veel van hun tijd besteden aan programmeeronderwijs en daarbij veel zelf ontwikkeld materiaal gebruiken. Bij de scholen van het 100-scholen project is de belangstelling voor toepassingen van informatietechnologie (D) duidelijker groter dan bij de andere categorieën.

Bij alle scholen is er een overweldigende belangstelling voor pasklare lesideeën en organisatievormen voor het eigen onderwijs (G).

Een apart vak? (6)

4.13 Uit de bovenstaande gegevens blijkt dat de concrete invulling van het vak informatiekunde op dit moment in hoge mate bepaald wordt door de faciliteiten die de docent daarvoor ter beschikking heeft: de mogelijkheden van beschikbare hardware en software (programmeertaal, programmeeromgeving, toepassingspakketten) en de beschikbaarheid van voor de leerlingen geschikt lesmateriaal. De praktische invulling van een vak informatiekunde zal dan ook nog in sterke mate beïnvloed worden door het concrete lesmateriaal dat hiervoor beschikbaar komt. Hierbij speelt het beleid dat de overheid voert om lesmateriaal te doen produceren - via de verzorgingsstructuur van het onderwijs, nascholingsinstituten, het irreguliere onderwijs en commerciële instellingen - een belangrijke rol.

4.14 Veruit de meeste Nederlandse deskundigen vinden dat informatiekunde, omwille van de samenhang tussen de verschillende componenten van het leergebied, het beste als een apart vak kan worden ingevoerd. Ook in het buitenland wordt soms gepleit voor een integrale benadering van het leergebied, en dus tegen integratie hiervan in het bestaande (gecompartmentaliseerde) curriculum. Die "integratie" zou namelijk leiden tot een verkaveling in strikt geïsoleerde componenten.

(6) Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen, *Beleidskader voor activiteiten 1985-1986*; Staatsdrukkerij, Den Haag, 1985.

De afwijzing van integratie hangt voorts samen met de vrees dat informatiekunde aan het wiskunde-onderwijs zou worden gekoppeld.

De AOI heeft in haar tweede adviesrapport voorgesteld informatiekunde als apart vak in te voeren in de eerste fase van het VO (en daartoe tenminste twee jaaruren op de basistabel op te voeren). Haar voornaamste argument hiervoor is dat integratie van informatiekunde in de bestaande schoolvakken tot een desintegratie van het leergebied zou leiden.

In een verslag van door inspecteurs afgelegde schoolbezoeken in het kader van het 100-scholen project (november 1984), wordt voorgesteld voor een beperkte periode informatiekunde als apart vak op de minimumtabel voor het eerste, tweede en/of derde leerjaar VO op te voeren. Verder wordt aanbevolen ontwikkelingen in de richting van integratie van informatiekunde in andere vakken te stimuleren en - voor een deel daarmee samenhangend - ontwikkelingen op het vlak van COO te entameren en te stimuleren.

In haar advies aan de Minister van Onderwijs en Wetenschappen adviseert de SLO om in de tweede tranche van het experiment informatiekunde (augustus 1985 tot 1988) dit vak als apart vak in de eerste fase van het VO te geven aan alle leerlingen van alle schoolsoorten. Daarnaast dienen in deze periode de deelnemende scholen ernaar te streven zoveel mogelijk informatiekunde in andere leergebieden te integreren. Tevens moet nader onderzocht worden hoe en in hoeverre integratie van informatiekunde in andere leergebieden mogelijk is.

De argumenten voor deze benadering zijn van inhoudelijke aard (samenhang van verschillende inhoudscomponenten van het leergebied), van organisatorische aard (integratie van informatiekunde in diverse leergebieden vergt veel overleg), en van innovatiestrategische aard (het is eenvoudiger een apart vak in te voeren dan het vak te integreren in andere leergebieden). Deze argumentatie sluit aan bij de overwegingen die de AOI heeft gebruikt voor de door haar aanbevolen strategie terzake van de invoering van computers in het onderwijs (zie 5.1).

4.15 In maart 1985 heeft het Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen een beleidskader gepubliceerd waarin de volgende elementen zijn opgenomen:

- a. Informatiekunde wordt gegeven in het eerste en/of tweede leerjaar van het voortgezet onderwijs.
- b. Informatiekunde wordt en in elk geval voorlopig aangeboden als apart vak.
- c. Informatiekunde als apart vak neemt minimaal twintig en maximaal veertig uren in beslag.
- d. Bij informatiekunde wordt aandacht gegeven aan de aspecten informatieleer, computerkunde, toepassingen van informatietechnologie en maatschappelijke gevolgen van informatietechnologie.

Er wordt opgemerkt dat voor het geven van informatiekunde nog geen aparte bevoegdheidsregeling wordt voorgesteld. Gezien de mogelijkheid dat in de (nabije) toekomst informatiekunde meer geïntegreerd in het programma zou kunnen worden opgenomen, terwijl mogelijk ook een aantal onderwijsdoelen van informatiekunde reeds in het basisonderwijs zou worden bereikt, wordt er namelijk voor gekozen alle ruimte te laten voor toekomstige ontwikkelingen op dit punt.

4.16 In de naaste toekomst is de invoering van informatiekunde als apart vak in de eerste fase VO de beste keuze. De inhoudelijke invulling zal zich moeten concentreren op de elementen die zijn genoemd in 4.10. In de iets verdere toekomst zal het computergebruik toenemen in andere vakken en in het basisonderwijs - ook in het kader van COO. Dan zal de behoefte afnemen om een aantal elementen van informatiekunde als afzonderlijk onderdeel te blijven behandelen. Via COO en het werken met toepassingen uit de informatietechnologie kunnen immers de leerlingen zich in het basisonderwijs een functioneel beeld vormen van de mogelijkheden en

beperkingen van computers en kunnen zij ervaring opdoen in het benutten daarvan. In de hoogste klassen van het basisonderwijs en de eerste fase van het voortgezet onderwijs kan vervolgens in de afzonderlijke vakken meer aandacht worden besteed aan het evalueren van de bruikbaarheid en de wenselijkheid van de informatietechnologie. Dit geldt in het bijzonder voor de genoemde algemene doelstellingen: probleemanalyse en algoritmiseren en leren omgaan met informatie. Indien in de toekomst COO en toepassingen van de informatietechnologie een wezenlijk onderdeel gaan vormen van het basisonderwijs en het voortgezet onderwijs, heeft informatiekunde niet meer als apart vak te worden gegeven.

5. INTRODUCTIE VAN COMPUTERS IN HET ONDERWIJS

Strategieën (1)

5.1 Bij het kiezen van een strategie voor de invoering van computers in het onderwijs moet men rekening houden met de volgende overwegingen :

- a- Het gebruik van de computer in de school en de klas kan slechts geleidelijk aan geavanceerder worden.
Deze overweging houdt verband met de bereidheid van leerkrachten om dit nieuwe medium te accepteren, met hun vertrouwdheid met dit nieuwe medium en met de tijd die nodig is om voldoende programmatuur te kunnen maken of verwerven.
- b- De invoering moet organisatorisch uitvoerbaar zijn.
Deze overweging houdt verband met de financiën die gemoeid zijn met de aanschaf van voldoende apparatuur en met de tijd die nodig is om leerkrachten op te leiden en te herscholen.
- c- De invoering moet in principe aan alle leerlingen gelijke kansen bieden.
Deze overweging houdt verband met de toegankelijkheid en beschikbaarheid van dit medium voor alle scholen en leerlingen: er mogen geen scholen bevoorrecht worden.

5.2 In haar eerste rapport, 'Leren over informatietechnologie : een noodzaak voor iedereen', heeft de Adviescommissie voor Onderwijs en Informatietechnologie de volgende strategie aanbevolen (1982):

Op de korte termijn (binnen de vijf jaar) : invoeren van het leren over de computer en van het gebruik van de computer als werktuig voor de schoolorganisatie.

Op de middellange termijn: invoeren van het leren met behulp van de computer.

Op de lange termijn: invoeren van het leren door middel van de computer.

Omdat er een glijdende overgang bestaat tussen leren met behulp van de computer en leren door middel van de computer, is het duidelijker bij het kiezen van een invoeringsstrategie onderscheid te maken tussen de in 2.19 genoemde gebruiksvormen op micro-, meso- en macroniveau. Als algemene invoeringstrategie geldt dan - nadat het leren over de computer is ingevoerd - een benadering van macro-niveau via meso-niveau naar micro-niveau.

Gevolgen (2)

5.3 Het invoeren van computers is van grote invloed op de organisatie/ vormgeving van onderwijs (onderwijsleerproces en management binnen klas en school). Zo kunnen computers praktische ondersteuning bieden en het bindende element vormen bij het uitvoeren van projecten. Hierdoor kan een veelheid van voor het onderwijs belangrijke aspecten geïntegreerd worden.

Voorzover de computer daarbij gebruikt wordt op macro- en meso-niveau, is te verwachten dat de betreffende veranderingen ingepast zullen

(1) Adviescommissie voor Onderwijs en Informatietechnologie, *Leren over informatietechnologie: een noodzaak voor iedereen*; Staatsuitgeverij, Den Haag, 1982.

(2) Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen, *Informatie-stimuleringsplan*; Staatsuitgeverij, Den Haag, 1984.

J. Moonen, *COO: een onderwijskundige psychiater?* Nederlands Tijdschrift voor opvoeding, vorming en onderwijs. Te verschijnen, 1986.

D. Hawkrige, *New Information Technology in Education*; Croom Helm, London, 1983.

kunnen worden binnen de bestaande onderwijsstructuren.

In contrast hiermee zal het gebruik van de computer op micro-niveau van zeer grote invloed zijn op de traditionele structuur van het onderwijs. In die context komen vragen aan de orde als:

- de relatie tussen het leren op school en het niet-schoolse leren;
- de invloed van een sterk doorgevoerde individualisering van het onderwijs op het leren door de leerling en het rolpatroon van de leerkracht;
- de invloed van een sterk doorgevoerde differentiatie op het management van klas en school (toetsing, bevordering, samenstelling van klassen, taken van leerkrachten en rechtspositionele aspecten), en op de infra-structuur binnen school en onderwijs (klaslokalen, lestijden, vakantieperioden, curricula).

5.4 Het leren over de computer, in het bijzonder het ervaren van de computer en zijn mogelijkheden, heeft de hoogste prioriteit. Omdat het om praktische redenen (financiën, organisatie, (na)scholing, beschikbaarheid programmatuur) niet haalbaar is hiermee op grote schaal te beginnen in het basisonderwijs, wordt nu gestart in de eerste fase van het voortgezet onderwijs. Zodra de praktische belemmeringen voor een invoering in het basisonderwijs verdwijnen, verschuift de ervaringsfase naar dit type onderwijs.

Tevens wordt de uitvoeringsvorm aangepast aan de mogelijkheden van de kinderen. Het ervaren van de mogelijkheden van de computer zal dan vooral gebeuren door het gebruik van computer-ondersteund onderwijs. De uitvoeringsvorm van burgerinformatica/informatiekunde in de eerste fase van het voortgezet onderwijs zal zich moeten aanpassen aan deze nieuwe situatie, zowel vanwege de ervaringen die leerlingen hebben opgedaan in het basisonderwijs als vanwege de verregaande integratie van computergebruik in de andere vakken van het voortgezet onderwijs.

De invoering nu van burgerinformatica/informatiekunde in de eerste fase van het voortgezet onderwijs (12- tot 16-jarigen) gebeurt dus om praktische redenen: namelijk om te bereiken dat alle leerlingen in de leerplichtige leeftijd op korte termijn de gelegenheid krijgen kennis te maken met computers en hun mogelijkheden.

5.5 De introductie van computers op macro-, meso- en microniveau (leeromgeving en leermiddel), is een volgende stap. Bij het gebruik als leermiddel en -omgeving zal men de computer eerst inzetten om traditionele aspecten van het curriculum (bv. oefenen, reteaching en toetsen - vooral in het kader van rekenen en moedertaal - bevordering van creativiteit en onderlinge sociale contacten) efficiënter te laten verlopen. Vervolgens zal men computers inschakelen ter verrijking van het traditionele curriculum (bv. als elektronisch schoolbord, als simulator, als toegang tot informatiebestanden en als communicatiemedium, ten behoeve van het gebruik van toepassingspakketten (tekstverwerkers) en bij probleemoplossen).

Tegelijkertijd zullen aspecten die verband houden met het schoolmanagement (roosters, schooldekanen, administratie (absenteïsme, betalingen, leerlingenaantallen enz.) geautomatiseerd worden. Daarna kan een koppeling volgen tussen een geautomatiseerde schoolmanagementsysteem, een geautomatiseerd test- en diagnosesysteem, de studiebegeleiding en de beroepsadvisering. Tenslotte kan de intelligentie van de gebruikte geautomatiseerde systemen worden opgevoerd door ze uit te breiden met beslissingsondersteunende programmatuur.

5.6 De invoering van de computer als docent zal met grotere (organisatorische) moeilijkheden gepaard gaan. Men zal de computer gebruiken om het traditionele curriculum aan te passen en uit te breiden en daardoor zal de invloed van de computer op de leerinhouden, de organisatie van het onderwijsleerproces en de klas- en schoolorganisatie groter worden. Leerpsychologische en kennistechnologische overwegingen leiden tot de

conclusie dat men op dit moment geen te hoge verwachtingen mag hebben van zowel het vaststellen als het geautomatiseerd begeleiden van individuele leerprocessen. Gebruik van COO op micro-niveau zal zich dan ook voorerst via het gebruik van leeromgevingen en van de computer als leermiddel ontwikkelen.

5.7 Bij het speuren naar de oorzaken van de verbetering die het gebruik van COO in het onderwijs tot stand brengt, komt men tot de conclusie dat het niet de computer is die dergelijke effecten veroorzaakt, doch de betere organisatie van het onderwijsleerproces die door het gebruik van computers wordt vereist. Dit is reeds zo gesteld in 1.9.

Dergelijke verbeteringen zijn merendeels in experimentele omstandigheden geconstateerd. Uiteindelijk moet COO echter in niet-experimentele situaties gebruikt worden. Ook dan zal gebruik van COO een betere organisatie van het onderwijsleerproces tot stand moeten brengen. Om dat te bewerkstelligen is er behoefte aan COO-programma's die:

- hetzij door hun interne organisatie, hetzij door het motiverende element, het leren van de leerling bevorderen;
- geen bedreiging vormen voor het functioneren van de leerkracht, maar hem integendeel helpen bij het uitvoeren van zijn taak;
- tot waarneembare produktiviteitsverbetering leiden;
- binnen een redelijke termijn en tegen redelijke prijzen beschikbaar zijn en functioneren op beschikbare hardware.

Het succes van de invoering van COO zal bepaald worden door de mate waarin COO de produktiviteit van het onderwijs zal verhogen en door brede lagen van leerkrachten zal worden geaccepteerd. Bij de keuze van een invoeringsstrategie voor COO moet men daarom in eerste instantie kiezen voor die vormen die aan bovengenoemde aspecten tegemoetkomen. Dit betekent nadruk op oefen- en reteaching programma's, gebruik van open-ended software en software voor beheer en evaluatie. Dit soort programma's bieden de beste kansen op vergrote effectiviteit en efficiëntie en geven de leerkrachten tevens de gelegenheid hun autonomie in hoge mate te handhaven.

Om het effect van COO te vergroten zal men vervolgens het gebruik van de programmatuur zoveel mogelijk moeten concentreren, hetzij op bepaalde leerstofonderdelen, hetzij op bepaalde toepassingsvormen.

Implementatie (3)

5.8 De computer zal in opeenvolgende fasen in het onderwijs worden geïntroduceerd. Elke school en elke leerkracht zal een eigen leercyclus moeten doorlopen. Daarbij is meestal sprake van een ontwikkeling in vier opeenvolgende fasen. Overslaan van één van de fasen maakt het bereiken van de volgende quasi onmogelijk. De fasen kunnen als volgt worden gekarakteriseerd:

1. men wil kost wat kost 'meedoen';
2. na de beslissing om mee te doen ontstaat 'de grote verwarring';
3. uiteindelijk worden relevante zaken op een rij gezet;
4. men streeft doelbewust naar integratie van computers in het curriculum.

Om deze fasen te beschrijven zijn vijf aspecten van belang :

- a. de apparatuur;
- b. de programmatuur;
- c. de opleiding van de leerkrachten;
- d. relatie COO - burgerinformatica/informatiekunde;
- e. houding ten opzichte van computers.

(3) S. Cory, "A 4-stage model of development for full implementation of computers for instruction in a school system"; in: *The Computing Teacher*, november 1983, vol. 11, number 4, 11-16.

J.J. Beishuizen, F.M.T. Brazier, A.A.J. Mannaerts. "De invoering van computerondersteund onderwijs"; in: Van Hees, Schoenmaker, Vonk (red.), *Onderwijs en computer*, Samson, 1985.

5.9 Een aantal scholen (vooral basisscholen) bevindt zich nog in fase nul, dit wil zeggen dat ze nog geen computers hebben aangeschaft en die aanschaf ook (nog) niet overwegen. De meeste scholen bevinden zich echter in fase één, dit wil zeggen dat ze besloten hebben om 'mee te doen'. De aanschaf van computers staat in het middelpunt van de belangstelling. De vraagstelling concentreert zich eerder op het computermerk en het aantal computers dat moet worden aangeschaft dan op de vraag wat men met die computers wil gaan doen. Enkele leerkrachten nemen het voortouw. Er wordt - ook al omdat het geld vooral besteed wordt aan apparatuur - weinig programmatuur aangeschaft. De software die aanwezig is, wordt zelf geschreven of wordt verkregen via het public domain en het kopieer-circuit. In beide gevallen laat de kwaliteit meestal te wensen over. Omdat het initiatief uitgaat van enkele enthousiaste leerkrachten is er weinig aandacht voor de opleiding van de andere leerkrachten. De kennis van de enthousiaste groep is vooral gericht op de hardware. Er is geen duidelijk onderscheid tussen gebruik van de computer voor COO en voor burgerinformatica/informatiekunde. Het voornaamste doel is de leerlingen hoe dan ook vertrouwd maken met de computer. Het kenmerk van deze fase is een tweeslachtige houding van de leerkrachten ten opzichte van computers. Aan ene kant nieuwsgierigheid en belangstelling, aan de andere kant onzekerheid, angst en wantrouwen. De opvatting groeit dat computers wel aardig zijn voor spelletjes, maar dat de computer als leermiddel net zo'n kortdurende rage is als het talenpracticum.

5.10 Vele scholen (vooral in het voortgezet onderwijs) bevinden zich nu in de fase van de grote verwarring. Nadat de school onder andere uit concurrentie overwegingen computers heeft aangeschaft, begint de schoolleiding zich - in het ongunstige geval - af te vragen of het nut van computers voor het onderwijs niet schromelijk overdreven is. In het gunstige geval begint men zich te realiseren hoeveel geld en andere maatregelen nodig zijn om integratie van computers in het curriculum te bewerkstelligen. Nog steeds wordt het meeste geld uitgegeven aan de aanschaf van computers - men wil nu een volledig computerlokaal inrichten. Men onderzoekt echter wel veel gericht welk merk daarvoor het meest geschikt is en betreft daarbij de voor dat merk beschikbare programmatuur. Omdat het aanbod van educatieve programmatuur in Nederland beperkt is en omdat men daarvoor niet veel geld beschikbaar heeft, blijft ook de aankoop van programmatuur beperkt. Het besef dringt door dat opleiding van leerkrachten essentieel is. Het aanbod van cursussen stijgt weliswaar, doch de wachtlijsten voor die cursussen groeien nog sneller. Het gevolg is dat sommige leerkrachten op korte termijn veel kennis vergaren en anderen ver achterblijven. Toepassingen van COO en burgerinformatica/informatiekunde beginnen zich duidelijker te profileren. Men begint te beseffen dat men met het gebruik van een bepaald programma een bepaald doel moet dienen. Leerkrachten die een computeropleiding gevolgd hebben, beseffen dat zij 'voor liggen' op de anderen en buiten die voorsprong uit. De anderen worden er nerveus van.

5.11 In de derde fase probeert men de zaken eens goed op een rij te zetten en onderling op elkaar af te stemmen. Men weet nu welk soort hardware de school wil aanschaffen, men beseft het belang van randapparatuur en de noodzaak om te kunnen beschikken over een lokaal netwerk. De prioriteit bij de besteding van de middelen verschuift van hardware naar software. Men hecht veel aandacht aan de opleiding van leerkrachten en de kwaliteitsbeoordeling van educatieve software. Per school wordt een coördinator aangewezen, die verantwoordelijk is voor het gehele computergebeuren. Er ontstaat duidelijkheid omtrent de mogelijkheden van computergebruik voor COO en burgerinformatica/informatiekunde. Er wordt een begin gemaakt met een integratie van deze benaderingen. Ook wordt de computer gebruikt bij elementen van computer-beheerd onderwijs. Men maakt een aanvang met het integreren van het geautomati-

seerd schoolmanagementsysteem en het gebruik van de computer bij het onderwijsleerproces. Sommige leerkrachten zien de computer als een panacee voor alle onderwijskwalen. Als gevolg daarvan stijgt de weerstand bij anderen. Daarentegen stijgt de belangstelling voor wat computers op onderwijsgebied kunnen betekenen en groeit het besef voor de eigen blijvende rol van leerkrachten in de nieuwe context.

5.12 De (voorlopig) laatste fase wordt gekenmerkt door voortdurende groei, verandering en verbetering. Men weet welke hardware voorzieningen men in de school nodig heeft, in technisch opzicht is deze hardware beschikbaar en het prijspeil ervan is acceptabel. Verschillende soorten hardware wordt aangeschaft, toegespitst op specifieke gebruiksvormen. Men is zich bewust van de kwaliteit van de software die wordt aangeschaft en deze software houdt in hoge mate verband met het schoolwerkplan en de tekstboeken die worden gebruikt. Het nascholingsproces van de leerkrachten is voltooid en nieuwe leerkrachten hebben kennis gemaakt met de mogelijkheden van computers tijdens de initiële opleiding. Er zijn bijscholingscursussen beschikbaar om leerkrachten op de hoogte te houden van de nieuwste ontwikkelingen. Deze cursussen zijn toegespitst op gebruik van computers in de verschillende leervakken. Leerkrachten hebben een goed inzicht in van de mogelijkheden en beperkingen van computers. Een nieuwe fase treedt aan doordat computers steeds meer intelligente denkprocessen kunnen nabootsen.

Computerlokaal (4)

5.13 Een zeer concreet element bij het doorlopen van de bovengenoemde fasen, is het fysiek onderbrengen van computers binnen de school. Ten behoeve van het leren over de computer gaan de scholen aparte computerlokalen inrichten. Men streeft daarbij in het voortgezet onderwijs naar lokalen met 16 computers (1 computer per 2 leerlingen). Grotere scholen hebben wellicht behoefte aan 2 computerlokalen (1 voor de eerste fase en 1 voor de tweede fase VO). In dit laatste geval kan men de aard van de apparatuur beter toespitsen op de doelstelling van het gebruik.

Omdat in het basisonderwijs gebruik van de computer minder intensief zal zijn dan in het voortgezet onderwijs, kan men daar volstaan met 1 à 2 computers per klas. Als men deze computers op verrijdbare tafels plaatst, kan men desgewenst toch een volledige computerklas vormen.

Deze keuze voor één computer per 2 leerlingen is niet enkel financieel bepaald: het leren per twee bevordert de onderlinge communicatie tussen de leerlingen, hun sociale vaardigheden en hun taalvaardigheid. Men zal vooral in het basisonderwijs dit gezamenlijk gebruik van computers door leerlingen moeten stimuleren. Het is bekend dat het leren door kinderen via andere kinderen een essentieel element vormt van vele onderwijsvernieuwingsgedachten ('peer'-onderwijs). De computer kan bijdragen om deze ideeën praktisch te realiseren. Naarmate het computergebruik meer opschuift van burgerinformatica/informatiekunde naar integratie in de leervakken, zal het computerlokaal ook gebruikt worden voor het uitvoeren van toetsen via de computer, remediërend onderwijs, tekstverwerking, het exploreren van probleemstellingen via het gebruik van programmeeromgevingen enz. Daarnaast zal de behoefte ontstaan om per klas- en per praktikumlokaal, ten behoeve van demonstratiedoeleinden, on-line information retrieval enz., te beschikken over een meer geavanceerd computersysteem, inclusief een grote kleurenmonitor en een aan het systeem gekoppelde beeldplaten-speler. De monitor moet daarbij zowel computeruitvoer, video-uitvoer als overlappende videobeelden, computertekst en computergrafieken kunnen presenteren.

(4) Stichting voor de Leerplanontwikkeling. *Burgerinformatica een tussenstation*; SLO, Enschede, 1985.
A. Cartigny, A. Vriens, W. van Zundert. *Inrichting van een computerlokaal in een school voor voortgezet onderwijs*; OMO, Computerbulletin, nummer 4, juni 1984.

Deze computers, de computers die gebruikt worden voor het schoolmanagement en de computers in het computerlokaal zullen onderling via een lokaal netwerk worden gekoppeld, waarin ook printers en een file-server zijn opgenomen.

Toekomstverwachtingen

5.14 Het gebruik van de computer bij individualisering en differentiatie impliceert dat er naast de inhoudelijke programma's die dit gebruik moeten ondersteunen, ook programmatuur beschikbaar moet komen, om deze processen te beheren en te optimaliseren. Dit kan gebeuren door gebruik te maken van adaptieve testmethodes, waarbij het toetsproces geïntegreerd wordt in het onderwijsleerproces. Een verdere optimalisering treedt in als dergelijke procedures worden aangevuld met het gebruik van beslissingsondersteunende programmatuur.

Een dergelijke benadering impliceert dat de leerlingen verschillende leerwegen en tijdspaden volgen. Er zullen grote problemen ontstaan omdat de school hiervoor moet beschikken over grote aantallen computers en daaraan aangepaste lokalen, hetgeen zich vertaalt in grote financiële inspanningen. Daarnaast ontstaan ook grote organisatorische moeilijkheden. Het ver doorvoeren van individualisering en differentiatie doorbreekt immers het traditionele patroon van vaste jaarklassen en lesroosters.

De bijbehorende problematiek is zo complex dat vooraf zorgvuldig geplande meerjarige proefprojecten nodig zullen zijn vooraleer een grootschalige aanpak verantwoord kan worden.

5.15 Algemeen heerst ontevredenheid over de kwaliteit van het onderwijs. Er wordt op allerlei manieren gereageerd op de afgenomen schoolprestaties: ouders zijn actiever geworden, nieuwe particuliere scholen worden opgericht en sommigen denken er zelfs over om gedeelten van de schoolopleiding naar huis te verplaatsen. Dit laatste kan een aanvulling zijn op het traditionele onderwijs, maar het kan ook een regelrechte bedreiging vormen voor de leerplicht.

De beschikbaarheid van COO-programma's, zeker als ze gekoppeld zijn aan intelligente tutoring-systemen, bevordert de mogelijkheid van het leren ook buiten de schooltijd. De koppeling van huiscomputers met schoolcomputers en van huiscomputers met databestanden en met andere huiscomputers, de mogelijkheden tot onderlinge communicatie via computers enz., vergroten allen de mogelijkheden tot leren buiten de typische schoolsituatie.

In 5.6 is gesteld dat deze ontwikkelingen nog wel even op zich zullen laten wachten. Voor de iets verdere toekomst kan echter het volgende patroon en tevens een nieuwe fase als vervolg op het in 5.8 geschetst vierfasen model ontstaan:

1. het samen werken aan de computer op school, bevordert dat leerlingen meer van leerlingen leren;
2. die onderlinge communicatie en samenwerking wordt thuis via de respectievelijke huiscomputers verder gezet;
3. leren thuis wordt ondersteund door de beschikbaarheid van interactieve COO-programma's (met intelligente tutoring en creatieve leeromgevingen) en mogelijkheden tot raadplegen van geautomatiseerde informatiebestanden; dit is ook voor volwassenen van belang in verband met de noodzaak van permanente educatie;
4. omdat kinderen veel sneller nieuwe technieken absorberen dan ouderen, ontstaat er een gezamenlijk leerpatroon waarbij ouders kinderen helpen bij inhoudelijke aspecten en kinderen ouders helpen bij nieuwe technologische aspecten;
5. ouders leggen contact met andere ouders om zich beter voor te bereiden op de confrontatie met hun eigen kinderen en met de school om meer invloed te krijgen op wat de kinderen leren.

Er ontstaat een proces waarbij de school het alleenrecht tot het geven van onderwijs verliest en particuliere instellingen zich meer en meer op de 'school'markt gaan bewegen. Daarbij wordt het leren thuis en de inbreng van de ouders veel belangrijker.

5.16 Met de invoering van de computer in het onderwijs wordt het oude relatie patroon tussen leerkracht en leerling vervangen door een patroon gebaseerd op een relatie tussen leerkracht, leerling en computer. Er is dan ook behoefte aan een nieuwe didactiek waarin die drie componenten - leerkracht, leerling en computer - de voor hen karakteristieke elementen kunnen inbrengen om het onderwijs succesvol te maken:

- enthousiasme bij de leerkracht;
- leeromgevingen waarin de leerlingen in hoge mate via zelfactiviteiten kunnen leren, dit wil zeggen dat via projecten een multidisciplinaire ervaring kan worden opgedaan en dat via geïndividualiseerd en gedifferentieerd onderwijs met specifieke wensen en tekortkomingen van leerlingen rekening kan worden gehouden;
- automatisering van daartoe geëigende aspecten via de computer.

6. HET TE VOEREN BELEID

Uitgangspunten (1)

6.1 Een grootschalige invoering van computers in het onderwijs betekent een innovatie van ongekenne omvang. Alle vakken en alle leerkrachten worden daar in principe bij betrokken. Als het draagvlak voor deze innovatie bij leerkrachten onvoldoende aanwezig is, is zij bij voorbaat mislukt.

Noodzakelijke randvoorwaarden zijn dat leerkrachten een goed inzicht krijgen in de mogelijkheden en beperkingen van computers in het onderwijs en hun eigen (blijvende) rol daarbij. Zij moeten de overtuiging kunnen verwerven dat het onderwijs in zijn totaliteit (leerlingen en leerkrachten) gebaat is bij deze innovatie. Ook moet duidelijk zijn dat de voorgestelde innovatie - althans na een extra inspanning in de beginperiode - niet opnieuw tot een taakverzwaring voor de leerkracht leidt in combinatie met een verdergaande inkrimping van verworven rechten.

6.2 Centralistische structuren zijn aan het verschrompelen. Er is grote behoefte aan duidelijke informatiestromen waardoor een meer individuele benadering van de informatiebehoefte gerealiseerd kan worden. Ook wenst men regionale benaderingen, waarin eenieder gemakkelijker zijn eigen betrokkenheid kan manifesteren en waarmaken, maar die tevens gekoppeld zijn aan (wereldwijde) communicatiefaciliteiten met anderen. Invoering van computers in het onderwijs - als onderdeel van het creëren van een informatiemaatschappij - moet bij deze trend aansluiten. Aan het onderwijs moet ondersteuning en begeleiding geboden worden via geregionaliseerde structuren, die via telecommunicatie onderling en met regionaal, nationaal en internationaal opgebouwde databestanden verbonden zijn.

6.3 Nu reeds dient zich het probleem aan dat degene die geïnformeerd is, de daaruit voortvloeiende macht kan gebruiken. Ook in de politiek begint men zich zorgen te maken over de invloed hiervan op het democratisch bestel.

De toegang tot informatie en het gebruik van databestanden moet dan ook voor iedereen mogelijk zijn. Vooreerst moeten de opleidingen daarop inspelen. Tevens moet de overheid ervoor zorgen dat bereikbaarheid van informatie, onder andere via de media, bibliotheken en databestanden optimaal is. Vooral deze laatste moeten gebruikersvriendelijk zijn en de communicatie- en gebruikskosten moeten voor iedereen betaalbaar zijn.

6.4 Naast de bovengenoemde randvoorwaarden is aandacht nodig voor de praktische uitvoerbaarheid van de innovatie: voldoende apparatuur, voldoende en kwalitatief acceptabele programmatuur en courseware, voldoende mogelijkheden om leerkrachten de noodzakelijke kennis bij te brengen en voldoende ruimte in de school- en klasorganisatie om de innovatie uit te kunnen voeren, zijn daartoe vereist. Dit alles levert problemen op van zulke omvang dat de oplossing ervan over een groot aantal jaren moet worden gespreid.

(1) Europese Commissie. *Education and the new information technologies*; EEG, Brussel, 1983.

Organisation for economic co-operation and development, Centre for Educational Research and Innovation, *The introduction of the new information technologies in education: policy trends and developments in member states*; CER/NT/84.02. Ceri, Parijs, 1984.

6.5 Omdat een dergelijke innovatie enkel via een meerjarenprogramma is uit te voeren, is er behoefte aan een duidelijk en standvastig beleid. Bijna alle westerse landen hebben in dit kader maatregelen genomen of aangekondigd. Zelfs internationale organisaties (EEG, OECD, Raad van Europa, UNESCO) hebben initiatieven genomen op dit gebied. Ook in Nederland heeft de overheid een beleid ontwikkeld.

6.6 Er blijkt in een aantal landen veel belangstelling te bestaan voor het zo vroeg mogelijk invoeren van computers in het onderwijs, zelfs vanaf 3-jarige leeftijd. De activiteiten met computers voor die leeftijdsgroepen hebben betrekking op zeer elementair programmeren via BASIC of LOGO, gebruik van software ter ondersteuning van het verwerven van bepaalde vaardigheden, zoals letterherkenning, cijferherkenning en correspondentie, gebruik van software als hulp bij het tekenen en het kleuren, enz.

Niet enkel vanwege de teleurstellende software, maar ook - en vooral - omdat men in het kleuteronderwijs juist weg wil van de imaginaire wereld waarin de kinderen leven en men hen wil begeleiden op weg naar de werkelijkheid, benadrukken anderen dat al deze activiteiten beslist ook via een directe manipulatie van de dingen zelf kunnen gebeuren. Het gebruik van de computer is eigenlijk een bevestiging van de magie waarin de kleuters leven en betekent, in die zin, een stap terug.

De vraag of men reeds op de kleuterschool computers moet introduceren, heeft dan ook - net zoals bij andere schoolsectoren - twee componenten: waarom en hoe. Belangrijk is de volgorde waarin deze vragen beantwoord worden. Het enige interessante aspect tot nu is dat via de computer mogelijkheden worden geboden om aan de grote verschillen in intellectuele ontwikkeling van kinderen op die leeftijd beter tegemoet te kunnen komen. Dit mag dan enkel gebeuren nadat vergelijkbare activiteiten via directe manipulatie van de dingen zelf zijn uitgevoerd.

Beleid in Nederland (2)

6.7 Het overheidsbeleid in Nederland met betrekking tot onderwijs en informatietechnologie is gestart in 1981. Hieraan voorafgaand kende Nederland al een aanzienlijk aantal projecten op het gebied van onderwijs en computers : de activiteiten van het Onderwijscomputer Centrum van de Universiteit van Utrecht, de SVO-projecten 'Leren met computers' aan de universiteiten van Amsterdam en Leiden, projecten aan diverse andere universiteiten.

- 6.8 Het beleid in Nederland is beïnvloed door een aantal rapporten:
- a. Het rapport 'Maatschappelijke gevolgen van de micro-electronica', uitgebracht door de adviesgroep Micro-electronica (1980).
 - b. Het rapport 'Over informatica-onderwijs: een verkenning', door de Verkenningcommissie Informatica opleidingen in Nederland, uitgebracht in 1981.
 - c. De 'Studie naar buitenlandse ontwikkelingen op gebied van onderwijs en informatietechnologie' uitgebracht eind 1982 in opdracht van het toenmalige ministerie van Wetenschapsbeleid.
 - d. De rapporten van de Adviescommissie voor Onderwijs en Informatietechnologie (AOI): 'Leren over informatietechnologie: een noodzaak voor iedereen' (1982), 'Informatieleer en computerkunde: over de inhoud van en apparatuur voor burgerinformatica' (1984), 'Informatie-

(2) Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen, *Onderwijs en Informatietechnologie*; Staatsuitgeverij, Den Haag, 1982.

Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen, *Informaticastimuleringsplan*; Staatsuitgeverij, Den Haag, 1984.

Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen, *Onderwijs en Informatietechnologie: Beknopt overzicht van een beleidsontwikkelings en -voorbereidingsproces*; Zoetermeer, 1985.

technologie in het MBO' (1984), 'Informatietechnologie in het Speciaal Onderwijs en de Zorgverbreding' (1985).

Daarnaast hebben de oprichting en activiteiten van het Centrum voor Onderwijs en Informatietechnologie (COI) en van de Coördinatiegroep voor Onderwijs en Informatietechnologie (COOI) bijgedragen aan het formuleren van een beleid in Nederland.

6.9 Het beleid zelf is geformuleerd in de Beleidsnota 'Onderwijs en Informatietechnologie' die verscheen in september 1982. Het is verder uitgewerkt in de 'Onderwijsbijlage' van het 'Informaticastimuleringsplan' (INSP) dat in concept verscheen in januari 1984 en werd vastgesteld in juni 1984.

6.10 Het INSP concentreert zich op vijf clusters van maatregelen:

- I – Het opzetten van een nationale en regionale infrastructuur voor de ontwikkeling en distributie van educatieve software.
- II – Het opzetten van projecten per onderwijssector. Per sector zijn duidelijke beleidsprioriteiten gesteld.
- III – Maatregelen in het kader van de nascholing van leerkrachten, de voorlichting en de opzet van regionale centra.
- IV – Maatregelen in het kader van de initiële opleidingen voor leerkrachten.
- V – Maatregelen in het kader van het onderwijsonderzoek.

De prioriteiten zijn gelegd bij de nascholing van de leerkrachten, projecten in het beroepsonderwijs en het opzetten van een nationale infrastructuur ten behoeve van programmatuurontwikkeling en -distributie.

Kenmerkend voor het plan zijn:

- de globale aanpak (voor alle onderwijssectoren, voor alle toepassingsvormen van computers in het onderwijs, expliciete relatie met economische bedrijvigheid);
- de duidelijke operationalisatie van de te bereiken doelstellingen, resulterend in expliciete beleidskeuzen ten aanzien van die doelstellingen;
- de gecoördineerde aanpak via een projectmatige benadering binnen het Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen en via een projectmanagement.

6.11 De beleidsuitvoering gebeurt door de Projectstaf Onderwijs en Informatietechnologie (PSOI), ondersteund door de Departementale Projectgroep Onderwijs en Informatietechnologie (DPOI). Beide groepen maken deel uit van het Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen. Het projectmanagement (maken van actieplannen, advisering, begeleiding, evaluatie) gebeurt door het COI, althans voor wat betreft cluster I en de projecten in basis-, speciaal en voortgezet onderwijs. Daartoe zijn bij het COI projectmanagementteams aangesteld. Andere managementteams buiten het COI zijn aangewezen voor de sector van het beroepsonderwijs, de (na)scholing en het onderwijsonderzoek.

Basisonderwijs (3)

6.12 Als strategie voor het basisonderwijs (inclusief het speciaal onderwijs voor moeilijk lerende kinderen en kinderen met leer- en opvoedingsmoeilijkheden) geeft het INSP het volgende aan :

- Geen grootschalige invoering van computers in het basisonderwijs op korte termijn: een geleidelijke uitbouw van het aantal projecten, gebaseerd op bestaande en verder te ontwikkelen expertise.

(3) Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen, *Beleidskader 1985/86 voor informatietechnologie in het basis- en (voortgezet)speciaal onderwijs*; te publiceren via de Staatsuitgeverij, Den Haag.

- Bij voldoende positieve resultaten zal computer-ondersteund onderwijs (COO), naast toepassing in specifieke situaties (onderwijsvoorrankingsbeleid en zorgverbredingsbeleid) ook in algemene zin worden ingezet ter verbetering van de verdere individualisering, differentiëring en efficiëntie van het onderwijs.

6.13 Er wordt een dieptestrategie uitgevoerd met als doel na afloop van een aantal projecten waarbij geavanceerde apparatuur (Apple Macintosh) wordt gebruikt, op basis van onderzoek een gefundeerd antwoord te kunnen geven op de kernvraag: "Is het verantwoord om COO in het basisonderwijs op brede schaal in te voeren, en zo ja, op welke wijze kan dat het best gebeuren?". Daarbij zal de integratie van nieuwe toepassingen in het schoolwerkplan voorop staan.

6.14 In het actieplan voor deze sector is sprake van basisprojecten die, gebruik makend van meer fundamenteel onderzoek, prototypische oplossingen nastreven, en van toepassingsprojecten waarin, naast de ontwikkeling daarvan, de evaluatie in de context van de dagelijkse schoolpraktijk en de verspreidbaarheid centraal staat. Verspreiding is, gegeven de gekozen dieptestrategie, hier alleen indirect aan de orde.

Naast de voortzetting van twee reeds lang bestaande projecten in Den Haag (HCBO) en in Amsterdam (ECHO), heeft in het afgelopen jaar de inspectie scholen verzocht projectaanvragen in te dienen. Uit deze aanvragen zijn er acht geselecteerd voor het basisonderwijs en vijf voor het speciaal onderwijs (excl. motorisch en zintuiglijk gehandicapten waar 28 projecten van start gaan).

HCBO en ECHO zullen zich richten op de conversie van bruikbare programmatuur naar de in de projectscholen beschikbare Macintosh computer. Accent bij HCBO ligt op computerbeheerd onderwijs en bij ECHO op de computer als leermiddel.

De overige projecten zijn op grond van de toepassingen in de volgende categorieën in te delen:

- oefen- en instructieprogramma's voor reken- en taalonderwijs en aardrijkskunde;
- leeromgevingen (LOGO, onderwijstekstverwerkers, gegevensbanken);
- hulpmiddelen bij beheer- en evaluatie van het onderwijs;
- informatiekunde.

6.15 Naast de door de overheid gesteunde projecten, vinden in het basisonderwijs veel 'autonome' ontwikkelingen plaats, veelal gesteund vanuit het bedrijfsleven of andere instanties (bv. de media). Het gevaar is niet denkbeeldig dat deze ontwikkelingen onvoldoende ruimte zullen laten aan de implementatie van de conclusies vanuit de gevoerde dieptestrategie. Om deze manoeuvreerruimte zo groot mogelijk te houden moet de overheid het onderwijsveld bij herhaling goed informeren over de gekozen strategie.

Voorlichting, stimulering van software-ontwikkeling voor veel voorkomende machines die op langere termijn voldoende perspectief bieden, nascholing en begeleiding, zijn de instrumenten om in te spelen op die autonome ontwikkelingen, die de overheid in het beleidskader informatietechnologie voor basis- en speciaal onderwijs schetst.

6.16 Voor de korte termijn zullen de autonome ontwikkelingen zich moeten richten op - en beperken tot - de invoering van elementen van informatiekunde in het curriculum. Dit zou via de volgende globale doelstellingen kunnen:

- vaardigheden ontwikkelen ter ondersteuning van het probleemoplossen;
- de computer leren gebruiken als een hulp in het leerproces;
- zich bewust worden van de gevolgen van computers voor het maatschappelijk leven.

- Daarbij kan men per leerjaar de volgende klemtonen leggen:
- kleuteronderwijs, leerjaar 1 en 2 : Ervaren en leren gebruiken van de computer;
 - leerjaar 3 : Algoritmiseren via de computer;
 - leerjaar 4 : Probleemoplossen via LOGO;
 - leerjaar 5 : Schrijven m.b.v. tekstverwerkers;
 - leerjaar 6 : Gebruik van databestanden .

Voortgezet onderwijs (4)

6.17 In maart 1985 is door het ministerie van Onderwijs en Wetenschappen een 'Beleidskader voor activiteiten 1985-1986' ten behoeve van de invoering van informatietechnologie in de eerste fase van het voortgezet onderwijs gepubliceerd. Zie 4.15. Daarin wordt herhaald dat in die schoolsector de gekozen breedtestrategie wordt voortgezet, met als doel voor 1989 in tenminste 50% van de scholen informatiekunde in te voeren.

Omdat de overheid zich realiseert dat het ontbreken van voldoende onderwijsleermateriaal een belemmerende factor vormt, worden stimuleringsubsidies voor materiaalontwikkeling in het vooruitzicht gesteld. Ook wordt een uitgebreid nascholingsaanbod opgezet.

6.18 Concreet wordt de invoering van informatiekunde voortgezet via de tweede tranche van het 100-scholen project. In deze tweede tranche worden 100 nieuwe scholen aangewezen, die door de overheid van (extra) apparatuur zijn voorzien. Ook de eerder aangewezen 100 scholen kunnen aanvullend apparatuur ter beschikking krijgen. Voorwaarden hierbij zijn onder andere dat scholen zullen moeten kiezen uit een beperkt aantal merken.

6.19 Naast de continuering van de breedtestrategie voor de eerste fase VO, worden ook een beperkt aantal ontwikkelingsactiviteiten uitgevoerd waarin nader bestudeerd wordt hoe informatiekunde kan worden geïntegreerd in andere vakken en waarin courseware voor computer-ondersteund onderwijs wordt ontwikkeld en getest. Eén van die projecten is het OMO/SCO/IBM-project. Daarnaast zijn voor 1985-86 zes COO-projecten goedgekeurd. Daarbij ligt de nadruk op het gebruik van de computer bij het oefenen (Nederlands), als hulpmiddel bij differentiatie (Natuurkunde en Engels), als uitdager (Rekenen/wiskunde) en als gereedschap (Aardrijkskunde). Op meso-niveau richt de aandacht zich op een toetsvragenbank (Biologie) en leerwegregistratie.

6.20 Ter verbetering van de (financiële) ondersteuning van de projecten in het voortgezet onderwijs hebben het ministerie van onderwijs en wetenschappen, de bedrijven Philips, IBM en CompuData en de overkoepelende onderwijsorganisaties (NABS, NPCS, NKSR en CBOO/VNG) op 16 oktober 1985 een overeenkomst gesloten om een gezamenlijk project, getiteld 'Nieuwe Informatietechnologie in het Voortgezet Onderwijs (NIVO)' op te zetten. Het NIVO-project wil via een gecoördineerde aanpak een impuls geven aan de invoering van nieuwe informatietechnologieën in het voortgezet onderwijs. Het gaat daarbij zowel om het leren over nieuwe informatietechnologieën als om het gebruik ervan bij het onderwijs in de bestaande vakken. Het NIVO-project strekt zich uit tot alle scholen voor lager beroepsonderwijs, middelbaar en hoger algemeen voortgezet onderwijs en het voorbereidend wetenschappelijk onderwijs. Het voorziet in een samenhangend geheel van nascholing, software-ontwikkeling en apparatuurverstrekking.

(4) Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen. *Beleidskader voor activiteiten 1985/86 voor invoering van informatietechnologie in de eerste fase van het voortgezet onderwijs*; Staatsuitgeverij, Den Haag, 1985.

Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen. *Nieuwe Informatietechnologie voor het voortgezet onderwijs*; Staatsuitgeverij, Den Haag, 1985.

Het accent wordt eerst gelegd bij de nascholing van docenten en bij de ontwikkeling van educatieve software. Pas in een later stadium zal het zwaartepunt in de operatie worden verlegd naar de levering van computers en bijbehorende randapparatuur. Overheid en bedrijfsleven leveren voor deze gezamenlijke inspanning 160 miljoen gulden voor de projectperiode oktober 1985 - december 1988. De overheid betaalt 47 miljoen gulden. Dit bedrag komt beschikbaar voor de ontwikkeling van educatieve software en voor de nascholing van docenten. Het bedrijfsleven neemt een bedrag van 113 miljoen gulden voor zijn rekening. De drie bedrijven die de overeenkomst getekend hebben zullen naast een eigen bijdrage andere ondernemers interesseren om dit project mee te sponsoren.

Op 1 januari 1987 wordt bekeken of de doelstellingen realiseerbaar zijn en of het project voortgezet zal worden. Als alles volgens plan verloopt, zullen alle scholen voor LBO, MAVO, HAVO en VWO aan het eind van de projectperiode beschikken over een netwerk, bestaande uit een docenten-computer met daaraan gekoppeld acht leerlingwerkstations. Daarnaast worden er ook twee computers geleverd voor vakspecifieke toepassingen. Per school zullen gemiddeld drie docenten worden nageschoold in het kader van het NIVO-project. De nascholing wordt verzorgd door docenten van de lerarenopleidingen. De docenten van de lerarenopleidingen worden op hun beurt weer geschoold door de bedrijven.

6.21 De hoofdlijnen van het project worden uitgezet en bewaakt door een beleidsgroep bestaande uit vertegenwoordigers van de drie partijen. De drie bedrijven richten een stichting op, die de apparatuurleverantie aan de scholen verzorgt. Daarnaast stichten de bedrijven een facilitair bedrijf, dat diensten verleent bij de ontwikkeling van educatieve software.

De uitvoerende werkzaamheden worden geregeld door een coördinatiegroep, bestaande uit de projectmanagers voor de eerste en tweede fase VO, de nascholing en de infrastructuur voor programmatuurontwikkeling. Deze managers zijn in het kader van het INSP aangesteld. De stichting en het facilitair bedrijf nemen ook deel aan de coördinatiegroep.

6.22 Bij de uitvoering van het overheidsbeleid voor basisonderwijs en voortgezet onderwijs komen een groot aantal problemen aan het licht : problemen bij het apparatuurbeleid, de softwareontwikkeling, de begeleiding en de ondersteuning.

Problemen bij het apparatuurbeleid (5)

6.23 De problemen bij het apparatuurbeleid hebben te maken met economische versus onderwijskundige belangen; standaardisatie en normalisatie van apparatuur versus differentiatie; financiering van de aanschaf en onderhoud van apparatuur door overheid versus bedrijfsleven, bevoegd gezag, ouders, enz. en de omvang daarvan; de relatie van apparatuuraanschaf met de software- en coursewareontwikkeling.

6.24 Het INSP kent een aantal onderdelen: één ervan is de onderwijsbijlage, die de maatregelen ten behoeve van het onderwijs bevat. De hoofddoelstelling van het INSP is het bevorderen van de economische bedrijvigheid in Nederland. Het onderwijs kan daar toe bijdragen via het leveren van goedgeschoolde werknemers, het bevorderen van de acceptatie door de leerlingen (de toekomstige bevolking) van de producten uit de informatietechnologie en als een markt waar bedrijven hun producten kunnen afzetten. Vooral dit laatste element heeft bevorderd dat vanuit de overheid oorspronkelijk werd gesteld dat de door de overheid gefinancierde hardware van Nederlandse origine moest zijn. Het resultaat van dit uitgangspunt was de keuze van een Philips- en een Aster-computer ten

(5) B. van Muylwijk, J. Moonen, "Computerapparatuur op school"; in: *Computers op school*, juni 1985, jaargang 2, nummer 6, 15-19.

behoefte van het 100-scholen project, later gevolgd door het stimuleren van de aanschaf van de Tulip-computer van CompuData. Men kan zich afvragen of het onderwijs daarbij voor het bestede geld het beste product heeft kunnen aanschaffen. Onder invloed van de omstandigheden is het overheidsbeleid naderhand bijgesteld. Binnen het NIVO-project worden nu drie soorten computers geleverd, met 16-bits architectuur en een MS-DOS besturingssysteem, en het staat andere computerleveranciers vrij aan dit project te participeren, voor zover zij zich confirmeren aan de leveringsvoorwaarden die binnen NIVO zijn afgesproken.

6.25 Een bijkomend element in de tegenstelling tussen economische en onderwijskundige belangen, is de standaardisatie van de apparatuur. Standaardisatie van apparatuur, of meer concreet de normalisatie van besturingssystemen, heeft als doel de potentiële markt voor software en courseware te vergroten en het voor bedrijven aantrekkelijker te maken in de ontwikkeling van die soft- en courseware te investeren. Zoals gezegd zal binnen NIVO gestandaardiseerd worden op 16-bits architectuur, met MS-DOS als besturingssysteem. De evolutie van de mogelijkheden van de hardware gaat bij gelijkblijvende of zelfs dalende kostprijs, echter zo enorm snel dat ook hier de vraag rijst of het onderwijs, bij de binnen NIVO verplichte standaardisatie van apparatuur, straks wel het beste product krijgt voor het geld dat wordt uitgegeven. Deze vraag klemmt des te meer als men beseft dat aan de nu uitgesproken keuze tenminste tot eind 1988 vastgehouden zal worden. Normaal gesproken zou men moeten adviseren dit soort apparatuur over een periode van drie jaar af te schrijven omdat dan een nieuwe generatie apparatuur beschikbaar is. Bij het nu vastleggen van specificaties voor apparatuur betekent dit dat aan het eind van de NIVO-periode, scholen met verouderde apparatuur zullen moeten werken.

6.26 In het NIVO-plan is de bepaling opgenomen dat het scholen vrij staat om op het aanbod van levering van computers in te gaan of om dit naast zich neer te leggen. In het laatste geval zal de overheid geen extra middelen beschikbaar stellen om eigen aankopen mogelijk te maken. Verder is gesteld dat aanvullende aankopen van computerapparatuur tijdens en na de contractperiode (1985-1988) door de scholen kunnen worden gedaan tegen de dan geldende prijzen. De overheid zal hiertoe geen aanvullende middelen beschikbaar stellen.

In feite betekent dit dat de bedrijven die participeren in NIVO een monopoliepositie krijgen in het onderwijs, temeer daar men kan verwachten dat enkel voor de door hen geleverde computers educatieve software zal worden ontwikkeld, wat impliceert dat andere computers geen enkele kans meer maken.

Men moet hopen dat de bedrijven hun monopoliepositie niet zullen misbruiken, dat ze de verdergaande evolutie in hard- en software zullen verwerken in de aan het onderwijs geleverde producten en dat ze het onderwijs straks, na 1988, geen al te forse rekening zullen presenteren voor de nu gedane investeringen.

6.27 Dat scholen - althans in de pré-NIVO periode - in hoge mate vanuit de eigen middelen computers aanschaffen, blijkt uit de resultaten van een enquête die in maart 1985 door het COI is uitgevoerd in alle scholen van AVO en LBO. Op dat tijdstip beschikten 74% van deze scholen over (een) computer(s). Bij AVO lag dit percentage zelfs op 81%. Het totale aantal computers in deze schoolsectoren bedroeg meer dan 12.000. Hiervan heeft de overheid - via de rechtstreekse subsidiëring van het 100-scholen project en enkele aanvullende projecten - er niet meer dan 1500 bekostigd. De grootste groei vond plaats in het schooljaar 1983-84 (van 1000 naar 8000). In dit schooljaar ging het 100-scholen project van start. Officiële overheidssteun voor invoering van computers in het onderwijs, heeft blijkbaar een sneeuwbaaleffect op het aanschafbeleid van de niet bij het project betrokken scholen.

De uitgeverij Malmberg en de computerfirma Commodore hebben een vergelijkbaar onderzoek uitgevoerd - ook in het voorjaar 1985 - in het basisonderwijs. Hieruit bleek dat slechts 20% van de scholen over (een) computer(s) beschikten, totaal (geëxtrapoleerd) ongeveer 1500.

Als de overheid de dieptestrategie voor de invoering van computers in het basisonderwijs wil voortzetten, zal zij dit bij voortdoring aan het onderwijsveld bekend moeten maken, daarmee een sneeuwbal-effect zoals bij het voortgezet onderwijs vermijdend.

6.28 Uit het bovenstaande valt af te leiden dat de overheid geen al te ruime financiële middelen moet verstrekken ten behoeve van de aanschaf van computers. Enerzijds omdat het bedrijfsleven erg graag een monopoliepositie wenst in het onderwijs en daar graag voor wil investeren. Anderzijds blijkt dat scholen best in staat en bereid zijn zelf voor de aanschaf van computers te zorgen.

Deze conclusie geldt op dit moment uitsluitend voor het algemeen voortgezet onderwijs. Maar het is de vraag hoelang de overheid de druk van het bedrijfsleven zal kunnen weerstaan om in het basisonderwijs de facto af te zien van de gekozen dieptestrategie, en het bedrijfsleven toe te staan om die - veel grotere - onderwijsmarkt in te palmen.

Zo wordt opnieuw duidelijk dat het INSP een totaalplan is, met een onderwijsbijlage die ondergeschikt is aan de eerste prioriteit: economisch herstel.

Problemen bij de programmatuurontwikkeling (6)

6.29 Naast de bijscholing van de leerkrachten, is de beschikbaarheid van goede educatieve software het belangrijkste probleem bij de invoering van computers in het onderwijs. Centraal daarbij staat de vraag wie die software moet ontwikkelen: de leerkrachten zelf of op dit gebied gespecialiseerde instanties. Het ontwikkel- en productieproces van educatieve software kent een aantal componenten: de curriculumanalyse, het didactisch ontwerp en systeemontwerp, het coderen en het beschikbaar stellen van het product (distributie). Het is essentieel dat bij de curriculumanalyse en het opzetten van het didactisch proces leerkrachten het voortouw kunnen nemen. Alleen zij hebben de deskundigheid om aan te geven voor welk curriculumonderdeel en in welke vorm en fasering educatieve software functioneel is het onderwijsleerproces. Leerkrachten hebben niet de deskundigheid om van het didactisch ontwerp een professioneel softwareproduct te maken, ook al omdat zij nauwelijks de snelle evolutie van hardware en software kunnen bijhouden.

6.30 De ontwikkeling van educatieve software kent drie trajecten. In het eerste traject wordt voorbeeldsoftware ontwikkeld. Dit gebeurt in laboratoriumsituaties en sluit meestal aan bij nieuwe toepassingsvormen. Deze ontwikkeling vindt plaats zonder directe terugkoppeling naar de potentiële doelgroepen.

Het tweede traject heeft tot nu de meeste aandacht gekregen: er is ontwikkeld op individuele basis of in een meer team-gerichte context. Bij dat laatste wordt een taakverdeling aangebracht tussen docenten en onderwijstechnologen, die voor curriculumanalyse en didactisch ontwerp instaan, en systeemontwerpers en programmeurs, die het systeemontwerp en de codering voor hun rekening nemen. Het belangrijkste probleem bij dit tweede traject is de noodzaak om in een iteratief proces de inbreng van beide groepen, aangevuld met de uiteindelijke doelgroep (de leerlingen), te optimaliseren. Ontwikkeling van educatieve software is immers niet te vergelijken met de ontwikkeling van bv. administratieve software, waar op basis van gedetailleerde specificaties voorafgaand aan het codeerwerk een

(6) J. Moonen, J. Schoenmaker, *Ontwikkeling van educatieve programmatuur in Nederland*; COI-memoreeks 85/12, COI, Enschede, 1985.

definitief ontwerp gemaakt kan worden. Bij educatieve software is de interactie tussen programma en gebruiker essentieel. Het modelleren van de mens-machine interactie op papier is echter een omslachtig proces. Ook geldt dat het gebruik van computers in het onderwijs nog geen stabiel beeld vertoont. Het is voor de uiteindelijke gebruikers in het onderwijs zeer moeilijk exact aan te geven wat men precies wil. De consequentie is dat men (voorlopig) moet ontwikkelen volgens een iteratief model. Omwille van de efficiëntie zal men daarbij ontwikkelen op en met geavanceerde apparatuur en programmatuur. Het eindprodukt van dit traject levert gedetailleerde en goed gedocumenteerde specificaties op van een programma dat met de doelgroep is geëvalueerd.

Nadat de uiteindelijke specificaties zijn vastgelegd, moet op een economisch verantwoorde wijze tot produktie van het programma worden overgegaan. De interactie met de doelgroep kan nu achterwege blijven. Dit derde traject vindt plaats in het bedrijfsleven, bv. via het eerdergenoemde facilitaire bedrijf.

6.31 In het INSP wordt aan deze problematiek ruime aandacht besteed. De maatregelen genoemd in cluster I van het INSP zijn in het bijzonder gericht op het tot stand brengen van een zogenaamd educatief netwerk. Dit netwerk heeft vooral tot doel de infrastructuur ter beschikking te stellen opdat de bovengenoemde samenwerking in de praktijk gerealiseerd kan worden, zeker ook via de inbreng van de educatieve uitgevers. Onder de coördinatie van de bij het COI aanwezige projectmanager voor cluster I wordt onderzocht hoe dit netwerk gestalte kan krijgen. In eerste instantie wordt daarbij niet gedacht aan een fysiek netwerk, doch eerder aan een organisatorisch netwerk, waarin in het bijzonder bepalingen en afspraken worden gemaakt voor het gebruik van een gemeenschappelijke methodologie bij het ontwikkelen van educatieve software.

6.32 Een bijzonder element bij het kiezen van een gemeenschappelijke methodologie, is het gebruik van auteurstalen en auteurssystemen. Vooral de auteurssystemen zijn hulpmiddelen om tegemoet te komen aan de ondeskundigheid van leerkrachten op het gebied van het programmeren. Daarnaast betekent gebruik van auteurssystemen echter inlevering van flexibiliteit bij het ontwikkelen van het gewenste programma. Het - al dan niet - gebruik van auteurstalen en auteurssystemen is een reeds jarenlang bestaand discussiepunt in de wereld van het COO. Onder andere onder invloed van het gebruik van COO bij opleidingen en training in het bedrijfsleven, groeit het aantal beschikbare auteurssystemen zeer snel. Het is een open vraag of er, ter ondersteuning van de ontwikkeling van educatieve software voor het Nederlandse onderwijs, nog nieuwe auteurstalen of auteurssystemen moeten worden ontwikkeld. De voorkeur gaat eerder uit naar het gebruik van een krachtige programmeertaal, zoals PASCAL, aangevuld met een procedurebibliotheek ter ondersteuning van de programmering van frequent voorkomende COO-functies, dit alles binnen een krachtige ontwikkelomgeving zoals UNIX.

6.33 Ter ondersteuning van de ontwikkeling van educatieve software heeft de overheid drie ontwikkelpunten opgericht respectievelijk ten behoeve van het basis-/speciaal onderwijs, het voortgezet onderwijs (inclusief 1ste en 2de jaar LBO) en het beroepsonderwijs. De activiteiten van deze ontwikkelpunten worden gecoördineerd door de projectmanager van cluster I. De ontwikkelpunten zijn ondergebracht bij lerarenopleidingen (PABO Amersfoort, NLO Utrecht en NLO Eindhoven) en hebben een kernbemanning van 3 personen. De voornaamste taak van de ontwikkelpunten is :

- (betrokkenheid bij de) ontwikkeling van software in het kader van projecten uit de jaarlijkse actieplannen van de maatregelclusters uit het INSP ;

- kanaliseren en stimuleren van goede ideeën voor software-ontwikkeling uit het onderwijsveld.

Ten behoeve van concrete projecten kan extra mankracht worden aangevraagd.

6.34 Uitgangspunt van het beleid in het INSP is dat educatieve uitgevers (hiermee zijn ook softwarehuizen en computerfabrikanten bedoeld, voorzover ze zich op de educatieve markt bewegen) de ontwikkeling en productie van educatieve software als commerciële activiteit zullen ontplooiën. In dat perspectief zijn de ontwikkelpunten een tijdelijke voorziening voor de duur van het INSP en is de kernbemanning relatief klein gehouden.

Uit het buitenland (Groot-Brittannië en Verenigde Staten) komen sombere berichten omtrent de commerciële haalbaarheid van de privatisering van de ontwikkeling van educatieve software. Dit wordt veroorzaakt door de hoge ontwikkelkosten die nauwelijks zijn terug te verdienen. De markt (het onderwijs) blijkt niet bereid - of is niet in staat - de reële kostprijs, die gebaseerd is op de produktiekosten, te betalen. Tevens speelt het kopieerprobleem een grote rol.

Vanuit de vaststelling dat zonder goede educatieve software de invoering van computers in het onderwijs zal mislukken, moet de overheid naar een oplossing zoeken. Daarbij zijn twee wegen denkbaar: subsidiëren van de producent of van de consument. De ene weg loopt via het subsidiëren van de ontwikkeling van software, hetzij rechtstreeks bij de educatieve uitgevers zelf, hetzij via het creëren van gespecialiseerde instellingen op dit gebied. De andere weg loopt via het subsidiëren van de aanschaf van goede software, bijvoorbeeld door het beschikbaar stellen van geld hiervoor in het inventarisbudget van scholen. Wil men de subsidiëring van ontwikkeling van educatieve software op een bepaald moment beëindigen, dan zal men de consument moeten laten wennen aan de reële kostprijs van het produkt. (Voorlopige) subsidiëring van de consument heeft dan ook de voorkeur. Dit zal tevens het kwaliteitsbewustzijn bij de consument - en impliciet ook bij de producent - vergroten. In Groot-Brittannië heeft de overheid al voor deze weg gekozen.

6.35 De evolutie van de mogelijkheden van de hardware gaat zo snel, dan het voor de software-ontwikkeling nauwelijks mogelijk is daarmee gelijke tred te houden. Dit geldt in het bijzonder voor de educatieve software, omdat bij die ontwikkeling niet enkel het technische aspect, maar ook en vooral het onderwijskundige aspect een rol speelt. Dit zijn argumenten om vanuit de overheid aan de ontwikkeling van educatieve software extra aandacht - en middelen - te besteden. Ook zal zij in de overwegingen hieromtrent het risico moeten betrekken dat bij volledige commercialisering van deze activiteiten, het bedrijfsleven omwille van financiële overwegingen wel eens grote beperkingen zou kunnen opleggen aan de kwaliteit van de programmatuur of het uitbuiten van de mogelijkheden van de beschikbare hardware.

6.36 Om het onderwijs te helpen bij het bepalen van de kwaliteit van educatieve software, heeft de overheid het INKON-project gestart. INKON staat voor inventarisatie, keur en ontsluiting van educatieve software. Het project wordt uitgevoerd door het COI en de Centrale Registratie Leermiddelen (CRL) die bij de Stichting voor de Leerplanontwikkeling (SLO) is ondergebracht. Het COI voert daarbij de evaluatie en het CRL de beschrijving van de educatieve software uit. Aanvullend op de in 6.35 gemaakte opmerking, blijkt dat de uitgevers argwanend zijn ten aanzien van de evaluatie-aspecten binnen dit INKON-project.

6.37 Behalve over de wijze van ontwikkelen van educatieve software, moet men ook nadenken over de vormgeving van het produkt. In het onderwijs is het ideale produkt van dien aard dat het in de handen van elke

individuele docent 'gekneed' kan worden naar zijn specifieke wensen en inzichten. Ten aanzien van educatieve software houdt dit in dat het mogelijk moet zijn het afgeleverde produkt aan te passen aan specifieke leerinhouden ofwel moet het afgeleverde produkt een zogenaamd 'halfprodukt' zijn, dat nog moet worden aangevuld door de betreffende docent. In beide gevallen moet de docent over hulpmiddelen beschikken om dit te kunnen doen.

6.38 Naast de bekende problematiek op het terrein van auteursrechten en copyright, vormt de vaststelling uit 6.37 een extra moeilijkheid.

Begeleiding en ondersteuning (7)

6.39 De overheid is bezig met het vernieuwen van het inventarisbeleid ten behoeve van de scholen. In dat kader zal als uitgangspunt gelden dat besparingen die de school door doelmatigheidsverhoging zelf realiseert, naar eigen inzicht mogen worden uitgegeven aan inventaris, leer- en hulpmiddelen. Het verdient overweging deze middelen ook te laten gebruiken bij het toekennen van taakuren aan docenten ten behoeve van ondersteunende activiteiten bij de introductie van computers in het onderwijs.

6.40 Ter ondersteuning en begeleiding van de invoering van computers in het onderwijs heeft het COI voorgesteld in Nederland een netwerk van regionale centra op te zetten, gecoördineerd door het COI. De basisgedachte hierbij was het creëren van een schoolnabije benadering. Daarnaast golden twee andere overwegingen :

- een regionale bundeling van de schaarse expertise op dit gebied;
- een bundeling van een aantal belangrijke aspecten die bij de invoering van computers in het onderwijs van fundamentele betekenis zijn : scholing en nascholing, informatieverzorging, demonstratie van educatieve software, initiëren, begeleiden en ondersteunen van projecten en het leveren van bijdragen ten behoeve van de ontwikkeling van educatieve software.

6.41 Na veel discussie - in en buiten het Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen - zijn in het voorjaar 1985 28 regionale steunpunten opgericht : 10 ter ondersteuning van het voortgezet onderwijs en 18 ter ondersteuning van het basisonderwijs.

Het wezenlijke verschil met de voorstellen van het COI is dat deze steunpunten, in plaats van uitvoerende nu coördinerende instanties zijn geworden, die activiteiten in de regio op elkaar moeten afstemmen. De activiteiten zelf moet worden uitgevoerd door de in de regio aanwezige schoolbegeleidingsdiensten en PABO's en de NLO. Net zoals de drie ontwikkelpunten - die bij regionale steunpunten zijn ondergebracht - zijn deze steunpunten opgericht voor de duur van het INSP. Vermoedelijk in relatie met het ingediende voorstel van een Wet voor de Onderwijsverzorging is op dit moment geen ruimte toegestaan voor echte bundeling van krachten binnen de regio's ter ondersteuning van de invoering van computers in het onderwijs. Het gevaar is groot dat hierdoor de versnippering van krachten en autonome ontwikkelingen sterk doorzetten, waardoor de coördinatie van activiteiten en het richten van informatiestromen erg moeilijk worden.

Toch bestaat er in politieke kring expliciete belangstelling voor 'regionale onderwijscentra'. De 28 regionale steunpunten voor onderwijs en informatietechnologie (RSOI) zouden hiervoor als embryo kunnen fungeren.

(7) J. Moonen, "Ondersteuning van het gebruik van computers in het onderwijs"; in: *Pedagogische Studiën*, 1984, (61), 14-31.
Centrum voor Onderwijs en Informatietechnologie, *Voorstel voor een regionale ondersteuningsstructuur*; COI.84.618, COI, Enschede, 1984.
Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen, *Uitvoeringsnotitie: De Regionale Steunpunten Onderwijs en Informatietechnologie*; CCOO/WIT-24, Zoetermeer, 1985.

Conclusies

6.42 De voorafgaande opmerkingen maken duidelijk dat het formuleren van een beleid ten aanzien van het gebruik van computersystemen in het onderwijs uiteraard gebaseerd moet zijn op de ondersteuning van (nieuwe) doelstellingen respectievelijk leerinhouden in het onderwijs, doch tevens en in hoge mate, rekening moet houden met de vele aspecten die bij een innovatie van deze omvang een essentiële rol spelen. Om dit te bereiken wordt binnen het INSP een zogenaamde onorthodoxe aanpak gevolgd. Deze aanpak houdt in dat tijdelijke structuren worden gecreëerd die, niet gebonden aan traditionele machts- en overlegstructuren in het onderwijs, slagvaardig kunnen opereren. Na twee jaar INSP moet men vaststellen dat het erg veel inspanning kost om een beleid te ontwikkelen waarin traditionele structuren en tijdelijke structuren echt kunnen samenwerken. Slagvaardig opereren in de voorhoede blijkt in vele gevallen gereduceerd te worden tot loopgravenoorlogen in de achterhoede. In die zin is het begrijpelijk dat bij het NIVO-project de taak van de tijdelijke structuren binnen het INSP geherwaardeerd worden en (gedeeltelijk) zijn vervangen door vertegenwoordigers die echt macht en invloed hebben in het onderwijs: de koepelorganisaties en het bedrijfsleven. Men had dit echter ook bij de opzet van het INSP kunnen bedenken. Dit had veel frustratie bij traditionele en tijdelijke instellingen kunnen voorkomen. Toch blijft de vraag bestaan hoe slagvaardig te kunnen opereren in situaties, waarbij enerzijds de materie razendsnel evolueert en anderzijds bestaande structuren ingewikkelde overlegprocedures vergen.

6.43 De invoering van computers in het onderwijs zal, voor wat betreft het gebruik op macro- en meso-niveau en het leren over de computer, binnen de komende vijf jaar zijn beslag krijgen. Het gebruik op micro-niveau, en in het bijzonder het gebruik van de computer als docent, heeft enkel een kans als tegelijkertijd de structuur van de school- en klasorganisatie herzien wordt en de rol van de leerkrachten duidelijk en door hen geaccepteerd wordt. In het INSP is aangegeven dat de grootschalige invoering van computers in het onderwijs vanuit een reallocatie van middelen uit de reguliere onderwijsbegroting gefinancierd zal moeten worden. Omdat een zeer groot percentage van deze begroting uit salariskosten voor docenten bestaat, betekent zo'n reallocatie dat arbeidsplaatsen voor docenten in gevaar komen. Wanneer invoering van computers onder dergelijke voorwaarden moet gebeuren, is de innovatie bij voorbaat mislukt.

6.44 De invoering van computers in het onderwijs kan tot significante produktiviteitsverbetering leiden. Die produktiviteitsverbetering moet dan vooral worden nagestreefd door de kwaliteit van het onderwijs - bij dalende of gelijkblijvende middelen - te handhaven of zelfs te verbeteren. Door inschakeling van computers kunnen de taken van docenten verlicht worden en kan men meer mogelijkheden scheppen voor het begeleiden van individuele en groepsgerichte activiteiten. Men zou zelfs kunnen voorstellen dat, na inschakeling van de computer, per klas meer dan één docent beschikbaar moet zijn ter ondersteuning van die begeleiding. Op die wijze kunnen vele deeltijdbanen in het onderwijs worden gecreëerd.

6.45 Zichtbare produktiviteitsverbetering in het onderwijs zal - ook in relatie tot het proces geschetst in 5.15 - vele jaren (10 à 15) in beslag nemen. Er moet nu een meerjarenproject worden opgezet om de implicaties van dergelijke veranderingen op de totaliteit van de onderwijsstructuren te onderzoeken. Op korte termijn moet de overheid een werkgroep instellen om een dergelijk project voor te bereiden; de periode 1986-1991 moet gebruikt worden om enkele proef-projecten uit te voeren; daarna (1991-2000) moeten de resultaten van de proef-projecten geïmplementeerd worden in het onderwijs.

6.46 De voortdurende en snelle evolutie van deze materie en de grote implicaties daarvan voor de maatschappij en dus voor het onderwijs, maken het noodzakelijk dat het beleid op een systematische wijze geïnformeerd kan worden over de meest recente ontwikkelingen - ook in de internationale context.

Ter ondersteuning van het beleid is een instituut nodig dat als transferpunt kan fungeren tussen de nieuwste ontwikkelingen op wetenschappelijk en technisch gebied met betrekking tot de informatietechnologie en de toepassing daarvan in het onderwijs.

6.47 Gezien het belang van deze innovatie en het langdurige en ingrijpende karakter ervan moet er veel meer ruimte komen voor wetenschappelijk onderzoek op dit gebied. Cluster V van het INSP heeft in dit opzicht te weinig middelen om tot een geïntegreerde onderzoeks aanpak te kunnen komen. Veel meer moet zich zowel vertalen in meer financiële middelen als in meer expliciete aandacht via leerstoelen voor de langere termijnproblematiek van informatietechnologie en onderwijs.

REFERENTIES

- BANGERT-DROWNS, R.L., KULIK, J.A., KULIK, C. (1984), The Coming Age of Educational Technology : Meta-Analysis of Outcome Studies of Computer-Based Instruction. In : Courseware Portability, 25th Adcis Conference Proceedings. Bellingham, Washington, U.S.A. : Western Washington University.
- BANGERT-DROWNS, R.L., KULIK, J.A., KULIK, C. (1985), Effectiveness of computer-based education in secondary schools. *Journal of Computer-Based Instruction*, Summer 1985, vol.12 nr. 3, 59-68.
- BANGERT-DROWNS, R.L., The Meta-analytic Debate (1985). Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, Chicago, 1985.
- BILLINGS, K., (1983), Research on school computing. In : M.T. Grady en J.D. Guwromski (eds.), *Computers in curriculum and instruction*.
- BRACEY, G.W., (1982), Computers in Education : what the research shows. *Electronic Learning*, 2, 3, p 51-54 .
- BURNS, P. & BOZEMAN, W., (1981), Computer-assisted instruction and mathematics achievement : is there a relationship? *Educational Technology*, 21, 10, p 32-39 .
- CLARK, R.E., (1983), Reconsidering research on learning from media. *Review of Educational Research*, 53, 4, p 445-459 .
- CLARK, R.E. (1985), Confounding in Educational Computing Research. *Journal of Educational Computing Research*, vol. 1 (2), 1985, 137-148.
- CLARK, R.E., (1985), Evidence for confounding in computerbased instruction studies : analyzing the meta-analysis. Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, Chicago, 1985.
- EDWARDS, J., NORTON, S., TAYLOR, S., WEISS, M., DUSSELDORP, R., (1975), How effective is CAI? A review of the research. *Educational Leadership*, 33,11, p 147-153 .
- FISHER, G., (1983), Where CAI is effective : a summary of the research. *Electronic Learning*, 3,3, p 82-84 .
- FORMAN, D., (1982), Search of the literature. *The Computing Teacher*, january.
- GLASS, G., MCGAW, B., SMITH, M., (1981), *Meta-analysis in Social Research*. Sage Publications, Beverly Hills, California.
- HARTLEY, S., (1978), Meta-analysis of the effects of individually paced instruction in mathematics (Doctoral Dissertation, University of Colorado, 1977). *Dissertation Abstract International*, 38, 7-A, 4003, (Univeresity Micro films nr.77-29.926).
- JAMISON, D., SUPPES, P. & WELLS, S., (1974), The effective ness of alternative instructional media. A survey. *Review of Educational Research*, 44,1, p 1-61 .
- KAMOURI, A.L., (1984), Computer-based training : a cognitive framework for evaluating systems designs. *Journal of Educational Technology Systems*, 12,4, p 287-309 .
- KEARSLY, G., HUNTER, B., SEIDEL, R.J., (1983), Two decades of CBI Research : what have we learned ? Professional Paper, 3-83, Human Resources Research Organisation, Alexandria, Virginia.
- KULIK, J., KULIK, C. & COHEN, P., (1980), Effectiveness of computer-based college teaching : a meta-analysis of findings. *Review of Educational Research*, 50, 4, p 525-544.
- KULIK, J., BANGERT, R. & WILLIAMS, G., (1983), Effects of computer-based teaching on secondary school students. *Journal of educational psychology*, 75, 1, p 19-26.
- KULIK, J., (1981), Integrating findings from different levels of instruction. Paper presented at the annual meeting of the AERA, Los Angeles, (ERIC Document Reproduction Service, nr. ED 208040).
- KULIK, J., BANGERT, R.L., (1983), Effectiveness of Technology in pre-college mathematics and science teaching. *Journal of Educational Technology Systems*, 12,2, p 137-158 .
- KULIK, C.-L., KULIK, J.A., BANGERT-DROWNS, R.L., (1984), Effects of computer-based education on elementary school pupils. Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, New Orleans, 1984.
- MOONEN, J., (1985), Resultaten bij computer-ondersteund onderwijs : een overzicht. In : J. Heene en Tj. Plomp (red.) *Onderwijs en Informatietechnologie, Verslag van een SVO/CDO symposium*. Den Haag, SVO, 1985.
- ORLANSKY, J., (1983), Effectiveness of CAI : a different finding. *Electronic Learning*, 3,1, p 58-60.
- ORLANSKY, J., STRING, J., (1981), Computer-based instruction for military training. *Defense management journal*, p 46- 54.
- RAGOSTA, M., (1983), Computer-assisted instruction and compensatory education : a longitudinal analysis. *Machine-mediated learning*, 1,1, p 97-127.
- SAMSON, G.E., NIEMIEC, R., WEINSTEIN, T., WALBERG, H., (1985) Effects of computer-based instruction on secondary school achievement : a quantitative synthesis. Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, Chicago, 1985.

- SLAVIN, R.E., (1984), Meta-Analysis in Education : How has it been used ? Educational Researcher, 13, 8, p. 6-27.
- THOMAS, D.B., (1979), The effectiveness of CAI in secondary schools. AEDS Journal, 12,3,p 103-116.
- VAN DIJK, T., GASTKEMPER, F., MOONEN, J., ROMEIJN, W., (1984) Motieven voor computerondersteuning van het (tertiair) onderwijs. Vereniging voor Onderwijs en Computer, publicatiereeks 84/01, 1984.
- VINSONHALER, J., BASS, R., (1972), A summary of ten major studies on CAI. Educational Technology, 12, 7, p 29-32 .
- WHITE, M.A., (1983), Synthesis of research on electronic learning. Educational Leadership, 40,8, p 13-15.

In de reeks 'Voorstudies en achtergronden' van de WRR zijn tot nu toe verschenen:

In de eerste raadsperiode:

- V 1. W.A.W. van Walstijn e.a.: Kansen op onderwijs; een literatuurstudie over ongelijkheid in het Nederlandse onderwijs (1975)*
- V 2. I.J. Schoonenboom en H.M. In 't Veld-Langeveld: De emancipatie van de vrouw (1976)*
- V 3. G.R. Mustert: Van dubbeltjes en kwartjes: een literatuurstudie over ongelijkheid in de Nederlandse inkomensverdeling (1976)*
- V 4. IVA/Instituut voor Sociaal-Wetenschappelijk Onderzoek van de Katholieke Hogeschool Tilburg: De verdeling en de waardering van arbeid; een studie over ongelijkheid in het arbeidsbestel (1976)*
- V 5. 'Adviseren aan de overheid', met bijdragen van economische, juridische en politicologische bestuurskundigen (1977)*
- V 6. Verslag Eerste Raadsperiode: 1972-1977*

In de tweede raadsperiode:

- V 7. J.J.C. Voorhoeve: Internationale macht en interne autonomie – Een verkenning van de Nederlandse situatie (1978)*
- V 8. W.M. de Jong: Techniek en wetenschap als basis voor industriële innovatie – Verslag van een reeks van interviews (1978)*
- V 9. R. Gerritse/Instituut voor Onderzoek van Overheidsuitgaven: De publieke sector: ontwikkeling en waardevorming – Een vooronderzoek (1979)*
- V10. Vakgroep Planning en Beleid/Sociologisch Instituut Rijksuniversiteit Utrecht: Konsumptieverandering in maatschappelijk perspectief (1979)*
- V11. R. Penninx: Naar een algemeen etnisch minderhedenbeleid? Opgenomen in rapport nr. 17 (1979)
- V12. De quartaire sector – Maatschappelijke behoeften en werkgelegenheid – Verslag van een werkconferentie (1979)
- V13. W. Driehuis en P.J. van den Noord: Productie, werkgelegenheid en sectorstructuur in Nederland 1960-1985
Modelstudie bij het rapport Plaats en toekomst van de Nederlandse industrie (1980)
- V14. S.K. Kuipers, J. Muysken, D.J. van den Berg en A.H. van Zon:
Sectorstructuur en economische groei: een eenvoudig groeimodel met zes sectoren van de Nederlandse economie in de periode na de tweede wereldoorlog
Modelstudie bij het rapport Plaats en toekomst van de Nederlandse industrie (1980)*
- V15. F. Muller, P.J.J. Lesuis en N.M. Boxhoorn: Een multisectormodel voor de Nederlandse economie in 23 bedrijfstakken
F. Muller: Veranderingen in de sectorstructuur van de Nederlandse economie 1950-1990
Modelstudie bij het rapport Plaats en toekomst van de Nederlandse industrie (1980)
- V16. A.B.T.M. van Schaik: Arbeidsplaatsen, bezettingsgraad en werkgelegenheid in dertien bedrijfstakken
Modelstudie bij het rapport Plaats en toekomst van de Nederlandse industrie (1980)*

* Uitverkocht

- V17. A.J. Basoski, A. Budd, A. Kalff, L.B.M. Mennes, F. Racké en J.C. Ramaer:
Exportbeleid en sectorstructuurbeleid
Pre-adviezen bij het rapport Plaats en toekomst van de Nederlandse
industrie (1980)*
- V18. J.J. van Duijn, M.J. Ellman, C.A. de Feyter, C. Inja, H.W. de Jong, M.L.
Mogendorff en P. VerLoren van Themaat: Sectorstructuurbeleid:
mogelijkheden en beperkingen
Pre-adviezen bij het rapport Plaats en toekomst van de Nederlandse
industrie (1980)*
- V19. C.P.A. Bartels: Regio's aan het werk: ontwikkelingen in de ruimtelijke
spreiding van economische activiteiten in Nederland
Studie bij het rapport Plaats en toekomst van de Nederlandse industrie
(1980)*
- V20. M.Th. Brouwer, W. Driehuis, K.A. Koekoek, J. Kol, L.B.M. Mennes, P.J. van
den Noord, D. Sinke, K. Vijlbrief en J.C. van Ours: Raming van de finale
bestedingen en enkele andere grootheden in Nederland in 1985
Technische nota's bij het rapport Plaats en toekomst van de Nederlandse
industrie (1980)*
- V21. J.A.H. Bron: Arbeidsaanbod-projecties 1980-2000 (1980)*
- V22. P. Thoenes, R.J. In 't Veld, I.Th.M. Snellen, A. Faludi: Benaderingen van
planning
Vier pre-adviezen over beleidsvorming in het openbaar bestuur (1980)*
- V23. Beleid en toekomst
Verslag van een symposium over het rapport Beleidsgerichte
toekomstverkenning deel 1 (1981)
- V24. L.J. van den Bosch, G. van Enkevort, Ria Jaarsma, D.B.P. Kallen, P.N.
Karstanje, K.B. Koster: Educatie en welzijn (1981)*
- V25. J.C. van Ours, D. Hamersma, G. Hupkes, P.H. Admiraal: Consumptiebeleid
voor de werkgelegenheid
Pre-adviezen bij het rapport Vernieuwingen in het arbeidsbestel (1982)
- V26. J.C. van Ours, C. Molenaar, J.A.M. Heijke: De wisselwerking tussen
schaarsteverhoudingen en beloningsstructuur
Pre-adviezen bij het rapport Vernieuwingen in het arbeidsbestel (1982)
- V27. A.A. van Duijn, W.H.C. Kerkhoff, L.U. de Sitter, Ch.J. de Wolff, F. Sturmans:
Kwaliteit van de arbeid
Pre-adviezen bij het rapport Vernieuwingen in het arbeidsbestel (1982)
- V28. J.G. Lambooy, P.C.M. Huigsloot en R.E. van de Lustgraaf: Greep op de stad?
Een institutionele visie op stedelijke ontwikkeling en de beïnvloedbaarheid
daarvan (1982)*
- V29. J.C. Hess, F. Wielenga: Duitsland in de Nederlandse pers – altijd een
probleem?
Drie dagbladen over de Bondsrepubliek 1969-1980 (1982)
- V30. C.W.A.M. van Paridon, E.K. Greup, A. Ketting: De handelsbetrekkingen
tussen Nederland en de Bondsrepubliek Duitsland (1982)
- V31. W.A. Smit, G.W.M. Tiemessen, R. Geerts: Ahaus, Lingen en Kalkar; Duitse
nucleaire installaties en de gevolgen voor Nederland (1983)
- V32. J.H. von Eije: Geldstromen en inkomensverdeling in de verzorgingsstaat
(1982)
- V33. Verslag van de tweede Raadsperiode 1978-1982

• Uitverkocht

- V34. P. den Hoed, W.G.M. Salet en H. van der Sluijs: Planning als onderneming (1983)
- V35. H.F. Munneke e.a.: Organen en rechtspersonen rondom de centrale overheid (1983); 2 delen
- V36. M.C. Brands, H.J.G. Beunders, H.H. Selier: Denkend aan Duitsland; Een essay over moderne Duitse geschiedenis en enige hoofdstukken over de Nederlands-Duitse betrekkingen in de jaren zeventig (1983)
- V37. L.G. Gerrichhauzen: Woningcorporaties; Een beleidsanalyse (1983)
- V38. J. Kassies: Notities over een heroriëntatie van het kunstbeleid (1983)
- V39. Leo Jansen: Sociocratische tendenties in West-Europa (1983)

In de derde raadsperiode:

- V40. G.J. van Driel, C. van Ravenzwaai, J. Spronk en F.R. Veeneklaas: Grenzen en mogelijkheden van het economisch stelsel in Nederland (1983)
- V41. Adviesorganen in de politieke besluitvorming. Symposiumverslag onder redactie van A.Th. van Delden en J. Kooiman (1983)
- V42. E.W. van Luijk, R.J. de Bruijn: Vrijwilligerswerk tussen betaald en huishoudelijk werk; een verkennende studie op basis van een enquête (1984)
- V43. Planning en beleid; verslag van een symposium over de studie Planning als onderneming (1984)
- V44. W.J. van der Weijden, H. van der Wal, H.J. de Graaf, N.A. van Brussel, W.J. ter Keurs: Bouwstenen voor een geïntegreerde landbouw (1984)*
- V45. J.F. Vos, P. de Koning, S. Blom: Onderwijs op de tweesprong; over de inrichting van basisvorming in de eerste fase van het voortgezet onderwijs (1985)
- V46. G. Meester, D. Strijker, Het Europese landbouwbeleid voorbij de scheidslijn van zelfvoorziening (1985)
- V47. J. Pelkmans: De interne EG-markt voor industriële produkten (1985)
- V48. J.J. Feenstra, K.J.M. Mortelmans: Gedifferentieerde integratie en Gemeenschapsrecht: institutioneel- en materieelrechtelijke aspecten (1985)
- V49. T.H.A. van der Voort, M. Beishuizen: Massamedia en basisvorming (1986)
- V50. C.A. Adriaansens, H. Priemus: Marges van volkshuisvestingsbeleid (1986)
- V51. E.F.L. Smeets, Th.J.N.N. Buis: Leraren over de eerste fase van het voortgezet onderwijs (1986)
- V52. J.Moonen: Toepassing van computersystemen in het onderwijs (1986)
- V53. A.L. Heinink (red.), H. Riddersma, J. Braaksma: Basisvorming in het buitenland (1986)

• Uitverkocht

De serie 'Voorstudies en achtergronden mediabeleid' bestaat uit de volgende delen:

- M 1. J.M. de Meij: Overheid en uitingsvrijheid (1982)
- M 2. E.H. Hollander: Kleinschalige massacommunicatie: lokale omroepvormen in West-Europa (1982)
- M 3. L.J. Heinsman/NOS: De kulturele betekenis van de instroom van buitenlandse televisieprogramma's in Nederland – Een literatuurstudie (1982)
- M 4. L.P.H. Schoonderwoerd, W.P. Knulst/Sociaal en Cultureel Planbureau: Mediagebruik bij verruiming van het aanbod (1982)
- M 5. N. Boerma, J.J. van Cuilenburg, E. Diemer, J.J. Oostenbrink, J. van Putten: De omroep: wet en beleid; een juridisch-politicologische evaluatie van de omroepwet (1982)*
- M 6. Intomart b.v.: Etherpiraten in Nederland (1982)*
- M 7. P.J. Kalff/Instituut voor Grafische Techniek TNO: Nieuwe technieken voor produktie en distributie van dagbladen en tijdschriften (1982)
- M 8. J.J. van Cuilenburg, D. McQuail: Media en pluriformiteit; Een beoordeling van de stand van zaken (1982)*
- M 9. K.J. Alsem, M.A. Boorsma, G.J. van Helden, J.C. Hoekstra, P.S.H. Leeftang, H.H.M. Visser: De aanbodstructuur van de periodiek verschijnende pers in Nederland (1982)
- M10. W.P. Knulst/Sociaal en Cultureel Planbureau: Mediabeleid en cultuurbeleid; Een studie over de samenhang tussen de twee beleidsvelden (1982)*
- M11. A.P. Bolle: Het gebruik van glasvezelkabel in lokale telecommunicatienetten (1982)
- M12. P. te Nuyl: Structuur en ontwikkeling van vraag en aanbod op de markt voor televisieproducties (1982)*
- M13. P.J.M. Wilms/Instituut voor Onderzoek van Overheidsuitgaven: Horen, zien en betalen; Een inventariserende studie naar de toekomstige kosten en bekostiging van de omroep (1982)
- M14. W.M. de Jong: Informatietechniek in beweging; consequenties en mogelijkheden voor Nederland (1982)*
- M15. J.C. van Ours: Mediaconsumptie; Een analyse van het verleden, een verkenning van de toekomst (1982)
- M16. J.G. Stappers, A.D. Reijnders, W.A.J. Möller: De werking van massa-media; Een overzicht van inzichten (1983)*
- M17. F.J. Schrijver: De invoering van kabeltelevisie in Nederland (1983)

• Uitverkocht

De Raad heeft tot nu toe de volgende Rapporten aan de Regering uitgebracht:

In de eerste Raadsperiode:

1. Europese Unie*
2. Structuur van de Nederlandse economie
3. Energiebeleid
Gebundeld in één publikatie (1974)*
4. Milieubeleid (1974)*
5. Bevolkingsgroei (1974)*
6. De organisatie van het openbaar bestuur (1975)*
7. Buitenlandse invloeden op Nederland: Internationale migratie (1976)*
8. Buitenlandse invloeden op Nederland:
Beschikbaarheid van wetenschappelijke en technische kennis (1976)*
9. Commentaar op de Discussienota Sectorraden (1976)*
10. Commentaar op de nota Contouren van een toekomstig onderwijsbestel (1976)*
11. Overzicht externe adviesorganen van de centrale overheid (1976)*
12. Externe adviesorganen van de centrale overheid (1977)
13. Maken wij er werk van?
Verkenningen omtrent de verhouding tussen actieven en niet-actieven (1977)*
14. Interne adviesorganen van de centrale overheid (1977)*
15. De komende vijfentwintig jaar – Een toekomstverkenning voor Nederland (1977)
16. Over sociale ongelijkheid – Een beleidsgerichte probleemverkenning (1977)*

In de tweede raadsperiode:

17. Etnische minderheden (1979)*
 - A. Rapport aan de Regering
 - B. Naar een algemeen etnisch minderhedenbeleid?
18. Plaats en toekomst van de Nederlandse industrie (1980)*
19. Beleidsgerichte toekomstverkenning
Deel 1: Een poging tot uitlokking (1980)*
20. Democratie en geweld
Probleemanalyse naar aanleiding van de gebeurtenissen in Amsterdam op 30 april 1980
21. Vernieuwingen in het arbeidsbestel (1981)*
22. Herwaardering van welzijnsbeleid (1982)
23. Onder invloed van Duitsland
Een onderzoek naar gevoeligheid en kwetsbaarheid in de betrekkingen tussen Nederland en de Bondsrepubliek (1982)
24. Samenhangend mediabeleid (1982)

In de derde raadsperiode:

25. Beleidsgerichte toekomstverkenning
Deel 2: Een verruiming van perspectief (1983)
26. Waarborgen voor zekerheid
Een nieuw stelsel van sociale zekerheid in hoofdlijnen (1985)
27. Basisvorming in het onderwijs (1986)

▪ Uitverkocht

Alle publikaties van de Raad zijn verkrijgbaar via de Staatsuitgeverij, Christoffel Plantijnstraat 1, Postbus 20014, 2500 EA 's-Gravenhage, tel. 070-789911 of in de boekhandel.

