

De computer als leermiddel in het lager onderwijs*

J. J. BEISHUIZEN

Vrije Universiteit, Amsterdam

A. DIRKZWAGER

Technische Hogeschool Twente, Enschede

Samenvatting

In het S.V.O.-project 'Leren met computers in het onderwijs' werd de computer in het lager onderwijs vooral gebruikt voor 1. remedieële doeleinden, en 2. het leren programmeren. Oefenprogramma's benutten bij uitstek de interactieve mogelijkheden van de computer. Gebruiksvormen: remedieel (voor enkele achterblijvers), aanvullend bij klassikaal onderwijs (voor alle leerlingen), verrijkend (voor enkele voorlopers). Computergestuurde oefening bleek statistisch geen significant grotere prestatietijding op te leveren dan overeenkomstige schriftelijke oefening. Wel werd de motivatie en de concentratie er door vergroot. In het onderwijs van de toekomst zal de informatietechnologie een steeds belangrijker plaats innemen. Hierdoor zullen niet alleen leerlingen zelfstandiger kunnen leren maar zal ook het schoolse onderwijs effectiever kunnen verlopen.

1 Inleiding

De Adviescommissie over Onderwijs en Informatietechnologie onderscheidt in een van haar adviezen aan de Minister (1982) drie hoofdgebieden van de informatietechnologie in het onderwijs: a) leren over informatietechnologie; b) leren met behulp van de computer; c) leren door middel van de computer. In dit artikel wordt verslag uitgebracht van het door de Stichting voor Onderzoek van het Onderwijs gesubsidieerde project 113B, 'Leren

met Computers in het Onderwijs', waarbij de aandacht gericht wordt op het hierboven onder c) genoemde hoofdgebied. In het project zijn sinds 1975 twaalf scholen voor gewoon lager onderwijs in Amsterdam uitgerust met een terminal (één per school), die per telefoon kan worden aangesloten op de centrale minicomputer. Ten behoeve van deze scholen werd een pakket van computerlessen ontwikkeld, dat voornamelijk gericht was op de training van taal- en rekenvaardigheden in de hoogste klassen van het lager onderwijs. Daarnaast werd een eenvoudige programmeertaal geschreven, waarmee leerlingen van de vijfde en zesde klas leerden om zelfstandig problemen op te lossen door het schrijven van eenvoudige computerprogramma's (zie Dirkzwager, Fokkema en Van der Veer, in voorbereiding).

Dit artikel beschrijft de bevindingen van het project, met nadruk op een tweetal aspecten: 1. de didactische functies die de computer kan vervullen, en 2. de organisatie van het (klassikale) onderwijs, waarin de computer wordt ingeschakeld. Na een weergave van de resultaten van het project wordt een voorzichtige blik in de toekomst van het lager onderwijs en de informatietechnologie geworpen.

2 De didactische functies van de computer als hulpmiddel

2.1 Uitgangspunten

Moore en Anderson (1969) formuleerden een viertal heuristische aanwijzingen om een effectieve leeromgeving op te zetten. Een daarvan was het *productiviteitsprincipe*: Een goede leeromgeving verschaft aan leerlingen 'culturele objecten' met eigenschappen die leerlingen aanzetten tot het formuleren van hypothesen of het afleiden van gevolgtrekkingen. Deze 'culturele objecten' hebben sterke verwantschap met Paperts (1980) 'powerful ideas'. Een ander principe was het *personalisatieprincipe*: Een goede leeromgeving is *responsief*: hij geeft geen antwoord op vragen die nooit door de leerling gesteld zijn, maar nodigt de leerling uit tot het stellen van vragen en het zoeken naar antwoorden op deze vragen.

* Bij het schrijven van dit artikel werd dankbaar gebruik gemaakt van enkele hoofdstukken van de hand van A. J. Dekker en E. J. Kok in het eindrapport van S.V.O.-project 0113B (zie Dirkzwager, Fokkema en Van der Veer, in voorbereiding)

Daarvoor is nodig dat a) de leerling vrij kan exploreren en zelf problemen kan ontdekken, b) de omgeving aan de leerling onmiddellijk informatie verschaft over de gevolgen van zijn of haar daden, c) de leerling zelf het tempo van de gebeurtenissen bepaalt, d) de leerling de gelegenheid heeft om zoveel mogelijk zijn of haar eigen vermogen voor het ontdekken van relaties te benutten, en e) de leerling de gelegenheid heeft om een serie samenhangende ontdekkingen ten aanzien van de fysieke, culturele of sociale wereld te doen. Ook hier zien we duidelijk de verwantschap met de opvattingen van Papert (1980).

In ons project hebben we getracht om enkele suggesties met betrekking tot het vergroten van de responsiviteit van de leeromgeving met behulp van de computer in de praktijk te brengen. Het gaat hier met name om het geven van onmiddellijke feedback en het door de leerling laten bepalen van het werktempo. Onder feedback of terugkoppeling verstaan we elke vorm van informatie, die de leerling bereikt over de kwaliteit van zijn of haar leervorderingen of -resultaten. In onze situatie ging het steeds om informatie, die de computer verstrekte over de kwaliteit van een antwoord van de leerling op een door de computer gestelde vraag. De effectiviteit van de feedback wordt bepaald door een aantal factoren. In de eerste plaats moet de feedback behalve informatie ook een zekere affectieve waarde hebben. In de tweede plaats is de feedback effectiever naarmate de omgeving minder irrelevante cues bevat: er moet een weloverwogen reductie op de werkelijkheid gepleegd worden. In de derde plaats is de feedback effectiever naarmate de omgeving in sterkere mate gelijk op of gerelateerd kan worden aan de werkelijkheid waarin de leerling leeft, ook en met name buiten de school. Het is duidelijk dat de tweede en de derde eis met elkaar op gespannen voet kunnen komen te staan. De leeromgeving van het rekenen is bijvoorbeeld zo sterk gereduceerd, dat veel leerlingen de relatie met de werkelijkheid uit het oog verliezen waardoor het leerproces ernstig wordt belemmerd.

Vanuit de traditie van de geprogrammeerde instructie (zie Beishuizen en Velema, 1971) wordt naast de genoemde twee principes van onmiddellijke feedback en eigen tempo ook benadrukt dat de leerling actief kan responderen (bij Moore en Anderson voorondersteld)

en in kleine stappen kan oefenen. Ook deze principes hebben we getracht zo goed mogelijk in onze computerlessen te verdisconteren.

Deze uitgangspunten leidden ertoe dat lesprogramma's werden ontwikkeld waarin opgaven werden aangeboden, waarop de leerling antwoord moest geven. Bij een juist antwoord volgde een nieuwe opgave (na een positieve reactie van de computer), bij een fout antwoord probeerde de computer door stapsgewijze oefening de leerling te corrigeren. In het hier beschreven onderdeel van het project hebben we het principe van Moore en Anderson van de vrije exploratie niet toegepast. Deze didactische aanpak is wel gevolgd in het onderzoek naar het leren programmeren door vijfde- en zesdeklassers (zie Dirkzwager, Fokkema en Van der Veer, in voorbereiding) en in het onderzoek naar de manier waarop derde klas leerlingen van het voortgezet onderwijs informatie opzoeken in een groot gegevensbestand, en naar de mogelijkheden om efficiënte zoekstrategieën door een computer-coach aan te leren (Beishuizen, 1982).

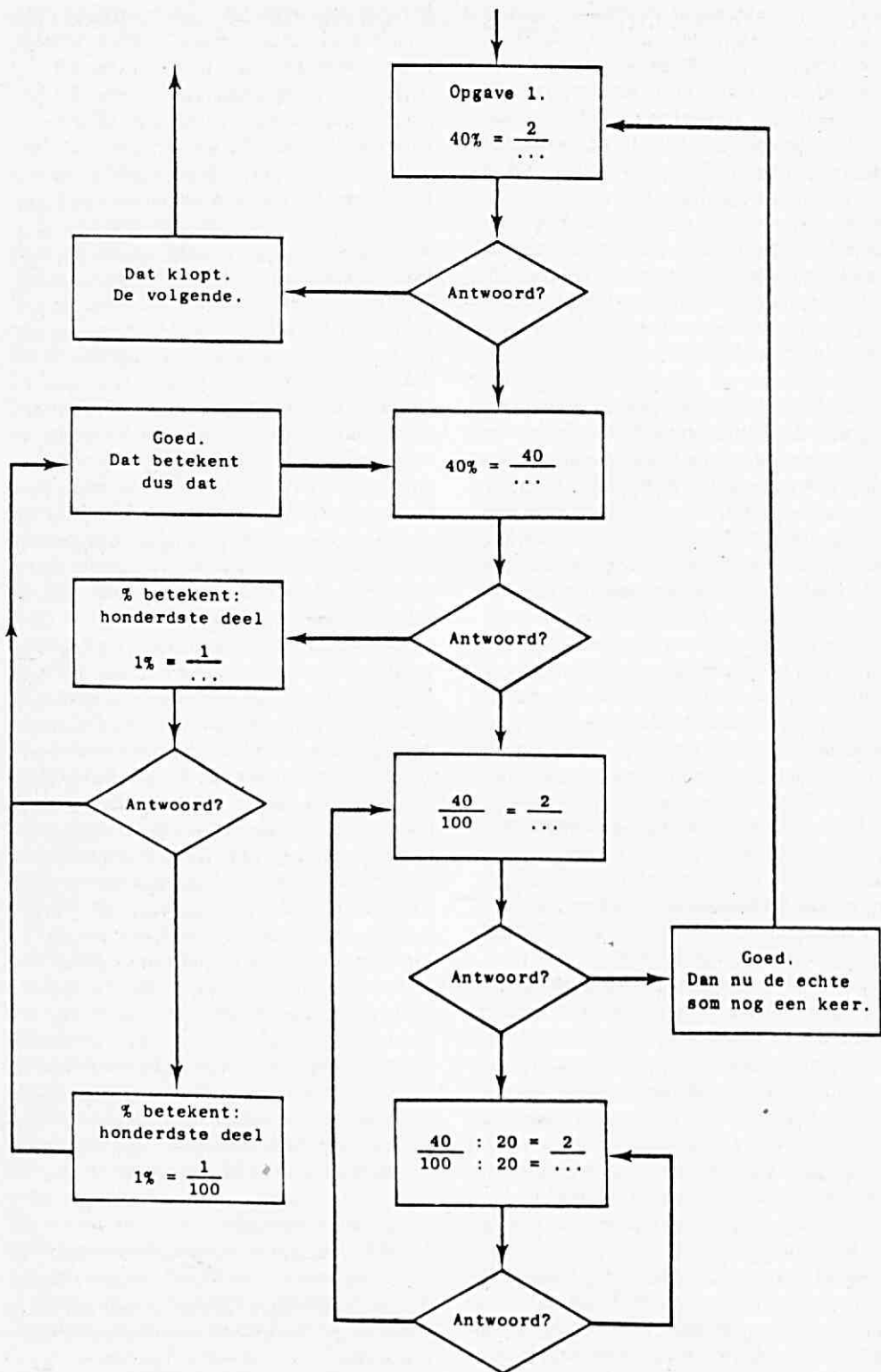
Aan de constructie van oefenprogramma's werd ook nog om een andere reden de voorkeur gegeven boven tutoriële programma's. Het onderwijzen van nieuwe leerstof gaat gewoonlijk gepaard met allerlei vormen van non-verbale communicatie: de leerkracht reageert niet alleen op vragen of opmerkingen, maar ook op gefronste wenkbrauwen, opengesperde of wellicht dichtgevallen ogen, open mond, enz. Gezien de huidige stand van de techniek is de computer in deze, voor tutorieel onderwijs essentiële, communicatievormen nog niet sterk. Met name in het lager onderwijs achten wij hierom het ontwikkelen van tutoriële lesprogramma's niet verstandig.

In het vervolg van deze paragraaf wordt eerst aan de hand van een voorbeeld ingegaan op de aard van het ontwikkelde lesmateriaal. Vervolgens worden de resultaten van het onderwijs met deze programma's gerapporteerd.

2.2 De lesprogramma's

Ter illustratie beschrijven we een prototypisch oefenprogramma, PROCOM, dat het omzetten van procenten in breuken oefent. Figuur 1 geeft een stroomdiagram van de programma-structuur.

De stapgrootte wordt in dit programma bepaald door de antwoorden van de leerling. Is



Figuur 1 Stroom-diagram Procom-les

het antwoord goed, dan volgt de boodschap 'Goed zo' en krijgt de leerling de volgende opgave gepresenteerd. Maakt de leerling een fout, dan start de feedbackloop, waarin een vast oplossingsalgoritme wordt afgewerkt. Extra zijstappen zijn mogelijk wanneer de leerling bepaalde deelvaardigheden, zoals het omzetten van een procent in een honderddelige breuk of het vereenvoudigen van een breuk, nog niet beheerst. Na enige omzwervingen komt de leerling uiteindelijk weer terug bij de oorspronkelijke opgave, die hij nog eenmaal correct moet beantwoorden alvorens door te gaan naar het volgende probleem. De stapgrootte is dus variabel en afhankelijk van de mate waarin de leerling de vaardigheid reeds beheerst.

Het is duidelijk dat de leerling in oefenprogramma's zoals PROCOD actief respondeert. Het antwoord van de leerling bepaalt de loop door het programma en speelt in dit opzicht een belangrijker rol dan de gevraagde response in tutoriële programma's die dikwijls niet uitstijgt boven het niveau van 'Druk op RETURN om verder te lezen'.

Naast de genoemde positieve kanten van oefenprogramma's als boven beschreven moet ook op een dikwijls genoemd nadeel worden gewezen: het algoritme, volgens welke in de feedbackloop het probleem in stapjes wordt opgelost, is onveranderlijk en inflexibel. Alle opgaven worden volgens hetzelfde vaste schema opgelost. Streefland (1983) signaleerde onlangs nog eens deze beperking. Het rigide programma vraagt om blinde regeltoepassing, rekent fout wat niet past in het vaste algoritme, maar daarom nog niet onjuist behoeft te zijn, en past zich kortom niet aan aan de manier waarop kinderen echt iets leren. Hieruit kan een negatieve attitude voortkomen: het kind beschouwt de reacties van de computer als volstrekt willekeurig en raakt onverschillig voor de affectieve lading van woorden als Goed! of Fout!

Het is niet mogelijk om deze kritiek eens en voor al te weerleggen. In feite vormt de bewering een van de standpunten in een al jaren voortwoedende strijd in de rekendidactiek. Toch zijn er wel enkele kanttekeningen te plaatsen.

In de eerste plaats wijzen vele auteurs (De Leeuw, 1979; Landa, 1976) erop dat het aanleren van complexe algoritmen vooronderstelt dat de constituerende vaardigheden, waaruit

het algoritme is opgebouwd, worden beheerst. Training van elementaire rekenvaardigheden heeft dus niet alleen ten doel om leerlingen inzicht in de getalstructuur bij te brengen maar ook om de betreffende vaardigheid tot zo'n graad van perfectie door te oefenen, dat hij met weinig inspanning kan worden geïntegreerd in hogere-orde vaardigheden. Het gaat er in dit geval dus niet zozeer om dat een bepaald type problemen van alle kanten wordt benaderd en bekeken, maar dat een basale rekenoperatie tot automatische handeling wordt gemaakt. Computer-programma's, die met dit oogmerk oefeningen aanbieden, doen er goed aan om de feedback niet steeds te variëren naar gelang van de verschillende oplossingsmethoden die de programmamaker heeft kunnen bedenken.

In de tweede plaats wijzen leerkrachten in het onderzoeksproject erop dat sommige leerlingen baat hebben bij een steeds wisselende aanpak, terwijl andere leerlingen beter tot hun recht komen in een veel houvast biedende leeromgeving. Voor dergelijke leerlingen is een computerprogramma, dat een vaardigheid volgens een standaard-aanpak aanleert, wellicht te verkiezen boven een leerkracht die een leerling bij elke opgave eerst vraagt om een schatting van het antwoord te maken en hem of haar 'dwingt tot het scherp verwoorden van de overwegingen, waarop de schatting werd uitgevoerd' (Streefland, 1983). De vaste methodiek kan ofwel voor alle leerlingen gelijk zijn, ofwel variabel tussen leerlingen, en aangepast aan bepaalde leerlingkarakteristieken.

Tenslotte moet gezegd worden dat van een negatieve attitude-vorming bij de kinderen die aan oefenprogramma's zoals PROCOD werken (in ons project althans) geen sprake is. Veeleer wordt door leerkrachten en leerlingen bij herhaling de sterke motivatie tot leren, die van de computerprogramma's uitgaat, benadrukt. Op dit punt lijkt Streeflands vrees voor de negatieve gevolgen van automatisering van het onderwijs niet door de feiten gesteund te worden.

2.3 *Effecten van het gebruik van de computer*

In deze paragraaf wordt ingegaan op de effecten van de computerlessen, waarbij onderscheid gemaakt wordt in leereffecten en effecten op motivatie en concentratie. De leereffecten werden nagegaan in vergelijkende onderzoeken met een tweetal lesprogramma's. Motivatie-effecten werden geregistreerd in

gesprekken met leerkrachten en leerlingen.

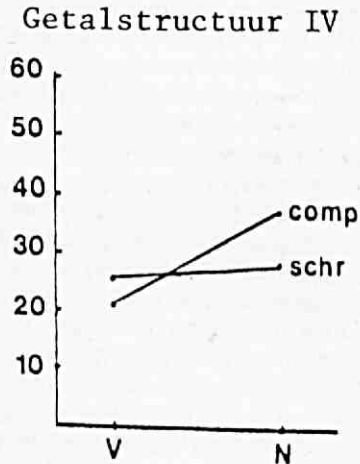
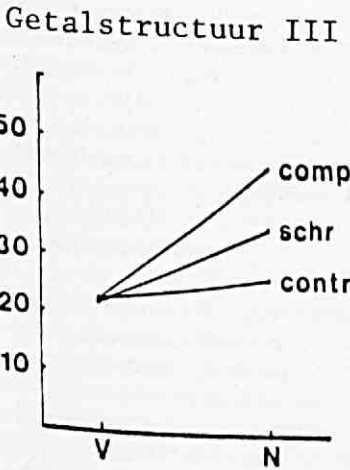
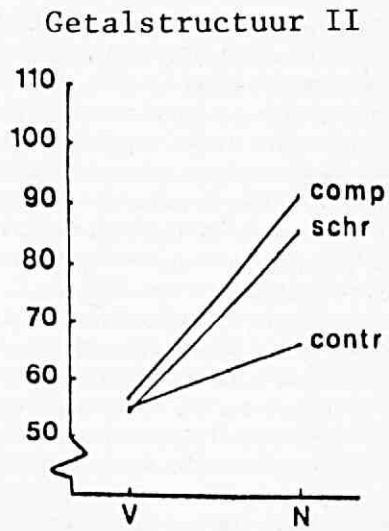
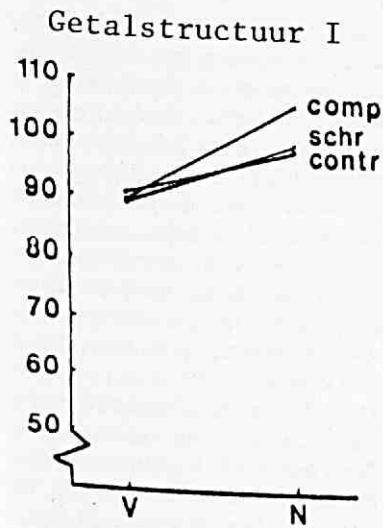
Het eerste programma, waarvan het leer-effect werd onderzocht, is het programma *Getalstructuur*. De les gaat over het bepalen van de plaatswaarde van een cijfer in een getal en bestaat uit verschillende onderdelen, die opklimmen in moeilijkheidsgraad. De prestaties van de leerling bepalen zijn of haar voortgang: telkens wanneer een tevoren vastgesteld criterium is bereikt, schakelt het programma over naar een volgend onderdeel. In het laatste onderdeel blijft de leerling oefenen tot de experimentele periode is afgelopen. Tabel 1 geeft een overzicht van de inhoud van de verschillende programma-onderdelen. Na oefening met gehele getallen (de eerste drie onderdelen) worden ook decimale getallen met ',' als oefenmateriaal aangeboden.

Aan een bepaalde klas werd een voortoets afgenomen om de voorkennis van de leerlingen vast te stellen. Vervolgens werden de drie laagst scorenden willekeurig verdeeld over een computergroep (COMP), een schriftelijke groep (SCHR) en een controlegroep (CONTR). Op dezelfde manier werden nog drie of vier drietallen van gelijk beginniveau willekeurig toegewezen aan de drie experimentele groepen. Enkele klassen (op verschillende scholen) vormden samen de steekproef van leerlingen waarop de effectmeting plaatsvond. De COMP-groep volgde het lespro-

gramma aan de terminal. De partner van hetzelfde niveau in de SCHR-groep kreeg op papier opgaven, die volgens dezelfde procedures werden gegenereerd als de opgaven uit het computerprogramma. Ze misten echter de uitvoerige extra uitleg, waarin het computerprogramma voorzag, wanneer de leerling een fout antwoord had gegeven. In plaats daarvan leverde de SCHR-groep aan het eind van de oefenzitting het schriftelijke werk in bij de leerkracht, die het nazag (de fouten aantreepde) en aan het begin van de volgende zitting teruggaf aan de leerling. Het verschil in behandeling tussen de COMP-groep en de SCHR-groep werd dus niet veroorzaakt door de opgaven, die werden aangeboden, maar door de extra uitleg, die de COMP-groep wel en de SCHR-groep niet ontving, en in de onmiddellijkheid van de feedback: de COMP-groep werd na elk antwoord meteen gecorrigeerd, de SCHR-groep kreeg pas aan het begin van de volgende oefenzitting het nagekeken werk terug. De oefentijd van beide groepen was gelijk. Dit hield in dat de SCHR-groep meer opgaven maakte dan de COMP-groep, die een gedeelte van de leertijd aan extra uitleg besteedde. De CONTR-groep ontving in het kader van het experiment geen bijzondere behandeling. Het effect van het programma *Getalstructuur* werd in enigszins gevarieerde vorm viermaal gemeten met groepen van resp. 60,

Tabel 1 *Overzicht programma Getalstructuur. Beschrijving van vijf programma-onderdelen naar soort vragen en feedback*

Deel 1	Feedback bij fouten
1. Hoeveel 10^i -tallen heeft dit getal? (Getal van vier cijfers, naar keuze met of zonder decimaalteken).	Splits het getal in eenheden, tientallen, honderdtallen, ...
2. Hoeveel is de {a, b, c, d} waard in dit getal? (Getal als bij deel 1; a, b, c, d zijn cijfers uit het getal).	Als bij deel 1.
3. Maak van de cijfers a, b, c en d een getal tussen 2500 en 7500, of tussen 2,5 en 7,5.	Getal is te groot/te klein. Niet de goede cijfers gebruikt. Na teveel fouten: terug naar deel 1 en 2.
4. Opgaven als bij deel 3. Daarnaast: Maak een zo klein mogelijk getal boven 2,5 of een zo groot mogelijk getal onder 7,5.	Getal is te groot/te klein. Niet de goede cijfers gebruikt. Getal kan nog groter/kleiner. Na teveel fouten: terug naar deel 1 en 2.
5. Opgaven als bij deel 4. De onder- en bovengrenzen zijn nu variabel.	Als bij deel 4.



Figuur 2 Resultaten van vier onderzoeken naar het leereffect van het programma Getalstructuur

57, 48, 40 leerlingen.

Figuur 2 toont de scores van de drie groepen op de voortoets en de natoets. De vier vergelijkende onderzoeken laten een homogeen beeld zien: COMP- en SCHR-groep leverden steeds een hogere prestatie op de natoets dan de CONTR-groep, maar verschilden onderling niet significant. De computergestuurde oefening heeft dus effect maar levert niet significant meer op dan schriftelijke oefening. Van belang is dat bij het derde onderzoek de samenhang tussen prestatie-stijging en scores op de Raven (nonverbale) intelligentietest werd nagegaan. Het bleek dat bij de schriftelijke groep de prestatie-stijging significant positief gecorreleerd was met intelligentie ($r = 0.7786$), terwijl bij de computergroep dezelfde coëfficiënt

-0.0496 was. Nadere inspectie van de data leert dat de verschillen in prestatie-stijging tussen de COMP-groep en de SCHR-groep voornamelijk te vinden zijn bij de leerlingen met een Raven-score van omstreeks 40 (maximum is 60) en lager. Leerlingen met een dergelijke, relatief lage, score vertonen als ze computergestuurde oefening krijgen nog een aanzienlijke prestatie-stijging. In de SCHR-groep is de prestatie-stijging evenredig met de intelligentie-score. Voor de meer intelligente leerlingen maakt de wijze van oefening dus weinig uit. Een oorzaak voor deze verschillen in effect zou gelegen kunnen zijn in het feit dat de meer intelligente leerlingen in de SCHR-groep voldoende hebben aan de feedback die zij krijgen (kennis van resultaten) om zelfstandig te leren.

De hulpstappen, die de computer bij fouten verschaft, voegt bij zulke leerlingen weinig aan de leersituatie toe. De minder intelligente leerlingen daarentegen zijn niet in staat om zelfstandig van het aangestreepte foute antwoord tot een goed antwoord te komen; zij hebben de hulpstappen van de computer nodig om te kunnen leren. Deze laatste groep leerlingen profiteert dus vooral van computergestuurde oefening (Dekker en Kok, 1982).

Een tweede vergelijkend onderzoek werd uitgevoerd met het lesprogramma 'Begrijpend lezen'. Bij de ontwikkeling van dit programma werd aangesloten bij noties van Anderson (1978) en Spiro (1979) die benadrukken dat bij lezen een wisselwerking moet ontstaan tussen de gelezen tekst en de lezer. Zwakke lezers onderscheiden zich met name door het feit dat ze hun algemene kennis onvoldoende gebruiken bij het opnemen en verwerken van nieuwe informatie. De doelstelling van het computerprogramma was activering van relevante voorkennis. Bij een korte tekst van ongeveer 600 woorden die de pp. naast de terminal voor zich had liggen, stelde het programma vragen over de structuur van het verhaal (hoofdpersoon, setting, belangrijkste handeling), over feitelijke informatie in de tekst (waarbij het antwoord op de vraag letterlijk uit de tekst te halen was) en over onderliggende verbanden in het verhaal (waarbij beantwoording een of meer inferenties vergde). Een algemeen probleem bij dit soort programma's vormt de manier waarop de leerling de vragen van de computer beantwoordt. Gaan we uit van de gangbare situatie, waarin het antwoord van de leerling letter voor letter wordt vergeleken met enkele door de programmeur bedachte alternatieven, dan zal het geval zich voordoen dat de leerling een juist antwoord geeft dat niettemin door de computer fout gerekend wordt, omdat het niet voorkomt op de van tevoren opgestelde lijst. Een dergelijke fout is zeer ongewenst, alhoewel hij ook in het niet geautomatiseerde onderwijs dikwijls gemaakt zal worden. Het probleem kan omzeild worden door de leerling een lijst van juiste en onjuiste antwoordmogelijkheden te presenteren waaruit een keus gemaakt moet worden. Deze oplossing heeft als bezwaar dat de leerling het antwoord niet actief hoeft te produceren, maar zich kan richten op het leren onderscheiden van juiste en onjuiste antwoorden. Zolang de computer nog niet is uitgerust met een (vooralsnog zeer kostbare) faciliteit

om uitingen in de natuurlijke taal te interpreteren, zullen computergestuurde taalprogramma's een oplossing voor deze handicap in de sfeer van de beschreven uitersten moeten bevatten. In het programma 'Begrijpend lezen' kon de leerling op de vragen naar de structuur van het verhaal en naar feitelijke informatie met open antwoorden reageren, waarbij het programma erop aandrong om zo kort mogelijk en zoveel mogelijk met woorden uit de tekst te reageren. De vragen naar onderliggende verbanden moesten in multiple choice vorm worden beantwoord.

Aan het vergelijkend onderzoek werkten 51 ppn. mee. De COMP-groep en de SCHR-groep werkten gedurende 8 weken wekelijks aan een nieuw verhaal. Het werk van de SCHR-groep werd door de leerkracht nagezien en aan het begin van de volgende zitting door de pp. verbeterd. Een zitting duurde ongeveer 25 minuten. Ook bij dit vergelijkend onderzoek bleek dat de COMP- en SCHR-groep een significant hogere prestatie stijging te zien gaven dan de controlegroep (verbetering: 3%). Het onderlinge verschil tussen COMP-groep (stijging: 14%) en SCHR-groep (stijging: 11%) was niet significant (Dekker en Kok, 1982; Dekker, 1981).

De conclusie is gerechtvaardigd dat training van reken- en taalvaardigheden effectief door de computer uitgevoerd kan worden, maar dat het rendement niet significant uitstijgt boven overeenkomstige schriftelijke oefening. Deze bevindingen stemmen overeen met de resultaten van het, overigens uiterst schaarse, vergelijkende onderzoek, dat elders heeft plaatsgevonden (zie bijvoorbeeld Gilbert, 1982). Onze proefopzet leende zich niet voor toetsing van de dikwijls geponeerde stelling dat computergestuurd onderwijs in minder tijd tot hetzelfde leerresultaat leidt dan andere instructievormen.

Naast deze prestatie meting is 'het evenwel van belang te wijzen op effecten in de sfeer van de motivatie en concentratie. Steeds weer wordt in de werkbesprekingen met de leerkrachten benadrukt dat de leerlingen gemotiveerd aan de computerlessen werken, ook wanneer ze nog veel fouten maken. De onmiddellijke reactie en de mogelijkheid om, na lezing van de feedback, de fout te verbeteren, maakt de functie van fouten in het leerproces tot wat zij eigenlijk moet zijn: een signaal dat de te leren vaardigheid nog niet volledig be-

heerst wordt en nog verdere oefening verdient. Sommige leerlingen melden in interviews dat ze het niet vervelend vinden om fouten te maken achter de terminal: het apparaat verliest zijn geduld niet (wellicht in tegenstelling tot sommige leerkrachten) maar maakt opnieuw duidelijk waar het nog aan ontbreekt in het betreffende leerproces. Een tweede belangrijk voordeel van computergestuurde oefening is de gunstige invloed op de concentratie. De onmiddellijkheid van de feedback houdt de aandacht van de leerling gevangen, ook wanneer zich in de klas andere activiteiten afspelen. Het is gewoonlijk de leerkracht die na twintig tot dertig minuten het eind van de computerles moet aankondigen. Leerlingen neigen ertoe om langer achter elkaar door te werken.

Het zijn vooral de gunstige effecten op motivatie en concentratie die de computer tot een bruikbaar didactisch hulpmiddel in het onderwijs maken.

3 Organisatorische aspecten van het werken met de computer

3.1 Keuze van de scholen

Om na te gaan op welke wijze de computer als hulpmiddel kon worden geïntegreerd in het gangbare klassikale onderwijs werden in de loop van het project (vanaf 1975) een twaalfstal scholen voor gewoon lager onderwijs in Amsterdam benaderd met de vraag of men belangstelling had voor deelname aan het project. Bij de keuze van de scholen is steeds de prestatie op de C.I.T.O.-toets als maatstaf genomen: zowel scholen, die laag scoren, als scholen, die gemiddeld of hoog scoren, namen deel aan het project. Voorts is getracht om een zekere spreiding in sociaal-economische context van de scholen te bereiken. Aan het project werkten zowel scholen uit relatief bevoorrechte stadswijken mee, als scholen uit saneringswijken met een hoog percentage allochtone leerlingen.

3.2 Begeleiding van de leerkrachten

De leerkrachten ontvingen vanuit het projectteam geen richtlijnen over de manier waarop de computer gebruikt moest worden. Ze genoten hierin volledige vrijheid. Het was immers een doelstelling van het project om na te gaan hoe de computer in de klas benut zou worden. Wel bestond er langs vier kanalen regelmatig

contact tussen leerkracht en onderzoekers. In de eerste plaats was voor storingen continu een telefoonnummer beschikbaar dat door leerlingen en leerkrachten gebruikt kon worden om storingen te melden of vragen te stellen. Bij een defect aan de apparatuur werd zo snel mogelijk een reserve-apparaat naar de school gebracht. In de tweede plaats vond twee keer per schooljaar een werkbespreking met de leerkracht plaats. Tijdens dit overleg werd een drietal zaken aan de orde gesteld. 1. *Situatie op school*: hoe lang werken leerkracht en leerlingen al met de computer; hoe kan de klas worden getypeerd; waar staat de terminal. 2. *Werkwijze*: gaan de leerlingen zelfstandig met de apparatuur om; wie kiest de leerlingen; wie kiest de programma's; hoe lang werkt een leerling gemiddeld; met welk doel wordt de computer gebruikt. 3. *Resultaten*: zijn er leer-effecten; hoe is de motivatie van leerlingen en leerkracht; welke voor- en nadelen kleven aan het gebruik van de computer in de klas. In de derde plaats vond eenmaal per jaar een gezamenlijke bespreking van alle leerkrachten plaats, waarop onderzoeksresultaten werden besproken, ervaringen werden uitgewisseld en de algemene gang van zaken aan de orde kwam. In de vierde plaats werd jaarlijks een vragenlijst aan leerkrachten en leerlingen voorgelegd waarmee nog eens schriftelijk de ervaringen met en attitudes ten opzichte van het gebruik van de computer konden worden vastgelegd.

Tenslotte wordt vermeld dat de leerkrachten wekelijks automatisch over de post een overzicht van gebruikstijden van hun klas ontvingen (per leerling leskeuze en hoeveelheid tijd in de les doorgebracht). Op verzoek kreeg de leerkracht van bepaalde lesprogramma's een samenvatting van de verrichtingen van de leerlingen die in de achterliggende week aan de les hadden gewerkt.

3.3 Algemene gang van zaken

Aan het begin van een cursusjaar kregen de leerlingen individueel of in groepjes van twee of drie uitleg over de werking van de terminal en de lesprogramma's. Ze werden zodanig vertrouwd gemaakt met de procedures dat ze zelfstandig via de telefoon contact konden leggen met de computer en de lesprogramma's starten. De uitleg werd gewoonlijk door een van de projectmedewerkers gegeven. Per klas was hiermee een dag gemeoid.

Tijdens de computerles werkten een of twee leerlingen gedurende vijftien minuten tot een half uur aan de terminal. Onderwijl gingen de klassikale activiteiten gewoon door. De terminal stond ofwel in de klas (en was dus alleen toegankelijk voor de leerlingen die zich in het klaslokaal bevonden), ofwel op de gang of in het documentatiecentrum (waar iedereen er gebruik van kon maken).

3.4 *Vormen van computergebruik*

Bij het analyseren van de vormen van computergebruik werden twee criteria gehanteerd:

1. wie wijst de leerlingen voor de computerles aan en op grond van welke overwegingen;
2. wie bepaalt welke computerles de leerling gaat maken. Met behulp van deze criteria konden drie gebruiksvormen worden onderscheiden.

a) *Zuiver remedieel*

In deze situatie wees de leerkracht de leerling aan en bepaalde welke computerles werd gemaakt. De keuze van de leerkracht geschiedde op grond van overwegingen van remedieel aard. Die leerlingen kwamen aan de beurt, die op een bepaald welomschreven onderdeel van de leerstof, waarvoor een programma beschikbaar was, duidelijke tekorten vertoonden. Het doel van het werken aan de computer was om de tekorten zoveel mogelijk op te heffen. Tot dit gebruikstype wordt ook de situatie gerekend, waarin een afzonderlijke remedial teacher de computer bij zijn of haar onderwijs inschakelde. Zo'n situatie bestond permanent op een van de twaalf participerende scholen: alleen de remedial teacher gebruikte de computer bij haar activiteiten. Overigens kwam het uitsluitend gebruiken van de computer voor zuiver remedieel doeleinden zelden voor.

b) *Aanvullend*

In dit geval koos de leerkracht weliswaar de leerlingen uit, maar liet hij of zij een bepaalde subgroep of de hele klas gelijkelijk aan bod komen. Soms werd een rooster gehanteerd, waarop de leerlingen konden aflezen op welk moment zij aan de beurt waren, en waarmee tevens gecontroleerd kon worden of ieder precies even vaak aan de beurt kwam. Alle leerlingen maakten de door de leerkracht uitgekozen les. Dikwijls vormde deze les een toets bij een klassikale instructie. De leerkracht had hiertoe bijvoorbeeld een invuloefening vervaardigd en

aan het bestand toegevoegd. Alle leerlingen maakten nu met het programma Vulzin deze invuloefening en lieten zien of zij de klassikale uitleg hadden begrepen. Zo konden ook allerlei rekenprogramma's als aanvulling bij het klassikale rekenonderwijs gegeven worden. Het aanvullend gebruik kon incidenteel plaatsvinden, maar ook een vast onderdeel van de dagelijkse activiteiten worden. Naarmate de leerkracht over meer ervaring en bekendheid met het lessenpakket beschikte, betrok hij of zij steeds vaker de computer als aanvullende oefengelegenheid bij het onderwijs.

c) *Verrijkend*

Tenslotte was het mogelijk dat de leerkracht leerlingen, die hun klassikale werk hadden voltooid, naar de computer verwees om daar gedurende de overgebleven tijd bezig te zijn met extra activiteiten, dikwijls in de vorm van spelprogramma's. Gewoonlijk koos bij deze gebruiksvorm de leerling het programma. In deze situatie werkten vooral de vlotste en de meest gemotiveerde leerlingen aan de computer. Deze gebruiksvorm kwam vooral voor bij onervaren leerkrachten, of bij leerkrachten die door overmatige drukte of andere oorzaken onvoldoende aandacht aan het computerwerk konden besteden.

3.5. *De rol van de leerkracht*

De drie geschetste gebruiksvormen laten zien dat de door ons ontwikkelde oefenprogramma's het beste tot hun recht komen, wanneer de leerkracht enige vorm van differentiatie bij het lesgeven heeft doorgevoerd. In ieder geval moet hij of zij toelaten dat leerlingen met twee verschillende activiteiten in de les bezig zijn: enkele (meestal een, soms twee) werken aan de computer, de overige zijn bezig met de klassikale activiteiten. Daarbij komt dat de leerkracht effectiever van het medium gebruik maakt naarmate hij of zij 1. beter op de hoogte is van het bestand aan computerlessen, 2. gemakkelijker in staat is om zelf leerstof toe te voegen, 3. een beter overzicht heeft over de onderscheiden vorderingen van de leerlingen. Leerkrachten verschillen in organisatietaalent. In ons project nemen sommige leerkrachten voortdurend ad hoc beslissingen over het aanwijzen van leerlingen voor de computerles, terwijl anderen een van te voren opgesteld schema (of het reeds genoemde rooster) hanteren, waardoor het computergebruik een

planmatige en zelfstandig verlopende nevenactiviteit in de klas wordt. Leerkrachten verschillen in tolerantie voor niet centraal gedirigeerde bedrijvigheid in de klas. Tenslotte zijn er individuele verschillen tussen onderwijzers en aanzien van de kennis van de inhoud van de computerlessen, het gemak waarmee leerstof in de computer wordt gezet en kennis van de differentiële kwaliteiten van de leerlingen.

Op basis van ervaringen in ons project kunnen we concluderen dat niet elke docent even gemakkelijk de computer als hulpmiddel zal kunnen inschakelen in het onderwijs. Als de neiging tot een centraal geleide en geïnitieerde wijze van lesgeven erg sterk is, komt er van de inschakeling van een computer als didactisch hulpmiddel vermoedelijk niet veel terecht.

4 De toekomst van het lager onderwijs en de informatietechnologie

Hoe gaat de school van de toekomst eruit zien? Een aantal profeten probeert elkaar te overtreffen in het doen van revolutionaire voorstellingen met betrekking tot de informatieverwerkings- en -opslagcapaciteit van de moderne electronica (zie bijv. Haefner, 1983; Hebenstreit, 1983). Concreter zijn de verwachtingen van Papert (1980) en Mills & Stonier (1982) over de rol van het schoolse onderwijs in de toekomst. Beide auteurs voorzien dat de school in zijn klassieke gedaante zal verdwijnen. Twee ontwikkelingen dragen hiertoe bij. In de eerste plaats zullen op een toenemend aantal plaatsen grote hoeveelheden informatie gemakkelijk toegankelijk zijn. Mogelijkheden als Viditel en geautomatiseerde gegevensbestanden in bibliotheken zijn hiervan voorbeelden. In de tweede plaats wordt dankzij de moderne elektronica de omgeving, zowel binnen als buiten de school steeds 'responsiever', waardoor de mogelijkheid om te leren niet meer aan de school gebonden is. Als men let op de animo die er bestaat voor het kopen van allerlei soorten van micro-computers dan krijgt men inderdaad de indruk getuige te zijn van een nieuwe culturele omwenteling, te vergelijken met de uitvinding van de boekdrukkunst en met de Industriële Revolutie in de eerste helft van de 19e eeuw. Kenmerkend voor de schetsen van het onderwijs van de toekomst is dat de leerling steeds zelfstandiger optreedt in het leerproces, zelf de benodigde kennis ver-

gaart, zichzelf trainingsmogelijkheden verschafft en zich op gelegen momenten laat corrigeren door mensen of machines. De school is in deze conceptie niet verdwenen maar heeft een heel andere functie en gedaante gekregen. De opvoeding tot sociaal en mondig lid van de samenleving krijgt er veel meer tijd en aandacht dan thans het geval is. Dat kan omdat de leerling door de moderne informatietechnologie in staat is om zichzelf op het cognitieve vlak kennis en vaardigheden eigen te maken. Op dit punt ligt in de school van de toekomst het initiatief veel sterker dan thans het geval is bij de leerling zelf. De leerkracht verleent uitsluitend hulp aan leerlingen die daarom vragen.

Zonder dit optimistische toekomstvisioen van de hand te wijzen of zelfs te willen ontcrachten is het verstandig om stil te staan bij wat er op dit moment feitelijk aan computertoepassingen in het onderwijs gerealiseerd is. De hoeveelheid computerondersteund onderwijs in het huidige curriculum van alle schooltypen is nog zeer bescheiden en voornamelijk van het type 'drill' and 'practice'. In dit artikel hebben we getracht om aan te tonen dat een dergelijke gebruiksvorm nuttig is, maar de tutoriële functie van de leerkracht niet zal overnemen. Voorts moet gesteld worden dat vergelijkend onderzoek naar het effect van met name computertoepassingen zoals LOGO, waarbij het initiatief volledig bij de leerling berust, tot op heden geen overtuigend positieve resultaten heeft kunnen laten zien. Een dergelijke aanpak houdt zelfs het niet denkbeeldige gevaar in dat de verschillen tussen leerlingen met uiteenlopende niveaus van algemeen cognitief vermogen groter zullen worden. Aan hen, die een grote intellectuele capaciteit bezitten, zal het gegeven worden diep door te dringen in het culturele erfgoed dat in elektronische media ligt opgeslagen. Aan hen die met een geringe cognitieve uitrusting zijn begiftigd, zal het gegeven worden om op een primitief niveau te blijven functioneren. Het lijkt vooralsnog verstandig om de functie van de overdracht van kennis en vaardigheden niet al te snel uit het onderwijs te verbannen.

Het is evident dat we met de moderne informatie- en communicatietechnologie een rijkdom aan nieuwe mogelijkheden ter beschikking hebben. Op een aantal gebieden worden in Nederland nu de eerste, nog wat ongecoördineerde, stappen gezet. De ervaringen, zoals die onder andere in het hier beschreven project

in het lager onderwijs te Amsterdam zijn opgedaan, rechtvaardigen de verwachting dat hiermee een vruchtbare en veelbelovende vernieuwing van het onderwijs is ingezet.

Literatuur

- Adviescommissie voor Onderwijs en Informatietechnologie, *Leren over informatietechnologie: noodzaak voor iedereen*. Den Haag: Staatsuitgeverij, 1982.
- Anderson, R. C., Schema-directed processes in language comprehension. In: A. M. Lesgold, J. Pellegrino, S. D. Fokkema, & R. Glaser (Eds.), *Cognitive Psychology and Instruction*. New York: Plenum Press, 1978.
- Beishuizen, J. J., Informatie verzamelen in een bibliotheek: coaching van zoekstrategieën. In: E. van Hees & A. Dirkwager (Eds.), *Onderwijs en de nieuwe media*. Lisse: Swets & Zeitlinger, 1982.
- Beishuizen, M. & E. Velema, *Geprogrammeerde instructie en Teaching Machines*: Nutseminarium voor de Pedagogiek, mededeling nr. 72. Amsterdam. Groningen: Wolters-Noordhoff, 1971.
- Dekker, A. J., *Een cursus begrijpend lezen gebaseerd op het schema-begrip; een vergelijkend onderzoek*. Doctoraal-scriptie. Amsterdam: Vrije Universiteit, 1981.
- Dekker, A. J. & E. J. Kok, De computer in het basisonderwijs. In: E. van Hees & A. Dirkwager (Eds.), *Onderwijs en de nieuwe media*. Lisse: Swets & Zeitlinger, 1982.
- Dirkwager, A., S. D. Fokkema & G. C. van der Veer (in voorbereiding), *Leren met Computers in het Onderwijs*. Eindrapport S.V.O.-project 113 B.
- Gilbert, L. A., Microelectronics in Education: Two Types of Innovation, Two Strategies. *International Journal Man-Machine Studies*, 1982, 17, 3-14.
- Haefner, K., *The Challenge of Information Technology to Education. A New Crisis in Education?* Proceedings Study Conference Computers and Education. Enschede: Technische Hogeschool Twente, 1983.
- Hebenstreit, J., *Learning about Information Technology*. Proceedings Study Conference Computers and Education. Enschede: Technische Hogeschool Twente, 1983.
- Landa, L. N., *Instructional Regulation and Control; Cybernetics, Algorithmics, Algorithmization, and Heuristics in Education*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, 1976.
- Leeuw, L. de *Leren Probleem-oplossen*. Lisse: Swets & Zeitlinger, 1979.

Mills, G. M. & T. T. Stonier, Trends and Prospects for Micro-computer-based Education. *International Journal Man-Machine Studies*, 1982, 17, 143-148.

Moore, O. K. & A. R. Anderson, Some principles for the design of clarifying Educational Environments. In: D. A. Goslin (Ed.), *Handbook of Socialization Theory and Research*. Chicago: Rand McNally & Co, 1969.

Papert, S., *Mindstorms. Children, Computers, and Powerful Ideas*. Brighton, Sussex: The Harvester Press, 1980.

Spiro, R. J., *Etiology of Reading Comprehension Style*. Technical Report No. 124. Urbana: University of Illinois, Center for the study of reading, 1979.

Streefland, L., De schone computer-schijn. *School*, 1983, 18.

Curricula vitae

J. J. Beishuizen studeerde psychologie aan de Vrije Universiteit te Amsterdam, hoofdrichting functioneel en methodenleer. Is sinds 1975 werkzaam in het project 'Leren met computers in het onderwijs' en sinds april 1983 projectleider. Van 1975 tot 1978 was hij verantwoordelijk voor het onderzoek naar de gebruiksmogelijkheden van de computer op vier lagere scholen te Amsterdam. Verricht sinds 1978 onderzoek naar de manier waarop 14- en 15-jarigen informatie verzamelen in een grote gegevensverzameling en naar de mogelijkheden om met behulp van een computercoach efficiënt zoekstrategieën aan te leren.

Adres: Vrije Universiteit, Vakgroep Functie- en Methodenleer, De Boelelaan 1115, 1007 MC Amsterdam

A. Dirkwager startte in 1968 met onderzoek betreffende het leren met computers in het onderwijs. Gepromoveerd in 1969 aan de V.U. op het onderwerp intelligentie en schoolprestaties met als een van de belangrijke conclusies, dat de kwaliteit van het onderwijs zeker zo belangrijk is als de intelligentie van de leerling voor de prestaties. Maakte in 1966-'67 een studiereis naar de Verenigde Staten. Is in 1974 gestart met onderzoek naar het leren met computers in de actuele onderwijs situatie in de basisschool. Tot 1 april 1983 projectleider van dit project. Sinds die datum hoogleraar instrumentatietechnologie aan de T.H. te Twente.

Adres: Technische Hogeschool Twente, Postbus 217, 7500 AE Enschede