

Computers in het onderwijs

Citation for published version (APA):

Uhlenbeck, E. M., Bruijn, de, N. G., & Levelt, W. J. M. (1982). *Computers in het onderwijs*. (Adviezen over onderwijs en informatietechnologie). Staatsuitgeverij.

Document status and date:

Gepubliceerd: 01/01/1982

Document Version:

Uitgevers PDF, ook bekend als Version of Record

Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

www.tue.nl/taverne

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

openaccess@tue.nl

providing details and we will investigate your claim.

148

Adviezen over Onderwijs en Informatietechnologie

COMPUTERS IN HET ONDERWIJS

E.M. UHLENBECK, N.G. DE BRUIJN, W.J.M. LEVELT

Advies aan de Minister van Onderwijs en Wetenschappen

Staatsuitgeverij, 's-Gravenhage 1982.

Inhoud

| | | |
|---|---|----|
| 1 | Taak en werkwijze van de commissie; samenstelling van haar eindrapport | 5 |
| 2 | Nadere bepaling van het onderwerp van de nota; terminologie | 6 |
| 3 | Algemene gezichtspunten | 8 |
| 4 | Algemene conclusies voor het beleid | 13 |
| 5 | Aanbevelingen | 15 |
| | Bijlage 1: Brief van de Minister van Onderwijs en Wetenschappen dd. 23 maart 1982 | 18 |
| | Bijlage 2: Lijst van geraadpleegden | 20 |

Taak en werkwijze van de commissie; samenstelling van haar eindrapport

Eind 1981 bereikte ons van de zijde van het Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen het verzoek om op korte termijn een verkenning uit te voeren naar de beïnvloeding van het onderwijs door de nieuwe van micro-elektronica afhankelijke technologieën en door het algemeen beschikbaar komen van computers. Aard en doel van deze verkenning werden in een schrijven van de Minister van 23 maart nader omschreven (zie bijlage 1).

- Op 18 januari 1982 werd een door ons samengestelde voorlopige notitie die een groot aantal vragen bevatte, aan een aantal Nederlandse onderzoekers met uiteenlopende wetenschappelijke competentie toegezonden met het verzoek om op deze notitie te reageren (zie bijlage 2).
- De ontvangen antwoorden zijn voor onze meningsvorming van veel waarde gebleken. Dank zij de buitenlandstudie die het Directoraat-Generaal Wetenschapsbeleid van het Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen in samenwerking met het Institut de l'Education in Parijs heeft laten verrichten, konden wij enig inzicht verwerven in het beleid dat in Engeland, Frankrijk, Denemarken, West-Duitsland en de Verenigde Staten zich op dit terrein aan het ontwikkelen is. Ook hebben wij kennis genomen van het rapport van de Verkenningcommissie Informatica-opleidingen in Nederland.
- Met gebruikmaking van de zo verkregen informatie werd in juni 1982 een voorlopig eindrapport samengesteld dat vervolgens opnieuw aan dezelfde Nederlandse correspondenten werd toegezonden, en ook aan prof. dr. Tj. Plomp, voorzitter van de Adviescommissie voor Onderwijs en Informatietechnologie. Na kennisneming van de binnengekomen schriftelijke reacties en na een bespreking met de heer Plomp en enige leden van de zojuist genoemde commissie, werd vervolgens het eindrapport vastgesteld. Het behoeft geen betoog dat wij alleen verantwoordelijkheid dragen voor de inhoud ervan.
- Het rapport is aldus samengesteld. Eerst wordt een nadere aanduiding gegeven van het onderwerp van de nota (paragraaf 2). Vervolgens worden in paragraaf 3 de algemene gezichtspunten geformuleerd die wij hebben gemeend te moeten aanvaarden. De vierde paragraaf bevat enige conclusies met betrekking tot het te voeren beleid. In een vijfde en laatste paragraaf wordt een aantal aanbevelingen gedaan.

2

Nadere bepaling van het onderwerp van de nota; terminologie

- 1 De term micro-elektronica wordt gebruikt bij het spreken over sterk geïntegreerde elektronische schakelingen en over de wijze waarop zulke geïntegreerde elementen worden toegepast.
Toepassing van micro-elektronica vindt men o.a. in:
 - a grote tot zeer grote computersystemen, zoals die in de universitaire rekencentra staan opgesteld;
 - b beeldschermen die door een micro-computer bestuurd worden;
 - c programmeerbare en niet-programmeerbare zakrekenmachines;
 - d telecommunicatiesystemen (telefonie, telegrafie, radio, televisie) en regelapparatuur.Men kan stellen, dat vrijwel alle elektronische apparaten vroeg of laat uitgevoerd zullen worden met elementen uit de micro-elektronica.
De meeste gebruikers van grote computersystemen werken aan een uit een beeldscherm bestaande terminal, waarin een micro-computer vele ondersteunende functies vervult. Door de snelle ontwikkeling op het gebied van de micro-computer zal de behoefte aan grote, centraal opgestelde rekenmachines sterk verminderen. De terminal met micro-processor kan dan in de rekenbehoeften voorzien, die thans nog slechts door de grotere rekenmachines worden gedekt.
- 2 Met informatica wordt in dit rapport aangeduid wat men globaal de kunst van het programmeren van computers en computersystemen zou kunnen noemen, soms de kennis van de software, genoemd ter onderscheiding van die van de hardware, en de kennis van de bouw van micro-elektronische apparatuur. De moderne ontwikkelingen maken het mogelijk veel software blijvend in hardware te realiseren. Dit vereist het sluiten van compromissen tussen (1) software (flexibel), (2) hardware (niet te veranderen, maar wel te vervangen), (3) kosten en (4) snelheid.
- 3 In deze nota zal ten aanzien van de term onderwijs de volgende indeling worden gemaakt:
 - a basisonderwijs;
 - b vervolgonderwijs, waarbinnen wordt onderscheiden tussen:
 - (1) algemeen vormende onderbouw
 - (2) voorbereidend wetenschappelijk onderwijs
 - (3) lager en middelbaar technisch onderwijs
 - (4) lager en middelbaar onderwijs in hoofdzaak op administratieve beroepen gericht
 - (5) algemeen vormend voortgezet onderwijs;
 - c hoger beroepsonderwijs, waarbij in het bijzonder te noemen vallen:
 - (1) hoger technisch onderwijs
 - (2) hoger administratief onderwijs
 - (3) de pedagogische academies
 - (4) de sociale academies;
 - d het wetenschappelijk onderwijs aan universiteiten en hogescholen;
 - e open vormen van onderwijs, nl.:

- (1) cursussen (Teleac)
- (2) postacademische vorming
- (3) de open universiteit.

- 4 Er zijn vijf gevallen te onderscheiden waarin het onderwijs met micro-elektronica in aanraking komt of zal komen:
 - a onderwijs in informatica
 - b onderwijs over bouw en werking van micro-elektronische apparatuur
 - c onderwijs omtrent de rol die micro-elektronica in bepaalde wetenschappen kan spelen (werktuigbouw bijv.)
 - d onderwijs omtrent de rol die micro-elektronica, in het bijzonder computers, in onze samenleving spelen
 - e onderwijs waarin micro-elektronica als hulpmiddel functioneert.

- 5 In het laatste van de onder 4 onderscheiden gevallen zullen in verband met het onderwijs vooral toepassingsmogelijkheden van computers worden beschouwd, zoals:
 - a hulp bij de administratie van de aan leerlingen toegewezen taken en van de vorderingen van die leerlingen, dit als onderdeel van de administratie van de leraar;
 - b presentatie van leerstof die voor de leerling nieuw is, met de mogelijkheid om extra toelichtingen en voorbeelden te bieden wanneer de leerling daarom vraagt;
 - c hulp die de computer aan de leerling geeft door: het verstrekken van opdrachten, het registreren van antwoorden van de leerling, het aan de leerling mededelen van een beoordeling van die antwoorden en eventueel op grond daarvan verstrekken van nieuwe opdrachten;
 - d repeteren van reeds eerder verwerkte leerstof;
 - e examineren en beoordelen;
 - f het op het gewenste ogenblik toegankelijk maken van door de leerling gewenste gegevensbestanden. In het bijzonder: het met behulp van een computer selecteren van gewenst materiaal dat bijv. op videolangspeelplaat ter beschikking staat.
Het is gebruikelijk om (b), (c) en (d) te zamen met de term CAI (=computer aided instruction) aan te duiden.

- 6 In deze nota zullen het hoger beroepsonderwijs en het wetenschappelijk onderwijs nagenoeg buiten beschouwing worden gelaten op grond van de overweging dat de betrokken instellingen in staat zijn hun eigen behoeften te bepalen en wegen te vinden om daaraan te voldoen.
Afgezien van de vraag of het technisch-wetenschappelijk onderwijs wel een juiste voorbereiding biedt op de toekomstige werkring van de afgestudeerden, kan in dit onderwijs tot op heden niet van ernstige onderwijskundige problemen op computergebied worden gesproken. De bestaande wettelijke regelingen laten grote vrijheid om met nieuwe onderwerpen te experimenteren. Over aanschaffing van de best mogelijke apparatuur valt niet te klagen. Een ernstige belemmering gaat echter een tekort aan gekwalificeerd personeel vormen. Het bedrijfsleven heeft hieraan een bijna onbeperkte behoefte en heeft aan goede mensen zeer aantrekkelijke voorwaarden te bieden.
Ook bij de HTS ligt de zaak duidelijk, zoals overal waar het onderwijs opleidt voor beroepen waarin computers gebruikt worden. Dit geldt niet of althans in veel mindere mate voor de sociale wetenschappen en de geesteswetenschappen, waar het nog onduidelijk is, hoe onderwijs in informatica en computerkunde in de studie moeten worden geïntegreerd.
Over de opleiding van computerspecialisten, op welk niveau dan ook, zal in de nota maar een enkele opmerking worden gemaakt.

3

Algemene gezichtspunten

- 1 Met de adviesgroep-Rathenau zijn wij ervan overtuigd dat het onvermijdelijk is, dat het massaal beschikbaar komen van de nieuwe produkten van de informatietechnologie op de Nederlandse samenleving een diepgaande invloed zal uitoefenen. Van deze invloed is het begin reeds duidelijk te zien. Alleen al op grond van de nauwe betrekkingen – economisch, politiek en cultureel – tussen Nederland en de rest van Europa zal het onderwijs in Nederland aan deze invloed niet kunnen ontkomen.
- 2 Aangezien het onderwijs voorbereidt op leven in en werken aan de samenleving van morgen, heeft het onderwijs tot taak de komende generaties inzicht te geven in de mogelijkheden, zowel ten goede als ten kwade, die de nieuw geschapen en zich steeds verder ontwikkelende, op zich zelf neutrale technologieën de mens verschaffen. De overheid kan deze zaken niet op hun beloop laten.
- 3 Wie sturen wil, kan dat alleen op basis van kennis van zaken. Ten aanzien van de hier aan de orde zijnde materie houdt dit in beginsel in dat de overheid zou moeten beschikken over (1) kennis van het onderwijs als deelsysteem binnen het geheel van de Nederlandse samenleving, (2) kennis van wat leren is en van de leerpsychologische gezichtspunten die tot nu toe aan ons onderwijs ten grondslag hebben gelegen, en (3) kennis van de aard van de nieuwe technologieën zelf en in het bijzonder van hun mogelijke maatschappelijke consequenties.
- 4 Drie wetenschapsgebieden (culturele antropologie/sociologie, psychologie met inbegrip van onderwijskunde en micro-elektronica/informatica) zouden de inzichten hebben te leveren om wenselijk geachte onderwijshervormingen aan te geven en voor te bereiden. Door het stichten van samenwerkingsverbanden en de uitvoering van concrete projecten zouden de op deze gebieden werkzame vakgroepen en instituten daarvoor kunnen worden ingeschakeld.
- 5 Zowel omvang als aard en snelheid van de komende ontwikkelingen zijn slecht te bepalen. Het vinden van zinvolle toepassingsmogelijkheden van hetgeen technisch reeds mogelijk is, is een zaak van creativiteit. Algemeen bestaat echter de verwachting, dat de ontwikkelingen snel zullen verlopen en dat zij op vele sectoren van het maatschappelijk leven hun invloed zullen doen gelden. Indien deze indruk juist is, dan is de tijd die beschikbaar is om een beleid te formuleren en te implementeren, nog maar kort. Dit heeft voor de inhoud van het beleid consequenties.
- 6 Ook bij massale ingebruikneming van computers zullen bij het onderwijs docenten niet gemist kunnen worden. Het gezamenlijk leren met steun van meer ervarenen die begrip en belangstelling voor kennisoverdracht hebben, achten wij een blijvend kenmerk van goed onderwijs op ieder niveau. Wel kan worden voorzien dat de positie van de docent wijziging zal ondergaan; de rol van begeleider zal sterker dan voorheen op de voorgrond treden.

- 7 Het verwerven van inzicht zonder daarbij ook feitenkennis op te doen, achten wij niet mogelijk. Naast het verwerven van parate kennis zal echter meer dan vroeger van belang worden het verwerven van inzicht, hoe en waar men de op een bepaald moment benodigde kennis kan verkrijgen. Daarbij dient echter gewaakt te worden voor verzwakking van de kritische zin. Niet alle gegevens zijn, omdat zij opgeslagen zijn, ook betrouwbaar.
- 8 De basisprincipes van de informatica zijn voor vrijwel iedereen van belang. De algoritmieken, 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 een fundamentele intellectuele discipline, die pas met de komst van de computer tot wasdom is gekomen.
- 9 Men kan de vraag stellen of niet reeds in het basisonderwijs algoritmieken zou moeten worden onderwezen. Het is echter zeer de vraag of er een voldoende grote groep onderwijzers is die dit onderwijs thans reeds kan dragen. Iets dergelijks geldt eigenlijk ook voor de eerste twee jaren van het vervolgonderwijs, dus voor de 12-13-jarigen. Men kan in eerste instantie beter aan iets oudere leerlingen denken. Een belangrijker reden om in de eerste plaats aan oudere leerlingen te denken is dat daarbij een betere ondergrond voor algoritmieken aanwezig is, o.a. ten gevolge van enige jaren wiskunde-onderwijs. Er is in Nederland (o.a. met begeleiding van het Onderwijscomputercentrum te Utrecht) sinds ongeveer 1968 nogal wat ervaring opgebouwd met betrekking tot onderwijs in algoritmieken aan ongeveer 14-15-jarigen (bijv. in 3de en 4de klas VWO en HAVO). Een bijzondere aantrekkelijkheid van de algoritmieken op dit niveau is dat de zelfwerkzaamheid van de leerling kan leiden tot het ontplooiën van eigen initiatieven, zoals het zich zelf stellen van opgaven.
- 10 Het inzicht onder 8 geformuleerd zal consequenties hebben voor de inhoud van het moedertaalonderwijs, zeker van dat wat in het vervolgonderwijs gegeven wordt, doordat de logische, propositionele analyse van teksten een sterker accent zal moeten krijgen.
- 11 Bij invoering van informatica-onderwijs zou voor ieder schooltype moeten worden bepaald welk van de drie volgende niveaus men zou willen bereiken.
- a Het operatorsniveau: het bedienen van een apparaat met inbegrip van de organisatie van invoer en uitvoer van gegevens, alles volgens volledig gespecificeerde voorschriften.
- b Het eenvoudige programmeursniveau: het beschrijven van eenvoudige algoritmen (waarvan de uitvoering-met-de-hand volkomen duidelijk is) in geheel volledige voorschriften, die in een voor de computer verwerkbare taal tot een programma worden gemaakt.
- c Het probleemoplosniveau: het zelf bedenken van een algoritme waarvan de uitvoering de oplossing levert van een gegeven probleem.
- Bij het voorbereidend wetenschappelijk onderwijs zou men wellicht tot c kunnen gaan, bij het lager technisch onderwijs tot a. Voor alle leerlingen is het gewenst kennis te maken met geautomatiseerde systemen uit de praktijk, zoals tekstverwerking, geldverkeer, administraties, reserveringssystemen, postcode en verkeersregelingen.
- 12 Als computerkunde, of informatica, wordt opgevat als de kunst om denkprocessen in algoritmen om te zetten en die door een computer te laten uitvoeren, kan men op dit ogenblik het beste denken aan plaatsing binnen het wiskunde-onderwijs, geheel onafhankelijk van de vraag of het huidige bestand aan wiskundeleraars zonder verdere voorbereiding tegen deze

taak is opgewassen. Plaatsing bij het wiskunde-onderwijs wordt niet op principiële, maar op praktische gronden bepleit. De intellectuele waarde van die algoritmiek zal, naar te verwachten is, vruchten afwerpen op andere terreinen, niet alleen in de bètavakken, maar ook in de taalkunde en in administratieve en juridische vakken. Maar wederzijdse beïnvloeding van wiskunde en informatica is op dit moment het sterkst. Daarmee is niet gezegd dat wij de opvatting van veel wiskundigen delen als zou informatica eenvoudig een deel van de wiskunde zijn.

Gezien de betrekkelijk bescheiden omvang van wat aan informatica-onderwijs strikt noodzakelijk wordt geacht, en de plaatsing ervan in bijv. de wiskunde, moet men niet denken aan zoiets als een schoolvak 'informatica', maar aan een onderdeel van een schoolvak als 'wiskunde'. Als zodanig zou informatica vergeleken kunnen worden met onderdelen als trigonometrie, stereometrie, e.d. Om concreet te zijn: 1 à 2 wekelijkse lessen gedurende een vol jaar zou voorlopig ruimschoots voldoende zijn.

- 13 Maar er is in computerkunde meer te doen dan alleen algoritmiek. Er zou nog moeten worden bekeken of de wiskundeleraar aspecten die buiten zijn eigenlijke vakgebied liggen er nog bij kan doen, eventueel gesteund door materiaal dat in computer of video-apparatuur is ingeblikt. Ten aanzien van aspecten van bijv. boekhoudkundige aard zal een docent in administratief gerichte vakken waarschijnlijk voor het geven van leiding geschikter zijn dan de wiskundige. En zodra men op het niveau van beroepsonderwijs komt, zou de keus kunnen worden bepaald door te vragen welke docent het best op de hoogte is van het gebruik van de computer in het betreffende beroep.
- 14 Veel waarde moet worden gehecht aan het op brede schaal aanbrengen van het inzicht in de belangrijke rol die computers nu al (en ongetwijfeld later in toenemende mate) in het maatschappelijk leven spelen. Hierdoor kan de maatschappelijke weerbaarheid worden bevorderd. Het gevaar is namelijk allerm minst denkbeeldig dat velen door de informatisering en computerisering van de maatschappij het gevoel krijgen niet zelfstandig meer te kunnen deelnemen aan het voor hen geheel ondoorzichtig functionerende maatschappelijke leven. Wij koesteren de verwachting dat bevordering van maatschappelijke weerbaarheid in de toekomst een steeds belangrijker doelstelling zal worden van onderwijs en van voorlichting door overheidsorganen, vakbeweging, bedrijfsleven en consumentenbonden.
- Niet nodig is het echter om als algemene doelstelling te aanvaarden het verwerven van inzicht in de technologie van de computer zelf. Velen in onze maatschappij zullen in toenemende mate te maken krijgen met computers die op grote gegevensbestanden opereren. Een zekere voorbereiding hierop via de school is wenselijk, waarbij tevens aandacht zou kunnen worden besteed aan het gevaar van inbreuk op onze privacy en op mogelijkheden van machtsmisbruik. Het duidelijkste punt dat geschikt is om in het onderwijs te worden gebracht, is de vraag welke functies de computers vervullen in kantoor en fabriek, en welke rollen in de bediening ervan door mensen worden gespeeld. Ook de technologie van de computer zelf kan in het onderwijs aan de orde komen. Een interessant punt is daarbij de nog jonge geschiedenis van het computertijdvak, en de oudere geschiedenis van de voorlopers ervan (w.o. het ontstaan van mnemotechnische hulpmiddelen, het schrift).
- Voorlichting over de rol van de computer in onze cultuur hoeft niet op de voor zoveel ander materiaal gebruikelijke examineerbare basis te gebeuren. Het is heel goed mogelijk het te laten verzorgen door centraal voor Nederland geproduceerd videomateriaal, dat bijv. jaarlijks wordt ververst. Tegelijk zou men dan allerlei andere aspecten

ten van de automatisering kunnen tonen die gevaar lopen onder tafel te verdwijnen doordat ze moeilijk examineerbaar zouden zijn of doordat de docenten niet of niet meer op de hoogte zijn. Het tonen en bespreken van zulk filmmateriaal behoeft niet aan het informatica-onderwijs gekoppeld te zijn. Het zou trouwens gericht kunnen zijn op groepen van leerlingen die geen of nog geen informatica-onderwijs krijgen.

- 15 Men kan vragen of bij beschouwing van de computer tevens aandacht moet worden besteed aan de mens als informatieverwerker. Als ideaal zou men zich kunnen stellen dat in het onderwijs de beginselen worden gedoceerd van het functioneren van het menselijk geheugen, denken en beslissen, en van de rol van de taal bij die functies. In verband hiermee moet de vergelijking van natuurlijke talen en programmeertalen aandacht krijgen. Op academisch niveau zou dit zeker moeten geschieden, en ook bij de opleiding van leraren en onderwijzers (en dat niet alleen vanwege het informatica-onderwijs). Het lijkt echter niet nodig deze materie als volwaardig schoolvak ter ondersteuning van en naast het informatica-onderwijs in te voeren. Gewaarschuwd dient te worden tegen naïef gepsychologiseer over computers. Het over-interpreteren van gangbare antropomorfe uitdrukkingen als 'geheugen', 'intelligente terminal', 'taal', dient noch de zaak van de informatica, noch die van het onderwijs in de psychologie. Een andere kwestie is dat, bijv. in het informatica-onderwijs, de rol van de gebruiker in een informatieverwerkend systeem wordt behandeld. Daarnaast kan men verruiming van het gezichtsveld bevorderen door het beschikbaar maken van goed videomateriaal over mogelijkheden en beperkingen van menselijke informatieverwerking.
- 16 De vraag in hoeverre de computer zelf als hulpmiddel bij het onderwijs ingeschakeld kan en moet worden (computer assisted instruction), eist afzonderlijke beantwoording. Hieronder is begrepen het onderzoek naar de mogelijkheden computers in te schakelen voor individueel onderwijs, van bijzonder belang voor hen die door ziekte bijv. aan het normale onderwijs lange tijd niet hebben kunnen deelnemen of door andere omstandigheden van zulk onderwijs verstoken zijn.
- 17 Een van de facetten van de moderne goedkope computers zal zijn dat ze als zeer eenvoudig bedienbare schrijfmachines kunnen worden gebruikt. Men kan zich daarom afvragen of er nu op de basisschool geen plaats is voor enig onderrecht in machineschrijven.
- 18 Het is van fundamenteel belang te vragen naar een leerpsychologische basis van alles wat er op het gebied van onderwijs met computerhulp wordt of kan worden opgezet. Al kan men dan niet hopen op de daarbij rijzende vragen op korte termijn antwoord te krijgen, men kan althans hopen dat deskundigen op het gebied van onderwijs zich erover buigen. Omdat er nog onvoldoende kant en klare theorie beschikbaar is, moeten leerpsychologische richtlijnen voor het onderwijs met computerhulp in eerste instantie worden ontwikkeld door evaluatie van experimentele onderwijsprogramma's. Voortijdige fixatie van zulke onderwijsvormen zou aan het belang hiervan geen recht doen en tot onnodige teleurstellingen aanleiding kunnen geven. Vereist is realistisch onderzoek naar de mogelijkheden van de computer in het onderwijs in cognitief en affectief opzicht. Er zijn individuele verschillen die invloed kunnen hebben op de effectiviteit van onderwijs met computerhulp. Daar zijn in de eerste plaats verschillen in algemene intelligentie, of in bijzondere intellec-

tuele begaafdheden, zoals taalbegaafdheid of visueel voorstellingsvermogen. Vervolgens denke men aan persoonlijkheidsverschillen, zoals doorzettingsvermogen en frustratietolerantie. Ten slotte kunnen ook hier milieuverschillen, zowel in economisch als in cultureel opzicht, een rol spelen in de mate waarin deze vorm van onderwijs de leerling zal aanspreken. De ontwikkeling van dit onderwijs zal hand in hand moeten gaan met psychologisch onderzoek naar de effecten van zulke individuele verschillen. Dat voor het traditionele onderwijs de betekenis van deze variabelen niet steeds de aandacht heeft gekregen die zij verdient, kan geen excuus zijn om zulk onderwijskundig onderzoek ook in dit kader onvoldoende aandacht te geven. Integendeel: we gaan een lange periode tegemoet waarin het onderwijs in Nederland met deze hulpmiddelen zal moeten leven.

- 19 Onderzoek omtrent de mogelijkheden van door de computer gesteund onderwijs zal dienen te geschieden door goed voorbereide en vooral goed begeleide experimenten op kleine schaal te laten verrichten door kleine teams met onderwijservaring en met onderwijskundig inzicht.

Algemene conclusies voor het beleid

In het licht van de onzekerheid over de aard en omvang van de toekomstige ontwikkeling verdient een gemengde en flexibele beleidsstrategie de voorkeur, d.w.z. een beleid dat uiteenlopende componenten bevat maar niettemin een samenhangend geheel vormt van (1) direct te nemen maatregelen, (2) aanvaarding van richtlijnen (die steeds vatbaar moeten blijven voor revisie), (3) op touw zetten van onderwijsexperimenten, (4) het laten uitvoeren van wetenschappelijke onderzoeksprojecten van korte tijdsduur (bijv. één jaar), (5) het instellen van werkgroepen voor advisering of voor onderzoek op langere termijn.

Deze combinatie van verschillende beleidscomponenten dient zo spoedig mogelijk te worden vastgesteld, waarna het geheel in uitvoering kan worden genomen.

In het licht van de snelheid van de te verwachten ontwikkelingen hebben nu reeds realiseerbare, maar waarschijnlijk niet optimale oplossingen de voorkeur boven het achterwege laten van maatregelen in afwachting van het misschien na verloop van vele jaren beschikbaar komen van betere oplossingen.

Gezien de te verwachten maatschappelijke consequenties van de nieuwe technologieën, die voor alle Nederlanders merkbaar zullen zijn, zou men zo spoedig mogelijk op grote schaal onderwijs moeten geven over de basiskennis op het gebied van informatica en over de rol van de computer in onze cultuur.

Wegens de traagheid waarmee veranderingen in het onderwijs kunnen worden gerealiseerd, is het zaak de mogelijkheden van andere, buiten het onderwijssysteem staande onderwijsvormen (bijv. Teleac) goed te exploreren, de deelname eraan te propageren en grote zorg te besteden niet alleen aan de inhoud, maar ook aan vormgeving, presentatie en follow-up van dergelijke voor een groot publiek aan te bieden cursussen.

Op grond van de complexiteit van de problematiek zal de binnen de universiteiten, de technische hogescholen en het bedrijfsleven (bijv. Philips) aanwezige expertise door de overheid moeten worden benut, niet alleen in de vorm van advisering, maar vooral voor planning en gezamenlijke uitvoering van korte- of lange-termijnonderzoek.

Het is gewenst na te gaan welke wijzigingen in de studieprogramma's van de pedagogische academies en lerarenopleidingen op korte termijn moeten worden aangebracht. Tevens zal moeten worden getracht in het kader van de open universiteit en van het postacademisch onderwijs snel tot actie over te gaan wat betreft bijscholing van docenten.

Op grond van de mogelijkheid dat de computer een positieve invloed heeft op de kwaliteit van het onderwijs, zal spoedig een onderzoek moeten worden ingesteld naar de mogelijkheden om in beperkte mate onderwijs in propositionele tekstanalyse in het voortgezet onderwijs te laten geven, met name door docenten Nederlands.

Daar de computertechnologie en informatica belangrijk zullen zijn voor de industriële innovatie, zal in de eerste plaats in het technisch

onderwijs zo snel mogelijk het onderwijs in computertechniek, algoritmie, micro-elektronica en informatica een vaste en grote plaats moeten gaan innemen. Ook bij het economisch en administratief onderwijs zal een bij de behoeften aansluitend programma moeten worden ingevoerd. Daarbij zal tevens aandacht moeten worden besteed aan de mens als informatieverwerker en de aanpassing van informatiesystemen aan de gebruiker.

Wegens de snelle technische ontwikkelingen dient van het begin af aan de herscholing van de bij dit onderwijs betrokken docenten te worden geregeld.

Daar de kwaliteit van het universitair onderwijs afhankelijk is van de kwaliteit van het universitaire onderzoek, zal met alle middelen waarover de universitaire instellingen beschikken, het onderzoek op de hierboven genoemde gebieden moeten worden bevorderd. Met name zal moeten worden gedacht aan uitzending van begaafde jonge Nederlanders naar buitenlandse centra, het creëren van tijdelijke posities voor bijzonder begaafden en het tijdelijk aantrekken van buitenlandse experts.

Dat het onderwijs met computerhulp met veel klem zal worden aanbevolen door de commercie, maar ook door enthousiaste onderwijsexperimentalisten, is zonder meer te verwachten. Het is belangrijk ontwikkelingen op dit gebied nauwkeurig te volgen en zo mogelijk aan objectief onderzoek te onderwerpen. Wanneer men op dit gebied te veel tegelijk doet, en ook wanneer men alle ontwikkelingen probeert tegen te houden, loopt de zaak uit de hand.

Aanbevelingen

- 1 Er dient naar te worden gestreefd aan alle leerlingen in de leeftijdscategorie van 14 à 15 jaar enig onderwijs in de informatica (d.w.z. programmeeronderwijs en in het algemeen: onderwijs in automatiseringsverschijnselen in onze maatschappij) te geven, bij elk denkbaar schooltype, op een manier die aan dat schooltype is aangepast.
De hier genoemde leeftijden zijn gebaseerd op een overgangstoestand waarbij het verstandig is het nieuwe vak buiten de eindexamensfeer te houden.
- 2 Dit onderwijs kan het snelst van de grond komen als het gegeven wordt als deel van het wiskunde-onderwijs, mits zulks er niet toe leidt, dat de maatschappelijke en overige niet-wiskundige aspecten onvoldoende aandacht krijgen. Daar in de overgangstoestand van de komende jaren integrale uitvoering moeilijk zal zijn, is het gewenst te beginnen op basis van vrijwillige keuze door de docent. Daartoe dient een bevoegde instantie voor alle schooltypen onderwerpen aan te wijzen die zouden mogen worden ingeruild tegen de informatica. Voorlopig kan worden gedacht aan 1 à 2 wekelijkse lessen gedurende 1 jaar.
Bij schooltypen waar het wiskunde-onderwijs hiertoe geen ruimte biedt, of geheel afwezig is bij de genoemde leeftijdscategorie, zou een analoge regeling moeten gelden, bijv. in het kader van het onderwijs in administratief of technisch gerichte vakken.
- 3 Aanbevolen wordt om bij dit onderwijs gebruik te maken van eenvoudige voor de consumentenmarkt bestemde micro-computers, met zorg te kiezen. Er is geen aanleiding om te streven naar een zelfde type voor alle scholen. Bij de aanschaffing zal in verband met de stormachtige ontwikkeling, rekening gehouden moeten worden met afschrijvingstermijnen in de orde van 5 jaar.
Voor dit eenvoudige schoolgebruik zou het voorlopig niet verstandig zijn te streven naar telefonische aansluiting op grote computersystemen via terminals, tenzij dit in aanschaffing en bedrijfsvoering zeer veel voordeliger en betrouwbaarder zou zijn.
Inzake specifieke technische eisen kan betrekkelijk gemakkelijk onderzoek worden gedaan, o.a. door zorgvuldige enquêtes onder de docenten die thans reeds apparatuur gebruiken.
Binnenkort zullen er computers op de markt zijn die in hogere talen (zoals PASCAL) kunnen worden geprogrammeerd, waardoor het halfslachtige werken met talen als BASIC niet meer nodig zal zijn. In 1983 zal er misschien al een Teleac-cursus over PASCAL gegeven worden, waarbij voor zeer lage prijs bijbehorende apparatuur wordt geleverd.
Programmeerbare zakrekenmachines zijn zeker in hun huidige vorm een armzalig substituut voor de micro-computer met beeldscherm. Het gebruik ervan voor informatica-onderwijs moet worden ontraden.
Er zal ook aandacht moeten worden besteed aan de bij het informatica-onderwijs te gebruiken programmeertalen. Er is genoeg ervaring opgedaan om tot verantwoorde keuzes te komen. Op het Mathematisch Centrum te Amsterdam is op de Afdeling Informatica

onlangs een speciale programmeertaal voor beginners ontworpen, die een geschikte kandidaat is wanneer het om een inter-actieve taal gaat. Anders is wellicht PASCAL geschikt.

Vermeden moet worden dat scholen voorbarig tot kostbare computeraanschaffingen overgaan en daarmee zich voor lange tijd binden aan de beperkingen van de aangekochte apparatuur. De invloed van een eerste aanschaffing kan zeer groot zijn ten gevolge van de eis van 'compatibility', die aan alle volgende aankopen van hoofd- en randapparatuur wordt gesteld. De veronderstelling dat dit voor software minder zou gelden dan voor hardware, is onjuist.

Het onlangs in Twente opgerichte centrum voor onderwijs en informatietechnologie dat het gehele onderwijsveld heeft te adviseren over dit informatica-onderwijs en over de keuze van apparatuur, zal zulks het beste kunnen doen in samenwerking met het onderwijs-computercentrum te Utrecht, dat over veel ervaring beschikt op dit gebied. Het ligt voor de hand dat dit nieuwe centrum niet alleen overleg pleegt met onderwijskundigen en vertegenwoordigers van de bètawetenschappen, maar ook met taalkundigen en psychologen, in het bijzonder psycholinguïsten.

- 5 Men moet er niet naar streven het informatica-onderwijs of de aanschaffing van daarvoor bestemde apparatuur te koppelen aan voorzieningen met door computers gestuurd, geleid, gegeven of geadministreerd onderwijs.
- 6 Er moet zo spoedig mogelijk worden begonnen aan de produktie van filmmateriaal (bij voorkeur voor videoapparatuur) waarin op een duidelijke en bevattelijke wijze een inzicht wordt geboden in de taken die de computer thans reeds in onze samenleving vervult. Ook zou getracht kunnen worden een beeld te geven van bepaalde toekomstige taken. Zulk materiaal zou voor verschillende schooltypen verschillend kunnen zijn. In het algemeen zal men moeten bedenken dat zulk materiaal slechts enkele jaren gebruikt kan worden. Zulke films zouden ook iets kunnen laten zien van de geschiedenis van het computertijdperk, van de technologie van de computer zelf en van de rol van de gebruiker van zulke informatiesystemen.
De produktie en de vertoning van zulk filmmateriaal zouden los kunnen staan van het informatica-onderwijs.
- 7 Er moet een instituut worden aangewezen dat de opdracht krijgt om informatie te vergaren en ter beschikking te stellen omtrent de tot dusverre opgedane ervaring inzake onderwijs met computers als hulpmiddel. Daarbij dienen alle facetten aan bod te komen, zoals het door computers geleid, gesteund, gestuurd, gegeven, geadministreerd of beheerst onderwijs, het onderwijs met behulp van grote informatiebestanden en voorts het door computers gesteunde repeteren en examineren. Deze instantie zou contact moeten houden met buitenlandse centra en met alle groepen in eigen land die op dit gebied experimenteren. Wellicht zou aan SVO en ZWO kunnen worden verzocht te zamen hier de nodige initiatieven te nemen.
Aan onderwijskundige experimenten op al deze gebieden, al of niet in opdracht van de overheid uitgevoerd, moet zoveel mogelijk ruimte gegeven worden. Een onafhankelijke instantie zou moeten worden belast met het geregeld evalueren van deze experimenten.
Het ligt voor de hand het bovengenoemde instituut tevens te belasten met overeenkomstige activiteiten ten aanzien van andere audiovisuele toepassingen van de micro-elektronica, zoals bijv. de video-recorder, zeker wanneer die in samenwerking met een computer opereert.
- 8 Indien in verband met de hoeveelheid mankracht die het ontwerpen van lesmateriaal vergt, overgegaan wordt tot het gebruik van bestaand Engelstalig en in het algemeen

van in een andere taal dan het Nederlands gesteld materiaal, zal zorgvuldige aanpassing aan de Nederlandse onderwijssituatie nodig zijn.

- 9 Aan mogelijke innovaties die de toepassingen van de micro-elektronica en van het algoritmisch denken in het basisonderwijs zouden kunnen brengen, moet door individuele en groepsgerichte leerpsychologische studies bijzondere aandacht worden besteed.
- 10 Er moet op korte termijn een cultureel-antropologische analyse worden ondernomen van beperkte omvang en tijdsduur, opgezet en begeleid door twee of drie vooraanstaande antropologen en sociologen en uitgevoerd door enige be-
gaafde jonge onderzoekers, gericht op het verwerven van inzicht in het onderwijs als educationeel systeem binnen de Nederlandse samenleving en in de randvoorwaarden waaraan dit onderwijs onderworpen is. Deze studie zal het mogelijk maken de vragen te onderkennen die ontstaan bij invoering op grote schaal van onderwijs met computerhulp.
- 11 Er moet op korte termijn een onderzoek worden ingesteld met name door Neerlandici in samenwerking met psycholinguïsten en deskundigen op het gebied van taalbeheersing, ten einde te komen tot concrete voorstellen met betrekking tot de invoering in het voortgezet onderwijs van wat hierboven propositionele analyse is genoemd. Doel is, hierdoor te komen tot een wezenlijke verbetering in twee vaardigheden die behalve de waarde die zij op zich zelf hebben, ook kunnen bijdragen tot beter begrip van de aard en de rol van computers en in het algemeen tot grotere weerbaarheid en betere participatie in een maatschappij waarin de computer een grote rol speelt. Deze vaardigheden zijn: (1) het vermogen om de inhoud van teksten en mondelinge uiteenzettingen te bepalen en te beoordelen op hun logische consistentie, (2) het vermogen om beweringen te doen, vragen te stellen en in het algemeen om helder en coherent mondeling en schriftelijk in de moedertaal te formuleren.
- 12 Het verdient aanbeveling te onderzoeken of en in hoeverre bij de inrichting van het schoolonderwijs, met name in het vervolgonderwijs, een nuttig gebruik kan worden gemaakt van het feit, dat voor een toenemend aantal jonge kinderen het spelen met computers en met het thans op de markt gebrachte computerspeelgoed tot een vaak met hartstocht beoefende hobby is geworden. Daar onderwijs slechts resultaat kan hebben indien de belangstelling van de leerling wordt gewekt, is het de moeite waard om te zien of deze buitenschoolse belangstelling in de school kan worden vastgehouden en verder gestimuleerd.

Bijlage 1

Ministerie van Onderwijs en Wetenschappen

Directeur-generaal voor Wetenschapsbeleid

Onderwerp: Computers en onderwijs
Kenmerk: DGWB 21.791

's-Gravenhage, 23 maart 1982

De invloed op het onderwijs van computers, telecommunicatie-apparatuur en andere op micro-elektronica gebaseerde technologie, te zamen veelal aangeduid met 'informatietechnologie', is een onderwerp waarvoor de commissie-Rathenau met nadruk aandacht heeft gevraagd. Een gedetailleerde studie van deze onderwijsproblematiek was echter niet de opdracht aan de commissie.

Gedurende de twee jaar die zijn verstreken sinds het verschijnen van dit rapport heeft de tijd niet stilgestaan. Spontane initiatieven in het onderwijsveld, de activiteiten van enthousiaste leraren die zijn gefascineerd door de mogelijkheden van de computer, en het tot stand komen van een aantal gebruikersverenigingen zijn enkele te noemen ontwikkelingen.

Ook de Minister van Onderwijs en Wetenschappen heeft in de afgelopen periode aandacht besteed aan dit vraagstuk. Door de toenmalige Minister, dr. A. Pais, werd een Adviescommissie Onderwijs en Informatietechnologie onder voorzitterschap van prof. dr. Tj. Plomp geïnstalleerd die voor de periode tot medio 1984 zal adviseren over onderwijs en informatietechnologie in het gehele onderwijs.

Reeds in december 1980 vroeg de Directeur-Generaal voor Wetenschapsbeleid uw aandacht voor een opdracht die qua tijdsduur veel beperkter en qua aandachtsveld veel specifiek is dan de opdracht aan bovenstaande adviescommissie.

De invloed van de informatietechnologie op het onderwijs is heden ten dage vaak het onderwerp van bespiegelingen. Zij is echter nog nauwelijks onderwerp van gedegen wetenschappelijk onderzoek. Ongetwijfeld zijn binnen disciplines als bij voorbeeld leerpsychologie, antropologie, onderwijskunde of binnen sociaal-economische wetenschappen hoeveelheden kennis aanwezig die kunnen bijdragen tot de oordeelsvorming op het terrein van onderwijs en informatietechnologie. Ook zullen binnen de informatica, de technische disciplines of op het terrein van 'kunstmatige intelligentie' onderzoekers gedachten hebben gevormd over de aard en ontwikkeling van de nieuwe technologie. Een inzicht in de ideewereld van de onderzoekers die zich meer of minder expliciet met onderzoek of gedachtenvorming op deze terreinen bezighouden is te meer van belang, omdat uit ervaringen in het verleden blijkt dat gevestigde onderzoekstradities een grote invloed kunnen hebben op ontwikkelingen in het onderwijs.

Ik wil u dan ook vragen een verkenning uit te voeren welke kennis, inzichten en gedachten op dit terrein binnen de Nederlandse – of indien van zeer groot belang ook internationale – *onderzoekerswereld* aanwezig zijn. Het doel van die verkenning is tweeledig:

Ten eerste kan een dergelijke verkenning het inzicht verdiepen in de problematiek door te wijzen op nieuwe wetenschappelijke inzichten, door expliciete vooronderstellingen bloot te leggen en door te

wijzen op nog weinig onderkende ontwikkelingen in de technologie. Ik verwacht dat u aan uw inventarisatie een persoonlijke reflexie zult toevoegen, waarin de vraag gesteld wordt welke ontwikkeling maatschappelijk wenselijk is. Deze reflexie zal moeten illustreren welke principiële vragen bij beleidskeuzen te stellen zijn. Het is niet mijn bedoeling dat uw reflexie ingaat op de vraag welk beleid in detail moet worden gevoerd en hoe dit vorm gegeven kan worden.

Een tweede doelstelling van uw verkenning is gericht op het onderzoeksbeleid. Een onderkenning van de huidige richtingen van onderzoek die relevant kunnen zijn voor 'onderwijs en informatietechnologie', dan wel het signaleren van belangrijke omissies in het onderzoek, zal kunnen bijdragen tot een sturing van het ondersteunende onderzoek.

Een dergelijke verkenning kan op korte termijn geschieden door onderzoekers persoonlijk te benaderen. Ik hoop dan ook dat uw eindrapport 1 juni 1982 gereed zal zijn.

De Directeur-Generaal voor Wetenschapsbeleid zal een regeling treffen voor een secretariële ondersteuning van uw activiteiten. Deze Directeur-Generaal heeft tevens opdracht gegeven aan het Institut d'Education te Parijs tot het uitvoeren van een studie naar de ontwikkelingen en het beleid rond computers en onderwijs in het buitenland. Ik verwacht dan ook dat u de buitenlandse ontwikkelingen in uw eindrapport zult betrekken.

Ik wil na het uitbrengen van uw eindrapport met u overleggen over de wijze van verspreiding ervan. Daarenboven acht ik het van doorslaggevend belang dat zowel in de beginfase van uw werkzaamheden als bij de opstelling van het eindrapport de leden van de Adviescommissie Onderwijs en Informatietechnologie nadrukkelijk worden betrokken. De adviescommissie heb ik hiervan op de hoogte gesteld.

In de hoop dat u bereid zult zijn bovenstaande opdracht te aanvaarden,

De minister van onderwijs en wetenschappen,
dr. J.A. van Kemenade

Bijlage 2

De notitie met vragen werd toegezonden aan:

| | |
|------------------------------|------------------------------------|
| Prof. dr. F. van der Blij | Prof. dr. P.E. de Josselin de Jong |
| Prof. dr. ir. J.L. Bordewijk | Prof. dr. G.A.M. Kempen |
| Prof. dr. H. Brandt Corstius | Prof. dr. L.F.W. de Klerk |
| Prof. dr. D.S. Brée | Prof. dr. A.J. Kuper |
| Prof. dr. S.C. Dik | Drs. Th.M.E. Liket |
| Prof. dr. A.B. Frielink | Prof. dr. J.A. van der Pool |
| Prof. dr. N.H. Frijda | Prof. dr. G.W. Rathenau |
| Prof. dr. J. Goudsblom | Prof. dr. M. Rem |
| Prof. dr. C.A.A.J. Greebe | Prof. dr. ir. A.A.Th.M. van Trier |
| Prof. dr. A.D. de Groot | Prof. dr. P.J. Vinken |
| Prof. ir. A. Heetman | Prof. dr. ir. G. Vossers |
| Prof. dr. E.W. Hofstee | |

Op het voorlopig eindrapport werden vervolgens (in sommige gevallen uitvoerige) reacties ontvangen van:

| | |
|---------------------------|------------------------------------|
| Prof. dr. F. van der Blij | Prof. dr. E.W. Hofstee |
| Prof. dr. D.S. Brée | Prof. dr. P.E. de Josselin de Jong |
| Prof. dr. A.B. Frielink | Drs. Th.M.E. Liket |
| Prof. dr. C.A.A.J. Greebe | Prof. dr. J.A. van der Pool |
| Prof. dr. A.D. de Groot | Prof. dr. G.W. Rathenau |
| Prof. ir. A. Heetman | Prof. dr. ir. A.A.Th.M. van Trier |