

Geprogrammeerd onderwijs en individuele verschillen

Uit het psychologisch laboratorium van de universiteit van Amsterdam, afdeling Methodenleer

J. HOOGSTRATEN

1. Inleiding

Door Fry (1964) wordt een uitvoerig overzicht gegeven van variabelen die relevant zijn in een geprogrammeerde leersituatie. Elk van de genoemde variabelen valt uiteen in een aantal subvariabelen. De door Fry gehanteerde onderverdeling van de variabele 'individuele verschillen' ziet er als volgt uit:

- a. leervermogen (o.a. algemene intelligentie);
- b. biologische factoren (o.a. sexe, leeftijd);
- c. persoonlijkheidsfactoren;
- d. de sociale geschiedenis van het individu (o.a. sociale waarden en doelen).

De vraag in hoeverre de relevantie van de hier genoemde subvariabelen in een geprogrammeerde leersituatie op empirische wijze is aangetoond zal in hoofdstuk 2 worden gezien.

In eerste instantie wordt daarbij ingegaan op de vraag welke invloed er uit gaat van intelligentie-verschillen (algemeen en/of specifiek) op de prestaties na geprogrammeerd en conventioneel onderwijs (paragraaf 2.1). Daarna zal een aantal onderzoeken worden besproken, waarbij de invloed van persoonlijkheidsverschillen op de postprogramma-prestaties wordt bestudeerd (paragraaf 2.2). In de slotparagraaf van hoofdstuk 2 wordt een aantal onderzoeken aan de orde gesteld waarbij de invloed van onder meer attitude- en sexeverschillen wordt onderzocht (paragraaf 2.3). Vervolgens zal een aantal oplossings-strategieën worden besproken die ten doel hebben bij het samenstellen

van een geprogrammeerde instructie zoveel mogelijk rekening te houden met de individuele variaties die bestaan tussen de 'gebruikers' van het onderwijs (paragraaf 3.1 t/m 3.3).

2. De prestatie op het programma en individuele verschillen

Bij de invoering van geprogrammeerde instructie bestond aanvankelijk de verwachting dat door de nieuwe methode de invloed van individuele verschillen, zoals die zich bij gebruikelijke onderwijsmethoden in verschillen in eindtoets-prestaties manifesteerden, genivelleerd zou worden. Dececco (1964) merkt in dit verband op: 'Teaching machines and learning programs were heralded as the great solution to this gnawing problem of individual differences'. (pag. 346).

Eén van de individuele verschillen waaraan veel aandacht is besteed, is *intelligentie*.

2.1. Intelligentie en de prestatie op het programma

Een aantal experimenten ondersteunde de verwachting dat door het gebruik van geprogrammeerde onderwijsvormen verschillen in intelligentie niet in verschillen in prestatienivo's zouden resulteren. Fry noemt in dit verband de onderzoeken van Little (1964) en Porter (1959); Lewis en Gregson (1965) noemen Middleton (1964), Porter, Ferster en Sapon (1958).

Veel vaker en overtuigender echter vermeldt de literatuur experimenten die deze optimistische geluiden tegenspreken. Zo vermelden Lewis en Gregson een onderzoek van Reed en Hayman (1962) waarbij drie groepen van ver-

* Naar prof. dr. A. D. de Groot, drs. G. J. Meltenbergh en H. C. M. Vorst gaat mijn dank uit voor hun vele waardevolle suggesties bij het schrijven van dit artikel.

schillend capaciteitsnivo (ability-level) werden vergeleken. De groep met de minste capaciteiten deed het minder goed dan de bijbehorende conventioneel onderwezen controlegroep, de groep met de grootste capaciteiten echter aanzienlijk beter dan de bijbehorende controlegroep.

Ook *Cresswell* (1964) en *Larkin* en *Leith* (1964) toonden een *signifikante relatie* aan tussen intelligentie en de mate waarin men van geprogrammeerd onderwijs leert (*Lewis* en *Gregson*, 1965).

Interessant is dat een aantal onderzoekers (zie o.a. *Stolurow*, 1965) van mening is dat vooral de relevante specifieke vermogens en niet de *algemene* intelligentie van belang zijn voor de prestatie op het programma. Ook *Gagné* en *Paradise* (1961) hangen deze mening aan. Deze onderzoekers gebruikten een programma over vergelijkingen en stelden vast welke specifieke vermogens relevant zijn, door de logische analyse van de leerstof door te zetten tot beneden de meest eenvoudige learning-set (zie ook pf. 3.1.). Als relevante specifieke capaciteiten voor het oplossen van vergelijkingen werden geïdentificeerd: 'integratie', 'symbool-herkenning' en 'getal'. In hun onderzoek werd aangetoond dat deze specifieke vermogens meer over de prestatie zeggen dan de algemene intelligentie dat doet. De drie relevante vermogens correleerden vrij hoog met de prestatie, terwijl een irrelevant vermogen als 'verbale kennis' laag met de prestatie bleek te correleren. Op *Gagné's* werk wordt overigens in paragraaf 3.1. uitvoeriger ingegaan.

Algemene intelligentie is blijkens de literatuur vaak in verband gebracht met meer *specifieke* prestatie, zoals retentie van het geleerde, aantal gemaakte fouten tijdens het doorwerken van het programma enz. *Evans* (1965) vermeldt hier een aantal voorbeelden van:

- *Alter*, over de relatie I.Q.-retentie: 'these data give us no reason to believe that the lower I.Q. students will forget any more or less rapidly than the higher I.Q. students once they have been brought up to the same

achievement level'.

- *Shay* onderzocht de relatie intelligentie en schakel-grootte en vond geen sterk verband.
- *Rigney* gebruikte twee herhalingen van een algebraprogramma en vond dat 'the high I.Q. students on both trial 1 and 2 of the program made considerably fewer errors than the average and low I.Q. students'.
- *Beane* vond echter, met een programma over vliegtuiggeometrie, geen significant verschil qua aantal fouten tussen de hoge en de lage capaciteitsgroepen. Wel deden de studenten met de hogere capaciteiten het significant beter wat betreft prestatie en retentie dan de andere groep.

Ook *Fry* (1965) vermeldt een aantal relevante resultaten, bijvoorbeeld:

- *Hovland*, *Lumsdaine* en *Sheffield* vonden een verband tussen het intelligentienivo van de leerlingen en het terugkoppelingssysteem van het programma. De goede leerlingen bleken weinig baat te hebben bij de gegeven versterking; traag lerende leerlingen hadden er zeer veel baat bij.

In een overzicht van *Schramm* (1964) wordt een onderzoek vermeld van *Lumsdaine*, *Sulzer* en *Kopstein*. Bij een programma over de micrometer (het programma werd als film aangeboden) werd het aantal gegeven voorbeelden gevarieerd, nl. 3, 6 en 10. Men vond een soort verzadigingspunt, de snelheid van verbetering van de postprogrammaprestatie nam nl. af naarmate het aantal voorbeelden toenam. Dit verzadigingspunt werd door de minder intelligente leerlingen sneller bereikt dan door de intelligentere groep. De eerste groep heeft kennelijk andere technieken nodig dan repetitie van voorbeelden om tot een verbeterde prestatie te komen.

Samenvattend kan gezegd worden dat blijkens de literatuur de invloed van intelligentie op de prestaties op een geprogrammeerde instructie duidelijk is aangetoond. *Fry* lijkt dan ook terecht te stellen: 'thans ziet de programmeur zich gesteld voor dezelfde problemen als de

onderwijzer en leraar voor de klas, nl.: welke maatregelen dienen te worden getroffen met betrekking tot verschillen in individuele leer-capaciteiten tussen de leerlingen.'

En *Jensen* (1962), hoewel zich beperkend tot 'teaching machines', gaat nog een stap verder:

'In all probability individual differences will be accentuated... when teaching machines are used'.

2.2. *Persoonlijkheidsverschillen en de prestatie op het programma*

Over andere invloeden op de prestatie is veel minder onderzoek verricht, dan dat met betrekking tot intelligentie het geval is. *Eigen* en *Feldhusen* (1964, pag. 377) merken bijvoorbeeld op: 'The programmed learning movement has generated considerably more research activity related to machine and program variables than to learner variables. The major exception is, of course, the interest in the role of general intelligence'.

De resultaten van een aantal experimenten waarbij ook de invloed van persoonlijkheidsverschillen bestudeerd werd zullen nu worden weergegeven.

Sawiris (1966) stelde zich ten doel het effect te onderzoeken dat verschillende variabelen uitoefenen op de leerresultaten bij een wiskundeprogramma. De conclusies getrokken uit o.a. een faktor-analyse van de intercorrelaties luiden:

- de meeste variantie in de post-programma scores was te verklaren door het initiële prestatie-nivo voordat de geprogrammeerde leerzitting begon;
- de bekwaamheden die nodig zijn om succesvol via het programma te leren bleken niet veel af te wijken van die nodig bij conventionele instructie;
- een gunstige attitude t.o.v. het programma gaat samen met de afwezigheid van neuroticisme en angst;
- een hoge mate van adaptieve flexibiliteit, gemeten via twee tests van *Guilford*, gaat samen met een lichte vijandigheid t.o.v. het

programma.

Sawiris besluit dit artikel met: 'This factorial study is one of the earliest of its type in the field of programmed learning. The experiment needs to be repeated using larger samples and different programs'.

Stolurow (1965) vond dat studenten die het goed doen bij geprogrammeerd onderwijs 'origineler' zijn dan degenen die het minder goed doen. Hij gebruikte geprogrammeerd materiaal over logica, wiskunde en statistiek. Originaliteit werd vastgesteld via de *Guilford* originaliteits-tests en twee T.A.T. kaarten waarop een verhaaltje diende te worden samengesteld, dat gescoord werd op originaliteit.

Een opmerking van *Hartley* (1966, pag. 9) is hier relevant: 'Individual differences between students in terms, for example, of their ways of thinking, have not yet attracted the attention of research workers in this field.' Hij vermeldt een studie van *Doty and Doty* (1964) waarin een eerste stap werd gezet en waarbij een lage maar significante negatieve correlatie werd geconstateerd tussen de scores op vier maten van creativiteit en de prestatie op het programma. Hier werd dus – dit in tegenstelling tot het onderzoek van *Stolurow* – gevonden dat de creatieve studenten het juist slechter doen op het programma.

Hartley (1968) rapporteerde verder een experiment waarbij aan twee groepen van elk 69 universiteits-studenten, gematched op sexe en wiskunde achtergrond, descriptieve statistiek werd onderwezen. Eén groep kreeg een geprogrammeerde tekst, de andere een conventioneel studieboek over descriptieve statistiek. Er werd geen dwang op de student uitgeoefend om programma of boek volledig door te werken. Het programma leidde tot een hoger gemiddeld cijfer op retentie-, toepassings- en transfertests, maar 47% van deze groep werkte minder dan drie kwart van het programma door, vergeleken met 19% van de groep die het conventionele studieboek bestudeerde. Nadere analyse suggereerde de zinvolheid om 'toewijzing' van de student aan programma of studieboek afhankelijk te stellen van diens bereidheid de

kosten, in termen van tijd en onbekendheid met de vorm waarin de stof werd aangeboden, te dragen. Signifikante voorspellers van geschikte studenten, d.w.z. geschikt voor het werken via het programma, bleken extravertie en neuroticisme. Van de stabiel-extraverte ppn. beëindigde een veel kleiner aantal het programma dan van de angstig-introverte ppn. Dat wil zeggen: de angstig-introverte pp. vindt wellicht de inhoud van de stof of de vorm van presentatie niet aangenaam, maar hij doet in ieder geval het vereiste werk.

Door Briggs (1968) worden een aantal relevante studies vermeld:

- Campeau (1965) gebruikte een programma over de relaties zon-aarde. Meisjes ('fifth-grade') die hoog scoorden op test-angst hadden de meeste baat bij een programma dat ook feedback gaf, meisjes laag op test-angst juist bij een programma zonder feedback. Bij jongens werd een dergelijk effect niet geconstateerd.
- Woodruff, Faltz en Wagner (1966) correleerden subscores op twee persoonlijkheidstests met het aantal juiste responsen op de programma schakels. Signifikante waarden werden geconstateerd voor prestatie-motivatie (.53), zorgvuldigheid (.50), originaliteit (.74), persoonlijke relaties ('personal relations') (.81) en energie ('vigor') (.81). De correlatie met I.Q. was .75.

2.3. Overige individuele verschillen en de prestatie op het programma

In deze paragraaf zijn een aantal onderzoeken samengebracht die met name de invloed van de attitude ten opzichte van het programma en sexe-verschillen tot onderwerp hebben.

Noble en Gray (1968) namen negen weken lang wekelijks een attitude-vragenlijst af aan leerlingen ('secondary school', precieze leeftijd niet aangegeven) die een onderdeel wiskunde in geprogrammeerde vorm kregen aangeboden. De attitude t.o.v. geprogrammeerde instructie nam significant af. Meisjes stonden er vaak significant gunstiger tegenover dan jongens. Er werd een verband geconstateerd tussen de atti-

tudes en zowel de eindtoetsresultaten als enkele persoonlijkheidsmetingen. De attitude-scores vertoonden geen verband met intelligentie.

Stones (1966) vermeldt gegevens die suggereren dat een negatieve attitude tot een programma niet noodzakelijk hoeft samen te gaan met een lage prestatie en een duidelijk positieve attitude tot het programma niet hoeft te leiden tot een hoge prestatie.

Thomas (1966) maakte gebruik van een programma over 'elektriciteit' en vond, vermoedelijk mede door de aard van de programma-inhoud, een significant positiever attitude tot het programma bij de mannelijke ppn. dan bij de vrouwelijke.

Hartley (1966) vermeldt in zijn overzicht een aantal relevante studies. Ten aanzien van de invloed van sexe verschillen wordt gesteld: 'There has been very little evidence reported of sex differences affecting the results obtained from programmed instruction, but this has not prevented speculation'.

Doty en Doty (1964) vonden dat de attitudes van vrouwelijke studenten (undergraduates) tot een programma over fysiologie een significant positief verband toonden met de prestaties op het programma; dit gold niet voor mannelijke studenten.

Cresswell (1964) en Hartley (1964) vonden, bij gebruikmaking van programma's in boekvorm, dat meisjes minder fouten maakten dan jongens en consciëntieuzer werkten.

Smart et al. (1965) vonden dat mannelijke studenten het beter deden bij machinepresentatie van de stof dan bij presentatie in lesvorm, terwijl het omgekeerde het geval was bij vrouwelijke studenten.

Jensen (1964) vergeleek drie groepen kinderen: n.l. van lage, gemiddelde en hoge intelligentie, op een aantal aspecten. De hier vermelde resultaten hebben uitsluitend betrekking op de 'lage' (retarded) groep (I.Q. 50-75). De leertaak was een eenvoudige trial en error taak, waarbij de te leren correcte responsen even onbekend waren voor alle ppn. De groep Mexicaans-Amerikaanse kinderen behaalden een

signifikant lager resultaat ($p < 0,05$) dan de rest van de groep. Dit echter alleen bij de eerste test. Nadat het leerproces verder ging werden meer tests afgenomen en verdween het verschil vermoedelijk omdat deze, thuis Spaans sprekende ppn. aanvankelijk de instructies of de aard van de taak niet volledig begrepen. Tussen negers en blanken werd geen significant verschil gevonden, evenmin werd een verschil in prestatie tussen de sexen aangetoond.

Tot slot vermelden wij enkele onderzoeken waarbij het verband werd onderzocht tussen de prestaties op een eindtoets en rapportcijfers.

De Leeuw (1968) vond in de literatuur tegenstrijdige resultaten over het verband dat gevonden is tussen rapportcijfers en post-test resultaten. Wij noemen de volgende:

Smith (1962) en *Roe et al.* (1962) vonden geen relatie. *Gagné* en *Dick* (1962) en anderen vonden significante correlaties.

De Leeuw vond in zijn eigen studie een, niet-signifikante, correlatie van .17 tussen rapportcijfers en het post-test resultaat; het betrof hier een programma algebra.

Konklusie: Hoewel uiteraard niet de pretentie aanwezig is, hier een overzicht te hebben gegeven dat aanspraak kan maken op volledigheid, lijkt toch de konklusie gewettigd dat uitsluitend met betrekking tot intellectuele factoren op vrij uitgebreide schaal onderzoek is verricht, dat tot min of meer consistente resultaten heeft geleid.

Van de overige door *Fry* genoemde variabelen is de relevantie in slechts enkele gevallen op empirische wijze aangetoond. Het is overigens diskutabel of de problematiek rond het belang van individuele verschillen niet op veel specifiekere wijze dient te worden benaderd. Niet zozeer de vraag of de door *Fry* genoemde variabelen in algemene zin relevant zijn moet worden onderzocht, maar – in gevallen waarin een poging wordt gedaan een concrete, qua inhoud nauw omschreven, geprogrammeerde instructie te vervaardigen – dient men zich af te vragen: welke variabelen zijn relevant, wat zijn de precieze relaties van de relevante individuele

verschillen tot de inhoud van de geprogrammeerde instructie. In het licht daarvan kan dan de specifieke vorm en inhoud van het programma worden vastgesteld. Op deze wijze kan het theoretisch onderzoek dat zich bezighoudt met individuele variabelen dienstbaar gemaakt aan het in concreto konstrueren van de geprogrammeerde instructie. Op een aantal oplossingsstrategieën ten aanzien van de hiermee gerelateerde problematiek, wordt nu nader ingegaan.

3. *De organisatie van de programma-inhoud en individuele verschillen*

Klaus (1965) noemt een aantal auteurs die zich m.b.t. de praktische organisatie van de programma-inhoud, rekening houdend met individuele variaties, hebben uitgelaten, o.a.:

Mager stelt voor de volgorde van de onderwerpen niet door de instruktie maar door de leerling te laten bepalen. Dit dus in tegenstelling tot de gedachte dat de 'innerlijke logica' van de inhoud bepalend dient te zijn voor de volgorde van het materiaal.

Thomas e.a. stellen voor de organisatie van de programma-inhoud te baseren op het 'ruleg' systeem van *Glaser*, *Homme* en *Evans*. De leerstof wordt daarbij uiteengehaald in regels (= rules) en bij elke regel wordt een aantal voorbeelden (egs = examples) gegeven. Dit verloopt volgens een uit twaalf basis-punten bestaand schema.

Stolurow wijdt veel aandacht aan een optimale organisatie van leerervaringen en suggereert bijvoorbeeld de inhoud van een programma te ordenen op basis van logica-regels.

Op de benaderingen van resp. *Gagné*, *Mager* en *Stolurow* wordt nu uitvoeriger ingegaan.

3.1. *R. M. Gagné's learning sets*

In zijn artikel 'The acquisition of knowledge' (1962) stelt *Gagné* dat door de groeiende belangstelling in geprogrammeerde instructie de aandacht is gevallen op 'productief leren'. Be-doeld wordt dat het individu een klasse van specifieke taken moet leren uitvoeren en niet uitsluitend een onderdeel van een klasse. Als voorbeeld van een klasse taken noemt *Gagné*

het 'oplossen van lineaire vergelijkingen'.

Indien niet een klasse taken dient te worden geleerd, maar het reproduceren van een meer specifieke response, wordt van reproductief leren gesproken.

Bij het produktieve leren worden twee hoofdcategorieën van variabelen onderscheiden:

1. Kennis, d.w.z. de bekwaamheden die het individu bezit in iedere fase van het leerproces.
2. De instructie, d.w.z. de inhoud van de communicatie die via de schakels van een leerprogramma wordt aangeboden.

ad 1.

Te beginnen met de uiteindelijke taak wordt de vraag gesteld: welke soort bekwaamheden moet een individu bezitten om deze taak succesvol te kunnen uitvoeren, in het geval hij alleen instructies kreeg?

Het antwoord op deze vraag leidt tot het definiëren van ondergeordende kennis, die essentieel is voor het uitvoeren van de meer specifieke uiteindelijke taak. De procedure wordt herhaald m.b.t. de nieuw gedefinieerde (sub)taak, d.w.z. men vindt nu de voor de subtaak vereiste ondergeordende kennis. Door zo de procedure te vervolgen wordt een hiërarchie van ondergeordende kennis gedefinieerd van toenemende eenvoudigheid en algemeenheid. De ondergeordende bekwaamheden in de hiërarchie noemt *Gagné* 'Learning sets'. Als voorbeeld vermeldt *Gagné* een onderzoek van *Gagné* en *Brown* die dit uitwerkten voor de taak: het afleiden van formules voor de som van n termen in getallen series, zij kwamen tot negen afzonderlijke nivo's van ondergeordende kennis, op hiërarchische wijze ingericht.

Overigens wijst *Gagné* naar een aantal auteurs die begrippen beschrijven, verwant aan de kennis-hiërarchie, nl. *Maltzman*, *Katona* en *Harlow* die ook het begrip learning-set ontwikkelde.

ad 2.

Om de leerling van een door hem beheerste learning-set te brengen tot het beheersen van

een learning-set die hoger in de hiërarchie ligt, is instructie nodig die via de schakels wordt aangeboden.

Deze instructie dient aan de volgende eisen te voldoen:

1. identificeren van de vereiste eindtaak, voor iedere gegeven learning-set. Dit noemt *Gagné* 'define the goal';
2. identificeren van de elementen van de stimulus-situatie. De leerling moet bijv. weten dat $\frac{2}{5}$ wel en $0,4$ geen fractie is, of dat Σ betekent 'som van' en n 'aantal';
3. vestigen van een groot vermogen om de learning-sets uit het geheugen op te roepen (recallability), te bereiken via herhalingschakels;
4. het leiden van het denken ('guidance of thinking'); d.w.z. gepoogd wordt de reeds door de leerling beheerste kennis te integreren tot een taak die volledig nieuw is voor de leerling. *Gagné* geeft hiertoe verschillende mogelijkheden aan.

Het leiden van het denken kan pas plaats vinden nadat de functies 1, 2 en 3 vervuld zijn.

Het proces van het produktieve leren wordt door *Gagné* als volgt samengevat.

Een leerling begint bij het verwerven van het vermogen een bepaalde klasse taken uit te voeren, met een individuele uitrusting van relevante learning-sets, die in het verleden verworven zijn. Vervolgens maakt hij zich nieuwe learning-sets eigen op steeds hogere nivo's van de kennis-hiërarchie tot de uiteindelijke klasse taken bereikt is.

Het bereiken van iedere nieuwe learning-set is afhankelijk van een proces van positieve transfer, welke afhankelijk is van:

- a. het zich herinneren van relevante ondergeordende learning-sets en
- b. het effect van de instructies.

Met betrekking tot individuele variaties tussen de leerlingen is duidelijk, zo stelt *Gagné*, dat learning-sets als 'individuele verschillen' - variabelen gelden.

De grote methodologische les uit zijn onderzoeken, waarbij o.a. verwezen wordt naar

Gagné en *Brown*, en *Gagné* en *Paradise*, is dat men bij het zoeken naar de belangrijke variabiliteit in bekwaamheden tussen de leerlingen niet kan vertrouwen op een meting van algemene intelligentie. Het bepalen van de relevante specifieke vermogens dient te geschieden door de logische analyse van de leerstof uit te voeren tot beneden de meest eenvoudige learning-set.

Het volgende advies besluit *Gagné's* artikel: 'The methodological point is simply this: if one wants to investigate the effects of an experimental treatment on the behavior of individuals or groups who start from the same point, he would be well advised to measure and map out for each individual the learning-sets relevant to the experimental task. In this way he can have some assurance of the extent to which his subjects are equivalent.' Op het belang van algemene en specifieke vermogens voor de prestatie op het programma werd in 2.1. ingegaan. Voor een uitvoeriger overzicht van *Gagné's* denkbeelden kan verwezen worden naar een scriptie van *M. Elshout-Mohr*.

3.2. *R. F. Mager: ordening van het materiaal door de leerling*

De volgende, beknopte uiteenzetting van *Mager's* ideeën en bevindingen omtrent de organisatie van de programma-inhoud rekening houdend met individuele variaties tussen de leerlingen, is ontleend aan zijn artikel - 'On the sequencing of instructional content' (1961).

Het belang van een effectieve ordening van de programma-inhoud wordt algemeen erkend, evenals het feit dat een effectieve ordening logisch is voor de leerling. Toch wordt deze ordening vaak door de instructeur of programmeur gedicteerd en vervolgens aan de leerling voorgezet zonder hem van te voren te consulteren. In zijn artikel beschrijft *Mager* een exploratief onderzoek naar de vraag of een ordening door de leerling gelijk zou zijn aan een ordening door de instructeur, en/of tussen de door de onafhankelijke leerlingen geproduceerde ordeningen overeenkomsten waren aan te geven. Hier zal worden volstaan met de door

Mager vermelde resultaten, die betrekking hebben op een programma over elektronica.

Zes volwassenen, drie vrouwen en drie mannen, van 20-28 jaar, namen onafhankelijk van elkaar aan het experiment deel. Iedere pp. was ervan overtuigd dat hij 'knew nothing about electronics'. De pp. bevond zich in een klein leslokaal met werktafels en een bord. Er werd hem gezegd volledig vrij de les te kunnen vaststellen, waarbij de instructeur alleen eventuele vragen zou beantwoorden of toelichten, dit net zo lang tot de pp. hem vroeg te stoppen.

In de instructies werd de pp. verteld:

- dat het doel van het experiment was hem zo veel als hij wilde over elektronica te leren;
- dat uitsluitend hij de onderwerpen zou bepalen;
- dat hij de instructeur om verklaringen kon vragen tot hij tevreden was.

De les werd beëindigd wanneer de pp. duidelijk maakte dat hij graag zou zien dat de instructeur het overnam.

De instructies klonken de ppn. dermate ongelooftwaardig in de oren dat iedere pp. begon met vragen die erop leken gericht de instructies te testen. Maar ook de instructeur bleek zich moeilijk aan de instructie te kunnen houden en alleen beantwoorder van vragen te blijven.

Op verschillende punten vertoonden de door de leerlingen bepaalde ordeningen onderlinge overeenkomsten:

- de leerlingen begonnen hun instructie met het geven van informatie over dezelfde inhoudelijke aspecten;
- er bestond overeenkomst voor wat betreft de ordening van de inhoud gedurende de eerste zittingen;
- aanvankelijk was de aandacht meer gericht op concrete dingen dan op abstracte theorie; meer op 'hoe' dan op 'waarom';
- de leerlingen waren in eerste instantie geïnteresseerd in functies en pas daarna in structuren;
- de leerlingen wilden van eenvoudige gehelen komen tot complexe gehelen; van al-

gemene zaken naar meer specifieke.

De resultaten suggeren verder duidelijk dat de inhouds-ordening die het meest betekenisvol is voor de leerling afwijkt van de inhouds-ordening waarvan de instructeur vermoedt het meest betekenisvol te zijn voor de leerling. Waaruit de vraag voortvloeit of de ordening door de leerling al dan niet efficiënter is dan de ordening door de instructeur van de inhoud.

Verder vond *Mager* aanwijzingen dat de motivatie van de leerling toeneemt als een functie van de hoeveelheid controle die hij kan uitoefenen over de leer-ervaring, vermoedelijk omdat een instelling van grotere participatie bereikt wordt.

Hier kan ook de reden mee zijn aangegeven waarom studenten de programma's van het lineaire type zo vervelend vinden.

Tot slot wijst *Mager* op het voorlopige karakter van het gestelde, gepubliceerd in 1961, en kondigt hij nader onderzoek aan.

Markle (1967) vermeldt een onderzoek van *Mager* en *McCann* (1964) waaruit bleek dat de trainingstijd bij gebruik maken van door de leerling bepaalde volgorde met 65% gereduceerd was vergeleken met de gebruikelijke cursus, waarbij de 'logische volgorde' was aangehouden.

Mager geeft overigens toe dat het inroepen van de hulp van de student bij het structureren van de volgorde niet alleen moeilijk is, maar ook inefficiënt kan zijn. Zo vonden *Lewis* en *Pask* (1965) aanwijzingen dat volwassen leerlingen, waaraan de vrijheid werd gegeven de volgorde van een bepaald onderwerp te bepalen, ordeningen produceerden die duidelijk inefficiënter waren dan de ordening zoals die rationeel door de programmeurs zelf ontwikkeld was.

3.3. *L. M. Stolurow en D. Davis: Adaptieve onderwijs-machines*

In hun artikel 'Teaching machines and computer-based systems' (1965) en ook in 'A model and cybernetic system for research on the teaching learning process' (1965) introduceren *Stolurow* en *Davis* een totaal andere benade-

ring dan *Gagné* en *Mager*. Als doel hadden zij zich gesteld een algemeen model van het onderwijsproces te ontwikkelen zoals dit verwezenlijkt wordt door: 'an adaptive teaching machine system'.

Teneinde maximaal adaptief te zijn, dient een onderwijsmachine de volgende eigenschappen te hebben:

1. voor een bepaald gebied dienen een aantal verschillende onderwijsprogramma's ter beschikking te staan. Geen enkele strategie werkt bij alle studenten en geen enkele verzameling van inhoudselementen is voor allen de beste;
2. bij het specificeren van een programma voor iedere student, dient de onderwijsmachine gebruik te maken van vroegere taakprestaties van de student, inclusief bekwaamheden en persoonlijkheidsmetingen;
3. de onderwijsmachine dient het vermogen te hebben van programma te veranderen tijdens de loop van de instructie. Er moet 'dynamisch' geprogrammeerd kunnen worden.

In het door *Stolurow* en *Davis* voorgestelde model zijn deze drie punten ondergebracht. Het model onderscheidt in het onderwijsproces twee fasen:

- a. een pre-onderwijsfase en
- b. een onderwijsfase.

ad a. De pre-onderwijsfase (pretutorial fase)

Het 'pretutorial' proces wordt beschreven in termen van drie basis-verzamelingen van variabelen:

1. de eerste verzameling bestaat uit de mogelijke resultaten (outcomes) en bevat onder andere de doelstellingen;
2. de mogelijke 'entry behaviors', dingen die de student al weet bij de start, vormen de tweede verzameling en
3. (de derde bevat) de onderwijsprogramma's die beschikbaar zijn.

ad 1. Een 'outcome' heeft drie karakteristieke aspecten. Het is een *nivo van taakuitvoering* voor een *bepaald onderwerp* dat binnen een

gegeven tijd bereikt wordt. De doelstelling van het onderwijsprogramma wordt gevormd door deze drie punten. Treedt er een verandering op bij één van de drie karakteristieken dan is ook de doelstelling gewijzigd en kan een ander programma vereist zijn om op efficiënte wijze de doelstelling te kunnen bereiken. Veel onderwijzers, nog steeds volgens *Stolurow* en *Davis*, formuleren hun doelstellingen in termen van een minimumnivo van taakuitvoering dat acceptabel is.

Als echter alle studenten de minimumscore op de post-test halen, maar tengevolge van de verschillen in capaciteitsnivo het materiaal verschillende tijdsduur heeft gevegd, dan hebben de studenten verschillende doelstellingen bereikt.

ad 2. Het startgedrag van de studenten heeft twee karakteristieken, nl. hun nivo van taakuitvoering op een pretest en hun geschiktheidsnivo. Gewoonlijk kunnen deze karakteristieken voldoende exact en betrouwbaar bepaald worden. Het nivo van startgedrag varieert tussen de betrokken studenten, maar is voor iedere student een vaste waarde op een bepaalde tijd. Potentieel is het echter variabel in de tijd, waardoor het mogelijk is het startgedrag te wijzigen voor de student aan het programma begint. Belangrijk bij het specificeren van een programma voor het individu zijn uiteraard ook motivationele variabelen als persoonlijkheidsmetingen, vooral in verband met het type feedback dat de student wordt gegeven.

ad 3. Het startgedrag van de student dient via een aangepast programma gewijzigd te worden tot een specifiek uiteindelijk nivo. Een programma bestaat uit twee interacterende delen: een verzameling inhoudseenheden en een verzameling beslissingsregels (strategie) die voor de inhoudseenheden worden gedefinieerd. Door modificatie van één van beide kan het programma gewijzigd worden.

Een complexe onderwijsmachine dient een aantal verschillende strategieën te bezitten, die gecombineerd met verschillende verzamelingen

van inhoudseenheden een grote variëteit van programma's opleveren.

Op basis van startgedrag en de drie karakteristieken van de doelstelling begint het zoeken naar een programma. Dit wordt het 'pretutorial decision proces' genoemd. Als meer dan één programma geschikt lijkt, dient bepaald te worden, op grond van economische en/of onderwijscriteria, welk programma gebruikt zal worden. Wordt geen geschikt programma gevonden dan dienen of het startgedrag van de studenten of de doelstellingen herzien te worden.

De input van de machine is informatie over het begingedrag van de studenten en gegevens over de te bereiken doelstellingen.

Er dient hier wel gezegd, dat *Stolurow* en *Davis* een vrij futuristisch beeld beschrijven dat, naar zij meedelen, (nog) door geen van de bestaande onderwijsmachines kan worden verwezenlijkt.

Hoe breder de range van startgedrag hoe groter de eis dat verschillende programma's worden gebruikt. Dit kan of via een batterij eenvoudige machines en lineaire programma's – een omvangrijke procedure – of via het meer belovende alternatief van een computer-based system.

ad b. De onderwijsfase (tutorial fase).

Het onderwijs-proces wordt gedefinieerd door drie verzamelingen variabelen. De eerste verzameling bestaat uit *inhoudselementen*, de tweede uit *antwoord-maten* zoals de tijd die het de 11. vergt om tot een antwoord te komen of het aantal onjuiste antwoorden voor een gegeven verzameling inhoudselementen. De *beslissingsregels*, die de antwoordmaten in verband brengen met de aanbidding van volgende inhoudselementen, vormen de derde verzameling variabelen.

Voor een gegeven programma wordt de ordening van de instructie bepaald door de antwoord-maten die van de student zijn verkregen, dus van de onmiddellijke taakuitvoering van de student.

Gelet op de thans bekende onderwijsmachines lijkt het beschreven proces te bewerkelijk,

te ambitieus. Er wordt echter een computer-based system beschreven waarin een aantal van de gestelde ideeën al zijn verwerkt. De vraag of een computer-based system alleen voor de zeer rijken is, wordt ontkenkend beantwoord. Zo werd berekend dat met het z.g. Plato-systeem 1000 studenten door middel van acht programma's simultaan konden worden onderwezen en de computer dan slechts 1/3 van de tijd werkt en de overige tijd voor andere zaken gebruikt kan worden. Het artikel wordt dan ook besloten met de volgende zinsnede: 'The problem in achieving wide spread use are not those of economics; they are psychological and educational'.

In dit verband is een citaat van *Buter* relevant, waarbij ook op het mogelijke gebruik van de computer wordt gewezen: 'Het programma moet kunnen variëren met de eisen van het individu. Daarmee wordt een eis gesteld die regelrecht uitloopt op het invoeren van principes uit de cybernetica. Een programma afstellen op de individuele leerling betekent immers, dat deze leerling constant moet worden waargenomen. Per moment wordt op grond van de leerlingreactie, de opleidings-situatie aangepast. We noemen deze aanpak terugkoppeling of feedback. In tal van gevallen blijkt het mogelijk om in een computer een programma in te bouwen dat varieert en ontwikkelt in afhankelijkheid van de geregistreerde reacties van de leerling.' (1966, pag. 505).

Slotopmerkingen

De behandelde benaderingen van resp. *Gagné*, *Mager* en *Stolurow* en *Davis* zijn alle voorbeelden van de gedachte dat al tijdens het schrijven van het programma intensief rekening dient te worden gehouden met individuele variaties tussen de leerlingen. Veel van het gestelde komt ook bij b.v. *Lindvall* en *Bolvin's* 'Individual Prescribed Instruction' (1967) en bij *Gotkin* en *Mc.Sweeney* (1967) uitvoerig aan de orde. In feite zijn eenvoudiger systemen als de lineaire en de vertakte methode hier ook voorbeelden van. Volgens *Evans* (1965, pag.

386) is het doel van geprogrammeerde instructie: 'postprogram performance in which the mean posttest score is 100% with a standard deviation of 0'.

Evans concludeert, na te zijn ingegaan op de relevante literatuur: 'it seems clear that linear programming has not fulfilled its promise of markedly reducing or eliminating individual differences due to ability (I.Q.)'.

Ten aanzien van de vertakte methode, waarbij de leerlingen het programma via verschillende wegen kunnen doorwerken, stelt *Evans* echter: 'on the other hand, the study of *Coulson* and others shows some promise of reducing the effects of ability levels by using more effective branching material and improving remedial steps' (pag. 389).

De denkbeelden van resp. *Gagné*, *Mager* en *Stolurow* en *Davis* hebben, zoals uit de drie voorafgaande paragrafen is gebleken, alle hun toepassingen reeds gevonden. Dit geldt echter voornamelijk voorzover het de V.S. en Engeland betreft.

De methode van *Gagné* werd door *De Leeuw* verwerkt in een eigen projekt waarbij een geprogrammeerde instructie algebra werd geconstrueerd en geëvalueerd, maar van verdere toepassingen in Nederland lijkt vooralsnog geen sprake. Wel heeft een aantal Nederlandse onderzoekers zich beziggehouden met het bestuderen van de invloed van individuele verschillen tussen de leerlingen op de post-programma prestaties, maar het betrof dan steeds intellectuele factoren. De onderzoeken van *Boermester* (1965) en *Hoogstraten* (1970) zijn hier voorbeelden van, evenals het onderzoek van de Belg *Hillewaert* (1968).

Voor een overzicht van een aantal toepassingen van computer-assisted instruction in de V.S. kan worden verwezen naar *Atkinson* en *Wilson* (1969). In 1968 stelde *Dirkzwager* '... het is te verwachten, dat binnen twaalf jaar Computer-assisted instructie systemen op de Nederlandse markt voor hulpmiddelen voor het onderwijs zullen verschijnen...'

Wat betreft de ontwikkelingen rond geprogrammeerde instructie in Nederland tot slot

het volgende. In hun 'Geprogrammeerde instructie en teaching machines' (1968) wijzen *Beishuizen en Velema* erop dat van toepassing van de geprogrammeerde methode op grote schaal vooralsnog geen sprake is. Weliswaar zijn verschillende programma's reeds tot ontwikkeling gebracht, maar van enige systematiek ten aanzien van het benaderen van de problematiek en de daarvoor noodzakelijke vorm van samenwerking en coördinatie is (nog) geen sprake.

Literatuur

- Atkinson, R. C. en Wilson, H. A.: *Computer-assisted instruction, a book of readings*, New York, Academic Press, 1969.
- Beishuizen, M. en Velema, E.: *Geprogrammeerde instructie en 'Teaching machines'*, Mededeling 72, Nutsseminarium voor pedagogiek aan de Univ. v. Amsterdam. Wolters-Noordhoff, 1968.
- Boormeester, Chr.: *Programming in de praktijk*. Uitgave Stichting Onderwijs Oriëntatie.
- Briggs, L. J.: *Learner variables and educational media*. *Review of Educational Research*. 1968, 2, 160-175.
- Buter, E. M.: *Auto-instructie*. *Pedagogische Studiën*, 1966, 43, 501-507.
- Dececco, J. P.: *Educational Technology*. San Francisco, Holt, Rinehart and Winston, 1964.
- Dirkzwager, A.: *Geprogrammeerd onderwijs en elektronische informatieverwerking*. In: *Symposium geprogrammeerde instructie*, Muusses, 1968.
- Elshout-Mohr, M.: *Het hiërarchische model van kennisverwerving van R. M. Gagné*, ongepubliceerde scriptie, psych. lab. v. Univ. v. Amsterdam.
- Evans, J. L.: *Programming in Mathematics and logic*. In R. Glaser, *Teaching Machines and Programed Learning*. Washington, National Education Association of the United States, 1965.
- Feldhusen, J. F. en Eigen, L. D.: *Interrelations among attitude, achievement reading, intelligence and transfer variables in programed instruction*. In: J. P. Dececco - z.b.
- Fry, E. B.: *Wat is geprogrammeerde instructie?* Rotterdam, Universitaire Pers, 1965.
- Gagné, R. M.: *The Acquisition of Knowledge*. In: J. P. Dececco - z.b.
- Gagné, R. M.: *The analysis of instructional objectives for the design of instruction*. In: Glaser - z.b.
- Gotkin, L. G. en Sweeney, J. F. Mc.: *Learning from teaching machines*. In: *Programed Instruction*, jaarboek van 'the national society for the study of education'. P. C. Lange, H. G. Richey en M. M. Goulson, Chicago, University Chicago Press, 1967.
- Hartley, J.: *Social factors in programed instruction, a review*. *Programed Learning*, 1966, 3, 3-16.
- Hartley, J. R.: *An experiment showing some student benefits against behavioural costs in using programed instruction*. *Programed Learning and Educational Technology*, 1968, 3, 219-229.
- Hillewaert, A.: *Geprogrammeerde instructie t.o.v. niet-geprogrammeerd onderwijs*. *Geprogrammeerde Instructie*, 1968, 83-91.
- Hoogstraten, J.: *Externe empirische evaluatie van geprogrammeerde instructie*. Ongepubliceerd doctoraal werkstuk. Psych. Lab. Univ. v. Amsterdam.
- Jensen, A.: *Learning ability in retarded, average and gifted children*. In: J. P. Dececco - z.b.
- Jensen, A.R.: *Machines and individual differences*. In: W. I. Smith en J. W. Moore, *Programmed Learning*. New York, van Nostrand, 1962.
- Klaus, D. J.: *An analysis of programing techniques*. In: R. Glaser - z.b.
- Leeuw, L. de: *Constructie en evaluatie van een geprogrammeerde instructie algebra*. In: *Ned. Tijdschrift v.d. Psychologie*, 1968, 23, 214-242.
- Lewis, B. N. en Pask, G.: *The theory and practice of adaptive teaching systems*. In: R. Glaser - z.b.
- Lewis, D. G. en Gregson, A.: *The effects of frame size and intelligence on learning from a linear program*. *Programed learning*, 1965, 2, 170-175.
- Lindvall, C. M. en Bolvin, J. O.: *Programed instruction in the schools: An application of programing principles in: 'Individually prescribed instruction'*. In: *Programed Instruction*, jaarboek - z.b.
- Mager, R. F.: *On the sequencing of instructional content*. In: J. P. Dececco, *Educational Technology - z.b.*
- Markle, S. M.: *Empirical testing of programs*. In: *Programed instruction*, jaarboek - z.b.
- Noble, G. en Gray, K.: *The impact of programed instruction: A longitudinal attitude study*, *Programed Learning and Educational Technology*, 1968, 4, 271-280.
- Sawiris, M. Y.: *A factorial study of some variables relevant to a programmed learning situation*. *Programmed learning*, 1966, 3, 30-34.
- Schramm, W.: *The research on programed instruction*.

tion, Washington, U.S. Government Printing Office, 1964.

Stolurow, L. M.: Social impact of programmed instruction: Aptitudes and Abilities revised. In: J. P. Dececco - z.b.

Stolurow, L. M. en Davis, D.: Teaching machines and computerbased systems. In: R. Glaser - z.b.

Stolurow, L. M.: A model and cybernetic system for research on the teaching learning process. Programed learning, 1965, 2, 138-157.

Stones, E.: The effects of different conditons of working on student performance and attitudes. Programed learning, 1966, 3, 135-145.

Thomas, A.: An experiment in programing junior science. Programed learning, 1966, 163-170.

Curriculum vitae

Bezocht de middelbare school in Amsterdam, startte met de psychologie-studie in 1963, kandidaats in 1966. Van december '67 tot april '69 verbonden aan het Laboratorium voor Ergonomische Psychologie, TNO. Sinds april '69 werkzaam bij het Psychologisch Laboratorium van de Universiteit van Amsterdam, eerst als kandidaat-assistent en na het doctoraal-examen in april 1970 als wetenschappelijk medewerker.