
Een cognitief model voor de ontwikkeling van schriftelijk studiemateriaal

Drs. J. Elen & Prof. dr. J. Lowyck

Elen is wetenschappelijk medewerker aan de Universitaire Dienst voor Cursusontwikkeling van de K.U. Leuven

Lowyck is gewoon Hoogleraar, Coördinator van de Universitaire Dienst voor Cursusontwikkeling en hoofd van het onderzoekscentrum voor Educatieve Technologie (EDUCATEC) van de K.U. Leuven

Moeilijkheden met het traditionele model binnen de ontwerpkuude en de paradigmawissel in de toevoerwetenschappen, geven aanleiding tot het construeren van nieuwe basismodellen. In dit artikel wordt een model gepresenteerd dat gebaseerd is op bevindingen uit de cognitieve wetenschappen. Het model komt, zo wordt uiteengezet, overeen met de formele structuur van de basismodellen binnen de ontwerpkuude. Het wordt gehanteerd als een onderzoekskader voor het ontwerpen van schriftelijk studiemateriaal en is derhalve hypothetisch van aard. Binnen het model fungeert het schematiseren als de instrumentering van de ontwikkelparameter 'structuur'.

Inleiding

Schriftelijk studiemateriaal is een wijd verspreid onderwijsmiddel. Aan de universiteit, in hogescholen maar ook in bedrijfsomgevingen wordt schriftelijk studiemateriaal gehanteerd als een zelfstandig onderwijsmiddel (al dan niet met begeleiding) of ter ondersteuning van de mondelinge instructie.

Voor de ontwikkeling van schriftelijk studiemateriaal wordt veelal alleen een beroep gedaan op intuïtieve ervaringsgegevens met betrekking tot de vele componenten, zoals onder meer inhoudelijke structuur, didactische vormgeving, illustraties, voorbeelden en vragen. Deze weinig systematische en vaak ook 'eclectische' werkwijze contrasteert met de aanpak die door de systematische ontwerpkuude wordt voorgestaan. Binnen deze ontwerpkuude doet zich bovendien recentelijk een aantal evoluties voor die in sterke mate het ontwikkelwerk beïnvloeden. Meer en meer wordt in de ontwerpkuude immers rekening gehouden met bevindingen uit de cognitieve wetenschappen zoals de cognitieve psychologie en de linguïstiek. Veelal gebeurt dit 'rekening houden met' evenwel sterk gefragmenteerd en ontbreekt een omvattend kader waarin de verschillende elementen kunnen worden geplaatst.

In het onderzoek dat hier wordt gepresenteerd is een poging ondernomen om een meer omvattend model te construeren. Zulk model moet het mogelijk maken om systematisch de (vaak partiële) bevindingen uit de cognitieve weten-

schappen om te zetten in praktijk-georiënteerde richtlijnen voor het ontwerpen van (i.c. schriftelijk) studiemateriaal. Het belang van zulk een dergelijk model beperkt zich evenwel niet louter tot het ontwerpen van schriftelijk studiemateriaal. Het model fungeert immers evenzeer als een onderzoekskader van waaruit de bevindingen uit de cognitieve wetenschappen op hun ecologische validiteit kunnen worden getoetst. De voorgestelde werkwijze, m.n. het ontwerpen van een meer omvattend model waarin de bevindingen uit de cognitieve wetenschappen zijn opgenomen en het vervolgens in ecologisch valide situaties toetsen van deze bevindingen en hun interacties, kan tevens worden benut om andersoortig studiemateriaal (bijv. computersoftware, videomateriaal, e.d.) te ontwerpen en de onderzoeksresultaten hieromtrent te toetsen.

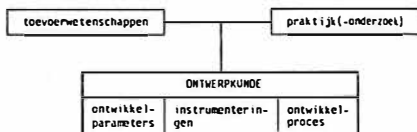
In de onderhavige bijdrage wordt eerst de formele structuur van de ontwerpkunder uitgetekend. In een tweede punt wordt beknopt de evolutie van de ontwerpkunder geschetst, waarna meer in detail op het voorgesteld cognitief model wordt ingegaan. Tot slot wordt het schematiseren besproken, als een illustratie van de wijze waarop cognitieve ontwikkelparameters in het ontwikkelproces kunnen worden ingebracht.

Ontwerpkunder

Doel van het onderwijskundig ontwerpen ('instructional design') is de toelevering van het waarom en het hoe van onderwijskundige maatregelen en onderwijsmethoden (Van Patten, Chao & Reigeluth, 1986). Zo gezien bezit de ontwerpkunder als wetenschappelijke discipline twee belangrijke kenmerken. In eerste instantie is ze integrerend van aard. Om het vooropgestelde doel te verwezenlijken put de ontwerpkunder als toegepaste wetenschap niet alleen uit de eigen onderzoeksgegevens, maar brengt ze de onderzoeksuitkomsten uit andere domeinen samen tot een nieuwe synthese. De gevonden resultaten worden dan op hun beurt benut zowel voor het genereren van nieuwe hypothesen als voor het verklaren van hun werkzaamheid in de praktijk. In de tweede plaats is de ontwerpkunder praktijkgeoriënteerd. Noden van, randvoorwaarden binnen en bevindingen uit de (het)

praktijk(-onderzoek) bepalen het doel van de synthetiserende activiteit evenals de keuze van de wetenschapsdomeinen die voor de synthese worden gebruikt.

Als toegepaste wetenschap bepaalt de onderwijskundige ontwerpkunder de elementen die bij het vormgeven van onderwijs in rekening worden gebracht (ontwikkelparameters), de verschillende stappen die tijdens het ontwerpen worden gezet (ontwikkelproces) en reikt het de instrumenteringen aan om de ontwikkelparameters in het ontwikkelproces in te voeren (Figuur 1).



Figuur 1: Formele structuur van de ontwerpkunder

De in figuur 1 genoemde componenten kunnen worden teruggevonden in de vele bestaande onderwijskundige ontwerpmodellen. Deze modellen verschillen in de mate waarin en de wijze waarop ze de verschillende componenten concretiseren. Zo zal in een ontwerpkunder model voor schriftelijk studiemateriaal meer aandacht uitgaan naar de tekststructuur dan in een model voor het ontwerpen van computerondersteund onderwijs. Net zo zal bij het ontwerpen van studiemateriaal voor een wetenschapsdomein als 'Fysica' het mathematisch representeren van probleemsituaties sterker worden geconcretiseerd dan in het domein 'Theologie'.

DE EVOLUTIE IN DE ONTWERPKUNDE

De 'klassieke' ontwerpkunder

Binnen de 'klassieke' ontwerpkunder worden de in figuur 1 weergegeven componenten als volgt ingevuld.

De centrale *toevoerwetenschap* is de psychologie van het leren, en meer bepaald het behaviorisme. Alle leren wordt verklaard aan de hand

van deze ene theorie zodat er sprake is van de 'unitaristische' leerpsychologie. Leren wordt er immers beschouwd als het leggen van associatieve verbanden tussen afzonderlijke informatie-elementen met gebruikmaking van de conditionering als het centrale leerprincipe (Lowyck, 1988).

Daar de conditionering binnen deze leertheorie voor alle soorten leren wordt gebruikt, is een verdere differentiatie van de componenten naar onderwijsmiddel en leerinhoud binnen het ontwerpkundig model niet noodzakelijk: men kan er immers alle soorten leren mee verklaren en beïnvloeden, in welke context, voor welke inhoud en bij welke persoon het ook plaatsvindt. Die unitaristische en algemeengeldende opvatting heeft op haar beurt tot gevolg dat steeds dezelfde ontwikkelparameters gelden, gelijke instrumenteringen worden gehanteerd en de ontwikkelprocedure niet wezenlijk aan concrete en uiteenlopende praktijksituaties dient te worden aangepast (zie onder meer: Lumsdaine & Glaser, 1966; Skinner, 1968).

In de lijn van het behavioristische leermodel, zijn de belangrijkste *parameters* voor het ontwikkelen van (iedere vorm van) instructie:

- het nauwkeurig vastleggen van de nagestreefde gedragingen;
- het constateren van het (begin-)gedrag van de lerende;
- het fragmenteren van het nagestreefde gedrag (of taak) in 'atomaire' componenten, en
- de terugkoppeling.

Als de meest voorkomende *instrumentering* geldt binnen dit model de taakanalyse, d.w.z. het analyseren van het door de instructie beoogde complexe doelgedrag (of taak) tot op het niveau van de atomaire gedrags- (taak-)partikels (zie onder meer: Gagné & Briggs, 1979). Door het leggen van associatieve verbanden tussen deze kleinste delen wordt tijdens de instructie het gedrag gereconstrueerd tot zijn oorspronkelijke complexiteit.

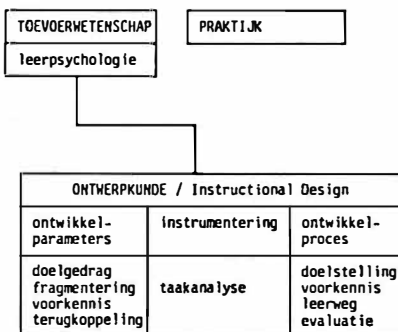
Het gebruik van een dergelijke taakanalyse leidt ertoe dat in de *ontwikkelprocedure* volgende stappen moeten worden gezet:

- 1 het formuleren, operationaliseren en classificeren van de door de instructie beoogde doelstellingen,
- 2 het diagnosticeren van de voorkennis,

3 het vastleggen van de leerwegen om op grond van conditioneringsprincipes de atomaire gedragselementen cumulatief tot het vereiste complexe gedrag op te bouwen,

4 het bepalen van de concrete evaluatiemodaliteiten.

Het 'klassieke' model van de ontwerpkunde wordt schematisch in Figuur 2 weergegeven.



Figuur 2: Het 'klassieke' model van de ontwerpkunde

Mede als gevolg van de unitaristische visie op het leren, hanteert men binnen de 'klassieke' ontwerpkunde de genoemde componenten van het instructiemodel niet alleen voor goed te operationaliseren vaardigheden in bijv. de geprogrammeerde instructie, maar worden ze eveneens gebruikt voor het leren oplossen van problemen in onder meer schriftelijk zelfstudiemateriaal.

Ontwikkelingen binnen de ontwerpkunde

Het geschetste model van de ontwerpkunde heeft lang het denken en handelen over het ontwerpen van instructie beïnvloed. Ook nu nog wordt het gebruikt om op een meer systematische wijze colleges voor te bereiden, instructieve computerprogramma's te ontwerpen, cursussen te schrijven en multi-mediale leerpakketten te ontwikkelen.

Niettemin heeft het denken binnen de ontwerp-kunde veranderingen ondergaan. Hiervoor kunnen minstens twee oorzaken worden genoemd. Enerzijds hebben moeilijkheden met de gangbare parameters, hun instrumentering en het ontwikkelproces aanleiding gegeven tot een kritische re-evaluatie van de gegevens uit het behavioristisch onderzoek. Anderzijds dwingt de evolutie in de cognitieve psychologie en de daaruit afgeleide inzichten in de onderwijstechnologie, de linguïstiek, de sociologie en de organisatiekunde tot een wijziging van het perspectief. Deze paradigmawissel in de toevoetwetenschappen, heeft niet alleen geleid tot nieuwe opvattingen over het leren, maar ook invloed gehad op de taakuitvoering van ontwerpers van instructie.

Onderzoek naar het leren

In het onderzoek naar het leren hebben zich de laatste twee decennia tal van ontwikkelingen voorgedaan. Door de studie van complexe opdrachten in reële situaties, de aansluiting op de Gestaltpsychologie en de computersimulatie van het menselijk denken (Simon, 1979; Calfee, 1984), wordt de lerende niet langer beschouwd als een passieve recipiënt, maar als de constructeur van betekenis. Leren bestaat in deze *constructivistische opvatting* niet meer exclusief uit het leggen van associatieve verbanden tussen informatie-elementen, maar het wordt opgevat als de actieve verwerking van informatie door de lerende. Deze informatieverwerking wordt dan gestuurd door de reeds aanwezige kennis in het lange-termijn geheugen en door complexe verwerkings- en controleprocessen (zie onder meer: Rumelhart, 1980; Calfee, 1984; Vosniadou & Brewer, 1987). Leren is, kort gezegd, een actief, constructief, cumulatief en doelgericht proces (Shuell, 1988).

Het cognitief-psychologisch onderzoek wijst aldus voor het ontwerpen van instructie op het belang van een adequate opbouw van de nieuwe informatie-elementen in de reeds aanwezige cognitieve structuur en op de domeinspecificiteit van de verworven kennis (Thomdyke, 1977; Walker & Meyer, 1980).

Problemen binnen de 'klassieke' ontwerp-kunde
Niet alleen de evolutie in de leerpsychologie

heeft een heroriëntering van de 'klassieke' ontwerp-kunde bewerkstelligd. Ook binnen de ontwerp-kunde zelf is een aantal problemen onderkend.

- Zoals gesteld, wordt in het klassieke model de taakanalyse centraal geplaatst, onder meer door het beoogde eindgedrag (leereffect) in atomaire elementen op te splitsen. Noch de ontwerpers, noch de lerenden blijken evenwel in staat om de enorme hoeveelheid elementaire gegevens in werkbare systemen te integreren (Lowyck, 1988).
- Het vooraf formuleren van doelstellingen (de eerste stap in de voorgestelde procedure) leverde voor de ontwerper niet de gewenste resultaten op. In geoperationaliseerde doelstellingen worden uitsluitend gedetailleerde eindproducten beschreven. De ontwerper kan hieruit echter weinig indicaties afleiden voor de vormgeving van de instructie. Dergelijke doelstellingen zijn bovendien erg fragmentair, terwijl noch het inhoudelijk verband tussen de leerstofonderdelen, noch het verband met de voorkennis er op een systematische wijze in naar voren komt (Jochems, 1980; Low, 1980; Popham, 1987).
- De logica van het 'didactisch model' dat aan de basis ligt van de voorgestelde procedure, blijkt niet te corresponderen met de 'psychologica' van auteurs en ontwerpers. Onderzoek naar de cognities van onderwijsgeevenden heeft het strikt gefaseerde lineaire denken waarop het model is gebaseerd niet gevalideerd (Lowyck, 1978; Clark & Yinger, 1979).

De bovenstaande problemen met de 'klassieke' aanpak heeft het speurwerk naar nieuwe ontwikkelparameters en procesmodellen voor een ontwerp-kunde sterk gestimuleerd. Het kan dan ook niet anders, dan dat de uitkomsten van dit nieuwsoortig onderzoek het ontwerpen van studiemateriaal zal beïnvloeden. Ter illustratie van deze evolutie wordt een 'nieuwe ontwerp-kunde' gepresenteerd, conform aan de cognitieve benadering. Hieruit wordt een model afgeleid dat meer expliciet gericht is op het ontwikkelen van schriftelijk studiemateriaal. We gaan hier thans nader op in.

Een cognitief model

De hierboven genoemde paradigmawissel laat zijn invloed zien op uiteenlopende facetten van de door ons voorgestelde ontwerpkunder. Voor eerst wordt gezocht naar de meest ladende ontwikkelparameters. Vervolgens wordt nagegaan hoe deze geïnstrumenteerd kunnen worden. Ten slotte wordt beschreven welke procesmodellen voor de ontwikkeling van deugdelijk schriftelijk (zelf)studiemateriaal relevant zijn.

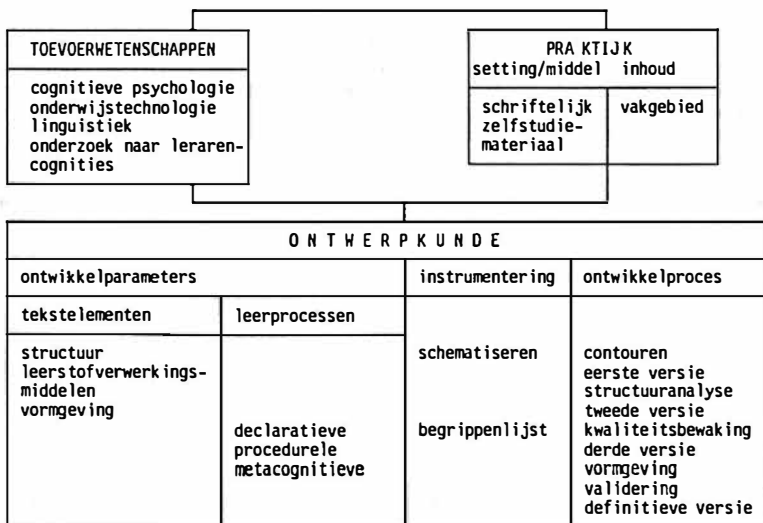
In figuur 3 wordt een eerste stand van zaken gegeven van het geschetste onderzoekskader uitgaande van de theoretische uitgangspunten. Op de verschillende componenten wordt achtereenvolgens ingegaan.

Toevoerwetenschappen en praktijk

Zoals reeds in de inleiding is gesteld, wordt de ontwerpkunder omwille van haar praktijkoriëntatie genormeerd door de concrete situatie waarvoor modellen worden ontworpen en adviezen geformuleerd. Aangezien het binnen ons

onderzoek gaat om schriftelijk studiemateriaal dat door auteurs wordt ontwikkeld, lijken zowel de cognitieve psychologie, het onderzoek naar het functioneren van onderwijsgevenden, de onderwijstechnologie en de linguïstiek terecht toevoerwetenschappen waarmede in de ontwerpkunder rekening dient te worden gehouden. De cognitieve psychologie levert modellen voor de informatieverwerking en de geheugenrepresentatie waarin de belangrijkste leerprocessen kunnen worden onderscheiden en voor het ontwerpen in rekening gebracht (zie onder meer: Posner, 1979; Low, 1980; Wildman & Burton, 1981; Hewson & Posner, 1984; Gardner, 1985).

Het onderzoek naar het denken van leerkrachten en naar het verloop van schrijfprocessen heeft het ontwerpen als een lineair proces in vraag gesteld en het uitdrukkelijk als cyclisch geïdentificeerd (Lowyck, 1978). In het ontwikkelproces kan dus niet uitsluitend van vooraf bepaalde doelstellingen worden uitgegaan, maar dienen de verschillende ontwerpparameters geleidelijk en iteratief in het verloop te worden ingebracht.



Figuur 3: Onderzoekskader voor het ontwikkelen van schriftelijk studiemateriaal.

Ontwikkelparameters

Uit cognitief psychologisch onderzoek komt naar voren dat bij het verwerven van kennis declaratieve, procedurele en metacognitieve processen een rol spelen.

Declaratieve processen staan in voor het leren van feiten en concrete begrippen en voor het verwerven van begrippenschema's, regels en principes. Procedurele processen zijn gericht op het kunnen toepassen van reeds gekende regels en principes. Metacognitieve processen ten slotte reguleren de vele denk- en leerprocessen. Er kunnen uit dit soort onderzoek dus relevante inzichten worden verkregen over de wijze waarop begrippen worden geleerd, vaardigheden in het oplossen van problemen worden verworven en studeerprocessen verlopen. Onderzoek naar deze processen geeft vaak aanleiding tot het beschrijven van vrij algemene regels voor de optimalisering van het verwerven en verwerken van informatie. Ze moeten derhalve verder geconcretiseerd worden, door i.c. de specifieke kenmerken ervan voor het ontwerpen van schriftelijk studiemateriaal te achterhalen. Meer bepaald zijn de volgende drie formele elementen als ontwikkelparameters door ons verder onderzocht, met name de structuur van de tekst, de leerstofverwerkingsmiddelen en de vormgeving van de tekst. Nagegaan zal worden hoe in schriftelijk studiemateriaal concretiserings van deze formele ontwikkelparameters de beschreven processen beïnvloeden.

Ontwikkelproces

Binnen een ontwerpkuude volstaat het evenwel niet om de ontwikkelparameters te identificeren of de condities voor beïnvloeding te onderkennen. Er is immers ook een behoefte aan handlingsmodellen die het ontwikkelproces kunnen systematiseren.

Er is reeds aangetoond dat een strikt lineair sturingsproces niet beantwoordt aan het reële verloop van de ontwerpactiviteiten. Uit het onderzoek van lerarencognities ('teacher thinking') (Clark & Yinger, 1979) en van schrijfprocessen (Scardamalia & Bereiter, 1986), blijkt juist dat men in een eerste aanzet uitgaat van algemene oriëntaties op het doel en de functie van de instructie, c.q. tekst die continu

worden gereviseerd en verfijnd door rekening te houden met de gekozen parameters tijdens het proces. Overeenkomstig deze inzichten, wordt in het onderzoek een fasering van het ontwerpproces wetenschappelijk getoetst, door de gekozen parameters gaandeweg te implementeren zonder een voorafgaande, systematische en formele instructie aan de auteurs. Dit proces omvat de volgende stappen:

- 1 Omschrijving van de contouren;
- 2 eerste ontwerp;
- 3 inhoudelijke controle;
- 4 redactie basisversie;
- 5 didactische controle;
- 6 redactie experimentele versie (inhoudelijke revisie en toevoeging leerstofverwerkingsmiddelen);
- 7 vormgeving;
- 8 valideringsonderzoek;
- 9 redactie eindversie.

Instrumentering

Er werd reeds verduidelijkt dat in de cognitieve benadering expliciet de constructivistische visie op het leren wordt gehanteerd. Dit wil zeggen dat de student de in het studiemateriaal ingebrachte informatie in zijn betekenis voor zichzelf dient te (re-)construeren. Of en in welke mate de student hierin zal slagen hangt sterk af van de structuur (inhoudelijke vulling en interrelaties van de begrippen) van de informatie. Daarom is ervoor gekozen om in ons onderzoek eerst de ontwikkelparameter 'structuur' te instrumenteren en de relevantie ervan voor het ontwikkelwerk na te gaan.

Schematiseren als centrale instrumentering voor het ontwerpen van schriftelijk studiemateriaal

In het bovenstaande werd de evolutie binnen de ontwerpkuude geschetst. Tevens werd aangegeven dat er een behoefte is ontstaan aan een nieuwe ontwerpkuude. Een cruciaal aspect van zulk een nieuwe ontwerpkuude is het instrumenteren van de cognitieve ontwikkelparameters voor de implementatie ervan in het ontwikkelproces.

In dit tweede deel wordt thans een instrument gepresenteerd, aan de hand waarvan de ontwik-

kelparameter 'structuur' systematisch in het ontwikkelproces kan worden binnengebracht. In de voorstelling van deze instrumentering wordt achtereenvolgens ingegaan op:

- 1 Het belang van de ontwikkelparameter 'structuur';
- 2 de didactische relevante structuurdimensies;
- 3 de instrumenten die voorhanden zijn om teksten te diagnostiseren;
- 4 het schematiseren als diagnostisch instrument.

Het hier gepresenteerde instrument fungeert binnen het in de inleiding gesitueerde onderzoek. Een dergelijk onderzoek bezit een dubbele relevantie. Vooreerst valideert of falsifieert dit spuurwerk de onderzoeksbevindingen uit de toevoetenschappen door de daaruit afgeleide hypothesen op hun werkbaarheid te toetsen. Ten tweede is dit type onderzoek relevant voor het ontwerpen van studiemateriaal, aangezien er theoretisch gefundeerde en gevalideerde instrumenten door kunnen worden aangereikt.

De ontwikkelparameter 'structuur'

De lerende is, zoals gezegd, een actieve informatieverwerker. Informatie wordt langs het sensorisch geheugen en het korte-termijn-geheugen, tot nieuwe kennis verwerkt met gebruikmaking van zowel de reeds aanwezige (voor-)kennis als van verwerkings- en sturingsprocessen en wordt zodoende in het lange-termijn-geheugen opgeslagen. De informatie-elementen blijven echter niet afzonderlijk bestaan, maar worden met elkaar verbonden ('chunking') door temporele, spatiale, logische en psychologische relaties (zie: Simon, 1979; Rumelhart, 1980; Calfee, 1984; Tergan, 1987). Het aanleren van die verbindingen (structuur) maakt de kern uit van de instructie (Donald, 1983). Hiervoor bestaat niet enkel een theoretische, maar ook een empirische evidentie. Welke elementen uiteindelijk in het kennisbestand zullen worden opgenomen, hangt mede af van de wijze waarop het materiaal wordt aangeboden, i.c. hoe de informatie in het materiaal is gestructureerd (Osborne, Jones & Stein, 1985; Simons, 1988).

Dat de structuur een invloed uitoefent op het leerresultaat blijkt meer bepaald uit onderzoek

in de vakdomeinen fysica en wiskunde. De kennisrepresentatie vertoont na het bestuderen van een studietekst een grotere overeenkomst met de structuur van de aangeboden informatie dan voorheen. (Shavelson, 1972; Geeslin & Shavelson, 1975)

Bovendien is gebleken dat de prestaties van studenten op kennis- en op probleemoplossingsvragen afhangen van de opbouw (structuur) van de leerstof. Wordt in de opbouw van de leerstof de begripsinhoud beklemtoond, dan presteren de studenten beter op kennis dan op de vaardigheid om problemen op te lossen en omgekeerd (Egan & Greeno, 1973; Mannes & Kintsch, 1987). Voorts indiceren resultaten van onderzoek naar de prestaties van studenten op toetsvragen, dat studenten beter presteren indien de toetsvragen overeenstemmen met de organisatie van de tekst en dat ze minder goede resultaten behalen zo er voor de beantwoording van de vragen een herstructurering van de informatie of een perspectiefwisseling vereist is (Kulhavy, Schmidt & Walker, 1977; Shimmerlik, 1978; Mannes & Kintsch, 1987). Het belang van de structuur van de leerstof blijkt eveneens uit het onderzoek van Thorndyke (1977). Verhalen met een explicietestructuur worden beter begrepen en herinnerd.

Ten slotte blijkt uit het onderzoek van Meyer (1977), dat informatie-elementen die zich hoger bevinden in de hiërarchische structuur, m.a.w. elementen waar veel andere informatie-elementen van afhangen of onder ressorteren ('belangrijker zijn') beter worden onthouden.

Mede op grond van al dit empirisch onderzoek kan worden geconcludeerd dat de structuur van de studietekst de kennisrepresentatie van de studenten beïnvloedt.

Structuurdimensies

Op grond van het onderzoek naar tekstbestudering komen de volgende zes dimensies van de tekststructuur en dus ook van schriftelijk studiemateriaal als belangrijk voor het begrijpen ervan naar voren. Ze bepalen immers mede hoe de aangeboden informatie in het geheugen zal worden gerepresenteerd.

- 1 Doel en functie van de tekst: zicht op het geheel en op het perspectief van waaruit de

tekst is geschreven (Anderson & Armbruster, 1985; Thorndyke, 1977; Hewson & Posner, 1984; Jaffe-Pace, 1985; Willems, 1986). Dit is belangrijk voor het wekken van de belangstelling van de lerende, maar ook voor de activering van de in het kennisbestand reeds aanwezige schemata. Een dergelijke activering faciliteert het begrijpen van de tekst,

- 2 Aansluiting bij de voorkennis: het realiseren van een overeenkomst tussen de cognitieve structuur van de student en de structuur van de vakinhoudelijke informatie (Lodewijks, 1981); Wildman en Burton, 1981; Gardner, 1985; Willems, 1986). Opdat een tekst begrepen zou kunnen worden, heeft de student behoefte aan schemata die de draagwijdte en de betekenis van de aangeboden informatie reveleren. De nieuwe studietekst dient dan ook aan te sluiten bij de reeds aanwezige voorkennis. Niet alleen de inhoud van de afzonderlijke schemata, maar ook hun specifieke opbouw en de onderlinge relaties zijn belangrijk.
- 3 Coherentie van de tekstonderdelen: (Kintsch & Van Dycck, 1978; Walker & Meyer, 1980; Calfee, 1984; Willems, 1986). Zonder een coherentie van de verschillende tekstonderdelen, dient de student voor het verwerken ervan, zelf de verbanden te leggen. Hierdoor ontstaat het gevaar dat, samen met de feitelijke gegevens, foutieve interpretaties van de informatie in het lange-termijn-geheugen worden opgeslagen en deze vervolgens als kader gaan functioneren voor het interpreteren van de nieuw aangeboden informatie. Omgekeerd blijkt uit veel onderzoek het gevaar van een al te grote sturing door een sterke voorstructurering (Simons, 1988). De student dient in zo'n geval immers niet meer actief aan de structurering te werken, wat een louter externe sturing in plaats van zelfregulering tot gevolg heeft.
- 4 Informatiedichtheid als de mate van explicitering en redundantie (Thorndyke, 1977; Gardner, 1985; Willems, 1986). Afgewogen moet worden welke elementen dienen te worden geëxpliciteerd en welke door de lezer, rekening houdend met de voorkennis, zelf kunnen worden geïnfereerd, en of de inhoud in uiteenlopende formuleringen moet worden herhaald (redundantie).

5 Relaties tussen de begrippen: (Walker & Meyer, 1980; Thorndyke & Hayes-Roth, 1979). Voor een goede begripsvorming zal de tekst door het leggen van verbanden, het aangeven van voorbeelden en het profileren van de specifieke begripskenmerken, de student de mogelijkheid bieden om een adequaat begrippenschema te (re-)construeren.

6 Consistentie in het woordgebruik: (Walker & Meyer, 1980). De duidelijkheid van een tekst wordt mede beïnvloed door het woordgebruik. Consistentie in het gebruik van de benadering van begrippen in verschillende situaties draagt bij tot een grotere verankering van het begrippenschema.

Gezien het belang van deze structuurdimensies dient een adequate instrumentering van de parameter 'structuur' de ontwerper in staat te stellen tijdens het ontwikkelingsproces te anticiperen op de problemen die studenten met de zes dimensies ondervinden, door ze tijdig te diagnosticeren.

Diagnosticeren van studieteksten

Uit het bovenstaande blijkt dat het onderzoek bij wil dragen tot het vervaardigen van een instrument dat toelaat om de problemen van studenten met de bovenstaande dimensies in studieteksten te diagnosticeren. Daarom werd in de literatuur gezocht naar een instrument of werkwijze die toelaat de structuur van teksten te achterhalen, ze in kaart te brengen en de problemen te identificeren.

Er kunnen drie bronnen van methoden voor het achterhalen van de structuur in teksten onderscheiden worden. Ten eerste worden in de linguïstiek en het cognitief-psychologisch onderzoek reeds tal van instrumenten gehanteerd om teksten te analyseren. Een tweede groep van methoden wordt voorgesteld in het kader van de studie van het onderwijzen, meer bepaald voor het voorbereiden van onderwijs. De derde groep methoden komt voor in de literatuur over de studeervaardigheden. We gaan thans op een aantal van deze methoden in.

Tekstanalyse-methoden

Van Hout-Wolters en Weltens (1982) onderscheiden twee soorten tekstanalyse-methoden, met name de positionele methoden en de

schema-methoden. In de literatuur met betrekking tot de *propositionele methoden* wordt ervan uitgegaan dat de informatieverwerking bij het lezen voornamelijk vanuit de tekst zelf wordt gestuurd. Deze methoden (b.v.: Fredericksen, 1975; Meyer, 1977) laten toe de verschillende tekstelementen gedetailleerd in hun onderlinge samenhang weer te geven. Echter, juist omwille van de grote gedetailleerdheid (niveau van zin of paragraaf) zijn ze weinig verhelderend: ze bieden geen condensaat van de gehele en betekenisvolle tekst van waaruit een diagnose met betrekking tot genoemde dimensies kan worden doorgevoerd.

Schema-methoden zijn in tegenstelling met propositionele methoden, constructivistisch geïnspireerd. Gesteld wordt dat de informatieverwerking primair wordt gestuurd vanuit de in het kennisbestand aanwezige schemata. Deze methoden zijn echter eveneens erg analytisch en het resultaat erg complex (zie onder meer: Thomdyke & Hayes-Roth, 1979).

Taakanalyse-methoden

Naast methoden voor tekstanalyse werden tal van procedures ontwikkeld om onderwijs voor te bereiden. Het betreft hier de reeds vermelde taakanalyse (bv.: Gardner, 1985). In deze procedures wordt de leerstof vanuit het standpunt van de leerkracht, resp. de ontwerper, gestructureerd (bv.: Kok & Tillema, 1981) zowel om op basis ervan toetsitems te construeren (Harris, 1976) als om de basisstructuur van cursusmateriaal uit verschillende domeinen te achterhalen (zie: Donald, 1983, 1987).

Studiemethoden

Methoden om de in teksten aanwezige structuur te achterhalen, zijn eveneens ontwikkeld als een instrument voor de lerenden om ze inzicht te laten verwerven in de innerlijke samenhang van de leerstof, hun in staat te stellen om de grote lijnen te leren onderkennen, de leerstof te synthetiseren en/of een diepteverwerking te induceren. (Voor een overzicht zie: Van Patten, e.a., 1986; en meer concreet: Breuker, 1980; Diekhoff, Brown & Dansereau, 1982; Kozma, 1987). Daarvoor wordt in de regel gebruik gemaakt van netwerken waarbij de knooppunten de begrippen en de lijnen de relaties voorstellen. Netwerkvoorstellungen genieten de voor-

keur, omwille van de veronderstelde overeenkomst van het resultaat van deze werkwijzen met de representatie van kennis in het geheugen.

Het schematiseren als diagnostisch instrument

Uit het bovenstaande overzigt van methoden om de structuur van teksten te achterhalen, komt naar voren, dat geen enkele methode af te leiden valt om de vele problemen te onderkennen die studenten kunnen ervaren bij het verwerken van tekstinformatie. Ze geven evenmin aanleiding tot het kritisch doorlichten van de tekst. Een loutere representatie van de tekst volstaat immers niet voor het achterhalen van de aan de tekst inherente moeilijkheden. Naast het representeren van een tekst, is immers een referentiekader noodzakelijk aan de hand waarvan de representatie kan worden geanalyseerd. De representatiemethode dient bovendien flexibel te zijn, zowel om moeilijkheden ten aanzien van de uiteenlopende dimensies te kunnen diagnosticeren, als om de methode op teksten van uiteenlopende disciplines te kunnen toepassen. In ons onderzoek werd dan ook een nieuwe instrumentering voor de parameter 'structuur' ontworpen. We gaan thans kort in op een aantal kenmerken van deze instrumentering.

Procedure

Voor diagnose vanuit cognitief-psychologische hoek moet het instrument:

- 1 Een gehele tekst of een tekstonderdeel gecondenseerd representeren, met name tekstonderdelen in hun onderlinge samenhang weergeven;
- 2 toelaten de benodigde voorkennis vast te stellen;
- 3 begrippen, hun interrelaties, eigenschappen en/of procedurele regels identificeren.

Het leek onmogelijk om met één en dezelfde representatie van een tekst (-onderdeel) de relationele verbanden tussen zowel begrippen als tekstonderdelen te vatten. Daarom is een techniek ontwikkeld, die de nodige flexibiliteit bewaart (zie verschillende representatievormen), en de gebruiker toelaat om de voorlopige versies van studieteksten op hun relevante punten te analyseren. Hierbij wordt de volgende proce-

dure gevolgd:

- 1 Kennismaken met de te schematiseren tekst;
- 2 de (vakinhoudelijke) begrippen noteren;
- 3 per begrip de kenmerkende eigenschappen aanduiden;
- 4 door lijnen visualiseren welke relaties in de tekst tussen verschillende begrippen gelegd worden;
- 5 het geheel van relaties en begrippen herschikken tot een duidelijk overzicht;
- 6 de tekst herlezen en het schema op zijn juistheid controleren;
- 7 reviseren.

Vershillende representatievormen

Op basis van de volgende drie criteria kunnen verschillende vormen van representatie onderscheiden worden.

Een eerste onderscheid ontstaat op grond van de wijze waarop al dan niet met het concrete verloop van de tekst wordt rekening gehouden. Zo de aandacht gericht is op de *relaties tussen de tekstonderdelen*, dan wordt de tekst in een *tekstnabij* schema gereconstrueerd. Deze representatie geeft de propositionele opbouw van de tekst weer. De begrippen en hun relaties worden geplaatst in dezelfde volgorde als waarop ze in de tekst voorkomen.

Is de diagnose echter gericht op de *begrippen en hun interrelaties* dan wordt een *tekstafstandelijk* schema geprefereerd. Dergelijk schema geeft de plausibele cognitieve structuur van een student weer, na een grondige verwerking van de in de tekst aanwezige vakinhoudelijke informatie. Deze representatie heeft betrekking op de semantische structuur. Met de concrete volgorde of de frequentie waarmee de begrippen in de tekst voorkomen, wordt geen rekening gehouden. De nadruk ligt immers op de identificatie van de centrale begrippen, en het schema wordt dan ook gekenmerkt door een hoge abstractiegraad.

Een tweede onderscheid houdt verband met de *hoeveelheid* tekst (onderdeel - geheel) die in het schema wordt opgenomen. Een derde en laatste onderscheid wordt gemaakt op grond van de *eenheid van analyse* (alle begrippen dan wel enkel de centrale begrippen).

Gebruik van de schema's

Het schematiseren werd gehanteerd in het kader

van de ontwikkeling van een cursus 'Algemene Didactiek' en een cursus 'Quantumfysica'. In beide projecten werd het beschreven cyclisch ontwikkelproces gevolgd en werden de verschillende ontwikkelparameters achtereenvolgens aan de orde gesteld. Beide cursussen werden aangemaakt door een team waarvan naast domeinexperts ook een onderwijskundige deel van uitmaakte. Deze onderwijskundige schematiseerde de teksten die door de auteurs werden aangemaakt. De keuze voor een bepaalde representatievorm werd afhankelijk gemaakt van het doel van het schematiseren. Zo leek het raadzaam om in eerste instantie de aandacht te richten op de macrostructuur van de tekst (en dus tekstafstandelijke schema's aan te maken) en pas na een eerste revisie de microstructuur te diagnosticeren door middel van het tekstnabij schematiseren. Op grond van de opmerkingen die uit de schema's naar voren werden gehaald, werden de teksten grondig gereviseerd.

Het daadwerkelijk gebruik van de instrumentering laat toe de bruikbaarheid en validiteit van het instrument te toetsen. Slechts als het instrument is gevalideerd, kan worden overgegaan tot het toetsen van de onderzoeksgegevens waarop het is gebaseerd.

Besluit

In het bovenstaande werd een model gepresenteerd voor het ontwikkelen en bestuderen van schriftelijk studiemateriaal. Het model is gebaseerd op bevindingen uit de cognitieve wetenschappen en omvat de drie componenten (ontwikkelparameters, ontwikkelinstrument en ontwikkelproces) die in elk basismodel van de ontwerpkuude kunnen worden teruggevonden. Kenmerkend aan het model is dat het gesystematiseerd aantal cruciale ontwikkelparameters in het ontwikkelproces tracht binnen te brengen door deze te instrumenteren. Bij wijze van voorbeeld werd ingegaan op de instrumentering van de parameter 'structuur'.

Het vermelde model fungeert niet enkel als systematisering van ontwikkelactiviteiten, maar tevens als onderzoekskader waarbinnen de descriptieve bevindingen uit de toewerwetenschappen op hun ecologische validiteit kun-

nen worden getoetst.

Vooraleer dit toetsend onderzoek te kunnen uitvoeren, dient evenwel te worden nagegaan of het voorgestelde instrument wel degelijk de problemen van studenten met teksten naar voren kan halen. Dit vereist niet alleen dat wordt onderzocht welke opmerkingen door het schematiseren worden gereveleerd, maar tevens dat de overeenkomst tussen deze opmerkingen en de problemen van studenten wordt nagegaan. Tot slot zal dienen te worden onderzocht of het met dit instrument ontwikkelde studiemateriaal daadwerkelijk aansluit bij het cognitief functioneren van de lerende. Slechts op grond van laatstgenoemd onderzoek kan ook de parameter zelf worden gevalideerd.

Zodoende komt uit dit onderzoek de dubbele focus binnen de ontwerpkuunde naar voren. Enerzijds fungeert de ontwerpkuunde als een toegepaste wetenschap; onderzoeksresultaten uit de toevoetwetenschappen worden omgezet in modellen, waardoor de concrete ontwikkelpraktijk theoretisch wordt onderbouwd.

Anderzijds heeft de ontwerpkuunde als functie een fundamentele bijdrage te leveren tot verdere theorievorming door onderzoeksvragen te formuleren die uit het ontwikkelwerk naar voren komen, en de bevindingen uit de toevoetwetenschappen in ecologisch valide situaties te valideren en/of te falsificeren.

Literatuur

- Anderson, T.H., & B.B. Armbruster. Studying strategies and their implications for textbook design. In: T.M. Duffy & R. Walker, *Designing usable texts* (The educational technology series). Orlando/London: Academic Press, 1985, p. 159-177.
- Breuker, J. *In kaart brengen van leerstof*. Utrecht/Antwerpen: Het Spectrum, 1980. (Onderwijskundige informatie voor het Hoger Onderwijs).
- Calfee, R. Cognitive Psychology and Educational Practice. *Review of Research in Education*, 1984, 9, 3-73.
- Clark, C.M., & R. Yinger. Teachers' Thinking. In: P.L.: Peterson, & H.J. Walberg (Eds), *Research on teaching concepts, findings and implications*. Berkeley, Cal.: McCutchan, 1979, p. 231-263.
- Donald, J.G. Knowledge structures: Methodes for exploring course content. *Journal of Higher Education*, 1983, 54, 1, 31-41.
- Donald, J.G. Learning schemata: methods of representing cognitive, content and curriculum structures in higher education. *Instructional Science*, 1987, 16, 187-211.
- Dickhoff, G.M., P.J. Brown & D.F. Dansereau. A prose learning strategy training program based on network and depth-of-processing models. *Journals of Experimental Education*, 1982, 50, 180-184.
- Egan, D.E., & J.G. Greeno. Acquiring cognitive structure by discovery and rule learning. *Journal of Educational Psychology*, 1973, 64, 85-97.
- Fredericksen, C. Representing logical and semantic structure of knowledge acquired from discourse. *Cognitive Psychology*, 1975, 7, 371-458.
- Gagné, R.M., & L.J. Briggs. *Principles of Instructional Design*. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1979.
- Gardner, M.K. Cognitive Approaches to Instructional Task Analysis. *Review of Research in Education*, 1985, 12, 157-195.
- Geeslin, W.E., & R.J. Shavelson. An exploratory analysis of the representation of a mathematical structure in students' cognitive structures. *American Educational Research Journal*, 1975, 12, 21-39.
- Harris, N.D.C. *Instructional Science*, 1976, 5, 153-180.
- Hewson, P.W., & G.J. Posner. The use of schema theory in the design of instructional materials: a physics example. *Instructional Science*, 1984, 13, 119-139.
- Jaffe-Pace, A., Learning to Learn through Text Design. Can it be done? In: D.H. Jonassen, *The technology of text*. Vol. 2. New Jersey: Englewood Cliffs, 1985, p. 46-58.
- Jochems, W. *Leerstofanalyse*. Delft: Delftse Universitaire Pers, 1980.
- Kintsch, W., & T.A. van Dijk, Toward a model of text comprehension and production. *Psychological Review*, 1978, 85, 363-394.
- Kok, W., & M. Tillema. Een instrument voor analyse en representatie van leerstofstructuren. *Tijdschrift voor Onderwijsresearch*, 1981, 61, 182-199.
- Kozma, R.B., The implications of cognitive psychology for computer-based tools. *Educational Technology*, 1987, 11, 20-25.
- Kulhavy, R.W., R.F. Schmid & C.W. Walker. Temporal Organization in Prose. *American Educational Research Journal*, 1977, 14, 115-123.

- Lodewijks, J.G.L.C., *Leerstofsequenties: Van conceptueel netwerk naar cognitieve structuur*. Lisse: Swets & Zeitlinger, 1981.
- Low, W.C., Changes in instructional development: The aftermath of an information processing takeover in psychology. *Journal of Instructional Development*, 1980, 4, 10-18.
- Lowyck, J., *Procesanalyse van het onderwijsgedrag. Studie van de cognitieve variabelen in het voorbereidings- en uitvoeringsgedrag van ervaren leerkrachten: literatuurstudie en descriptief-empirisch onderzoek*. Leuven: K.U. Leuven, XII - 248 pp. (niet-gepubliceerd doctoraatsproefschrift), 1978.
- Lowyck, J., Heroriëntatie in de cursusontwikkeling: een perspectief. In: J. Lowyck, J. Elen & J. van den Branden (Eds), *Actuele trends in cursusontwikkeling*. Leuven: K.U. O.U.-Eenheid, 1988, 3-8.
- Lumsdaine, A.A. & R. Glaser (Eds), *Teaching machines and programmed learning. A source book*. Washington: National Education Association, 1966'.
- Mannes, S.M. & W. Kintsch. Knowledge Organization and Text Organization. *Cognition and Instruction*, 1987, 4, 91-115.
- Meyer, B.J.F. The structure of Prose: Effects on Learning and Memory and Implications for Educational Practice. In: R.C. Anderson, R.J., Spiro & W.E. Montague (Eds), *Schooling and the acquisition of knowledge*. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum, 1977, p. 179-208.
- Osborn, J.H., B.F. Jones & M. Stein. The Case for Improving Textbooks. *Educational Leadership*, 1985, 42, 9-16.
- Popham, W.J., Two-plus decades of educational objectives. *Journal of Educational Research*, 1987, 11, 1, 31-41.
- Posner, G.S., Tools for curriculum research and development: Potential contributions from cognitive science. *Curriculum Inquiry*, 1979, 8, 4, 311-340.
- Rumelhart, D.E., Schemata: The Building Blocks of Cognition. In: R. Spiro, B. Bruce & W. Brewer (Eds), *Theoretical Issues in Reading Comprehension*. Hillsdale, N.J.: Erlbaum Associates, 1980, p. 33-58.
- Scardamalia, M. & Bereitner, C., Research on written composition. In: M. Wittrock (Ed.) *Handbook of research on teaching*. New York: Macmillan Publishing Company, 1986.
- Shavelson, R.J., Some aspects of the correspondence between content structure and cognitive structure in physics instruction. *Journal of Educational Psychology*, 1972, 63, 3. 225-234.
- Shimmerlik, S.M., Organization theory and Memory for Prose: A Review of the Literature. *Review of Educational Research*, 1978, 48, 103-120.
- Shuell, T.J., The Role of the Student in Learning from Instruction. *Contemporary Educational Psychology*, 1988, 13, 276-295.
- Simon, H.A., Information processing models of cognition. *Annual Review of Psychology*, 1979, 30, 363-396.
- Simons, P.R.J., Mogelijkheden tot cursusontwikkeling vanuit cognitief-psychologisch perspectief. In: J. Lowyck, J. Elen & J. van den Branden (Eds), *Actuele trends in cursusontwikkeling*. Leuven: K.U. O.U.-Eenheid, 1988, 9-15.
- Skinner, B.F., *The technology of teaching*. New York: Appleton/Century/Crafts, 1968.
- Tergan, S., *Qualitative knowledge diagnosis. Fundamentals of a representational approach for the assessment of individual knowledge structures*. Tübingen, 1987, DFFF.
- Thorndyke, P.W., *Cognitive Structures in Comprehension and Memory of Narrative Discourse*. *Cognitive Psychology*, 1977, 9, 77-110.
- Thorndyke, P.W. & Hayes-Roth, The use of schemata in the acquisition and transfer of knowledge. *Cognitive Psychology*, 1979, 11, 82-106.
- Van Hout Wolters, B., *Markeren van kerngedeelten in studieteksten. Een proces-produkt benadering*. Swets & Zeitlinger: Lisse, 1986.
- Van Hout Wolters, B. & B. Weltens, Selecteren van kerngedeelten in teksten: bruikbaarheid van tekstanalyse- en beoordelingsmethoden voor onderzoek naar de verbetering van tekstbestudering. *Pedagogische Studiën*, 1982, 59, 334-346.
- Van Patten, J., C. Chao & C.M. Regeluth, A review of strategies for sequencing and synthesizing instruction. *Review of Educational Research*, 1986, 56, 437-471.
- Vosniadou, S. & W.F. Brewer, Theories of Knowledge Restructuring in Development. *Review of Educational Research*, 1987, 57, 51-67.
- Walker, C.H. & B.J.F. Meyer, Integrating Information from Text: an Evaluation of Current Theories. *Review of Educational Research*, 1980, 60, 421-437.
- Wildman, T.M. & J.K. Burton, Integrating Learning Theory with Instructional Design. *Journal of Instructional Development*, 1981, 4, 5-14.
- Willems, J.M.H.M., *Schriftelijk Studiemateriaal voor de Open Universiteit*. Nijmegen, 1986', I.O.W.O.