

## VU Research Portal

### **Ontwerpen van klassesituaties. Een beschrijving en vergelijking van didactische modellen in het perspectief van sociale en cognitieve ontwikkeling van leerlingen**

Terwel, J.; Hooch Antink, M.H.J.

1996

[Link to publication in VU Research Portal](#)

#### ***citation for published version (APA)***

Terwel, J., & Hooch Antink, M. H. J. (1996). *Ontwerpen van klassesituaties. Een beschrijving en vergelijking van didactische modellen in het perspectief van sociale en cognitieve ontwikkeling van leerlingen*. Unknown Publisher.

#### **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

#### **Take down policy**

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

#### **E-mail address:**

[vuresearchportal.ub@vu.nl](mailto:vuresearchportal.ub@vu.nl)

# Ontwerpen van klassensituaties

---

*Een beschrijving en vergelijking van didactische modellen in het perspectief van de sociale en cognitieve ontwikkeling van leerlingen*

Amsterdam, januari 1996

**J. Terwel**

**M. H. J. Hooch Antink**

**Universiteit van Amsterdam**

**Instituut voor de Lerarenopleiding**

**Wibautstraat 2-4**

**1091 GM Amsterdam**

Wie een willekeurige klas in het voortgezet onderwijs binnenstapt heeft een kans van 70 procent een klassikale situatie aan te treffen. De leraar staat voor de klas en spreekt, de leerlingen luisteren of reageren op wat de leraar zegt. Maar het kan ook anders. Ontwerpers van onderwijs zijn op zoek gegaan naar alternatieven voor het frontale onderwijs. In dit rapport, getiteld 'Portretten van klassesituaties', worden situaties van ander onderwijs geschetst. Het betreft haalbare methoden voor het werken in de dagelijkse klaspraktijk, al stellen sommige van deze modellen hogere eisen aan leraar en leerlingen dan andere.

Dit is het eindrapport van het onderzoek getiteld 'Verkennde studie, Grondslagen- en ontwikkelingsonderzoek ter verbetering van didactische methoden', SVO project 92904.

Aan dit eindrapport is een interimrapport vooraf gegaan (Terwel & Hooch Antink, 1993). De studie heeft plaatsgevonden onder supervisie van Drs. W. Freriks van het Instituut voor Onderzoek van het Onderwijs in den Haag.

Belangrijkste doel van dit onderzoek was het in kaart brengen van didactische modellen, in het bijzonder modellen die ontworpen zijn voor groepsonderwijssituaties (jaarklassen bijvoorbeeld) waarin de leraar streeft naar optimaal op de individuele capaciteiten en motivatie van leerlingen afgestemde leeromstandigheden. Het gaat om modellen voor adaptief onderwijs.

De kern van deze studie bestaat uit een beschrijving en vergelijking van een aantal didactische modellen die momenteel in de wetenschappelijke literatuur genoemd worden als oplossingen voor didactische vraagstukken. In het bijzonder wordt ingegaan op de vraag hoe op verschillen tussen leerlingen wordt ingegaan en welke functie de groep (klas, subgroep) daarin vervult. De studie besluit met een theoretische reflectie, aanbevelingen voor verder onderzoek en een samenvatting.

Over de gehanteerde terminologie dient hier het volgende te worden opgemerkt. Bij het schrijven van deze tekst is gekozen voor de mannelijke vorm, waar zowel mannelijke als vrouwelijke personen bedoeld worden. Voorts is er in een aantal gevallen voor gekozen de oorspronkelijke Amerikaanse terminologie aan te houden voor begrippen die in een bepaald theoretisch kader een specifieke betekenis hebben zoals het begrip Situated Cognition.

Drs. W. Freriks, Dr. M. Goedhart, Drs. C. Mulder en Dr. J. Zuidema bedank ik voor hun waardevolle opmerkingen bij een eerdere versie van (delen van) deze tekst. Ook alle collega-onderzoekers die suggesties hebben gedaan voor modellen en literatuur ben ik zeer erkentelijk.

Een conceptversie van deze tekst is opgenomen geweest in de reader bij de module 'Instructie- en Curriculum-ontwerp' van de vakgroep onderwijskunde aan de Universiteit van Amsterdam. De inspirerende discussies met mijn studenten onderwijskunde waren aanleiding tot verbetering van de tekst.

Ik hoop dat deze studie een brede doelgroep zal aanspreken. Daarbij denk ik aan onderwijsonderzoekers, lerarenopleiders, leerplanontwikkelaars en

vakdidactici, maar ook aan studenten onderwijskunde en leraren in opleiding (LIO's).

Amsterdam, januari 1996  
Prof. Dr J. Terwel

INHOUDSOPGAVE	
<b>Hoofdstuk 1 INLEIDING</b>	<b>5</b>
<b>Hoofdstuk 2 COMPLEX INSTRUCTION (CI)</b>	<b>12</b>
<b>Hoofdstuk 3 KLASSIKALE, ALGORITMISCHE METHODE (KAM)</b>	<b>18</b>
<b>Hoofdstuk 4 TEAM-ASSISTED INDIVIDUALIZATION (TAI)</b>	<b>22</b>
<b>Hoofdstuk 5 THEORIE UIT EXPERIMENTEN (TUE)</b>	<b>27</b>
<b>Hoofdstuk 6 DIFFERENTIATIE BINNEN KLASSEVERBAND (DBK)</b>	<b>33</b>
<b>Hoofdstuk 7 PROJECT LEERPAKKET ONTWIKKELING NATUURKUNDE (PLON)</b>	<b>38</b>
<b>Hoofdstuk 8 ADAPTIEF GROEPSONDERWIJS (AGO)</b>	<b>43</b>
<b>Hoofdstuk 9 SITUATED COGNITION/COGNITIVE APPRENTICESHIP (SC/CA)</b>	<b>50</b>
<b>Hoofdstuk 10 COGNITIVELY GUIDED INSTRUCTION (CGI)</b>	<b>57</b>
<b>Hoofdstuk 11 VERGELIJKING en CONCLUSIE</b>	<b>63</b>
<b>Hoofdstuk 12 THEORETISCHE REFLECTIE EN AANBEVELINGEN VOOR ONDERZOEK</b>	<b>71</b>
<b>Literatuur</b>	<b>77</b>
<b>Samenvatting</b>	<b>80</b>
<b>Bijlage 1 Beschrijvingsmodel didactische modellen</b>	<b>82</b>

# Hoofdstuk 1

## INLEIDING

### 1.1 De praktijk

Wie een willekeurige klas in het voortgezet onderwijs binnenstapt heeft een kans van 70 procent een klassikale situatie aan te treffen. De leraar staat voor de klas en spreekt, de leerlingen luisteren of reageren op wat de leraar zegt. Veel docenten hanteren een eenvoudig, vast patroon van lesgeven. Dat patroon verloopt van ‘bel tot bel’ in drie stappen: (i) huiswerk overhoren, (ii) nieuwe leerstof introduceren en (iii) huiswerk opgeven en individueel laten werken.

De klassikale methode is succesvol, alleen al als men kijkt naar het gebruik dat er van wordt gemaakt. Wanneer men let op de leereffecten van de klassikale aanpak is de vraag naar het succes van de klassikale methode minder eenvoudig te beantwoorden. Voor het aanleren van begrippen, regels en algoritmen kan een klassikale methode effectief zijn. Echter wie leerlingen in het voortgezet onderwijs wil leren wiskundige problemen in contexten uit het dagelijks leven op te lossen, doet er verstandig aan ook andere werkvormen toe te passen. Uit onderzoek blijkt dat er interactie bestaat tussen de inhoud en de didactische methode. De ene inhoud kan beter via een klassikale aanpak aan de orde worden gesteld, terwijl de andere inhoud beter individueel of in kleine groepen kan worden aangeboden. Daar komt nog bij dat leerlingen verschillen in hun voorkeur voor bepaalde werkvormen. Er zijn bovendien aanwijzingen uit onderzoek dat de ene aanpak effectiever is voor de ene categorie leerlingen en de andere methode meer succes heeft bij de andere categorie leerlingen.

Een uniforme, klassikale aanpak binnen een school is om bovenstaande redenen niet adequaat. Nog afgezien van de leereffecten in engere zin, kan deze routine er toe leiden dat leerlingen hun motivatie verliezen en het onderwijs niet langer als betekenisvol ervaren. Het traditionele schoolsysteem, de indeling in klassen, de vakkensplitsing en het rooster met lessen van 40, 50 of 60 minuten hebben zo’n dwingend karakter, dat het nauwelijks mogelijk lijkt de bestaande routines te doorbreken.

Het klassikale systeem kan nooit alle leerlingen maximaal stimuleren. De onmogelijkheid van perfecte adaptatie (afstemming) moet onder ogen worden gezien. Ten diepste gaat het hier om een “Verstehensdefizit” dat mede gelet op de bestaande randvoorwaarden en de ter beschikking staande technologie nooit geheel kan worden opgelost. (Vanderstraeten, 1994). In de wiskunde en de natuurwetenschappelijke vakken wordt dit vraagstuk wel aangeduid als de ‘kloof van onverstaanbaarheid’. Een leraar zou, net als de gouvernante, elke individuele leerling moeten kunnen observeren, diagnostiseren en vervolgens zijn instructie moeten aanpassen. In de jaarklas wordt de leraar voortdurend tot handelen gedwongen zonder dat er gelegenheid is geweest tot observatie en

reflectie. Ervaren leraren gebruiken verschillende strategieën om door te gaan met onderwijzen als zij een afstemmingsprobleem ervaren. Zo kan een leraar op basis van ervaring en intuïtie op een andere aanpak over gaan in de hoop dat het overkomt bij de leerling. Soms heeft dat ook resultaat. Men kan als leraar de vaart er ook in proberen te houden door zelf veel aan het woord te zijn. Men verkoopt iets, zonder te weten of het ook gekocht wordt. Tenslotte zijn er leraren die hun onvermogen om de leerlingen echt te begrijpen compenseren door te vluchten in de structuur van het vakgebied. Het komt maar zelden voor dat een leraar de consequentie neemt van zijn mislukte pogingen tot adaptatie door te stoppen met lesgeven. Er zijn immers altijd nog wel enkele leerlingen die het begrijpen. En al zou niemand nog iets leren of begrijpen dan nog blijft er voor de leraar nog een taak weggelegd. Hij moet orde houden en de leerlingen 'van de straat houden'. In dergelijke extreme situaties wordt echter pas goed duidelijk dat niet alle leerlingen kunnen worden bereikt. Er moeten keuzen worden gemaakt. In de praktijk van het klassikale onderwijs kiest de leraar meestal voor afstemming op de 'steering group' dat zijn de 15 tot 20 leerlingen die zich rond het klassegemiddelde bevinden. De leerlingen aan de uiteinden van de prestatiecurve komen dan tekort.

Misschien realiseren de betrokken leraren en leerlingen zich nauwelijks meer dat het klassikale systeem een bepaald lesontwerp is. Dat ontwerp is ooit bedacht. Daarnaast zijn er vele andere ontwerpen beschikbaar die binnen het bestaande stelsel van de jaarklas kunnen worden toegepast. Dat is het onderwerp van deze studie. We gebruiken hiervoor de term didactisch model (methode of arrangement).

## 1.2 Doelstelling, vraagstelling en definities

Deze studie beoogt een aantal didactische modellen te beschrijven en te analyseren. Het doel van deze inventarisatie is tweeledig: het maken van een staalkaart van didactische modellen of arrangementen en het mede op basis hiervan schetsen van perspectieven voor toekomstig ontwikkelingswerk en onderzoek .

Centraal staat de vraag naar de wijze waarop de sociale en cognitieve ontwikkeling van leerlingen wordt gestimuleerd binnen verschillende leerdomeinen of vakgebieden. Het betreft modellen die in de jaarklas kunnen worden gebruikt. Daarbij wordt in het bijzonder gelet op de wijze waarop met verschillen tussen leerlingen wordt omgegaan en welke functies de docent en de leerlingen (klas, subgroep) daarbij vervullen.

In deze studie wordt een bepaalde definitie van didactisch model gehanteerd. Een didactisch model geeft handelingsaanwijzingen of ontwerpregels voor de leraar voor de inrichting van onderwijsleersituaties. Zo'n geheel van aanwijzingen wordt ook wel arrangement, methode of strategie genoemd. Er is gekozen voor modellen die aanwijzingen geven voor het afstemmen van het onderwijs op verschillen tussen leerlingen in de schoolklas. Afstemming is te zien als de mate waarin het onderwijs aansluit op de voorkennis, percepties en leerstijlen van leerlingen (Terwel, 1994). Voorkennis is het geheel van aanwezige kennis voor het uitvoeren van een

bepaalde taak. Deze voorkennis is gestructureerd in schema's of mentale modellen en betreft begrippen, cognitieve en sociale vaardigheden.

Bij het afstemmen van het onderwijs op de leerlingen kan men gebruik maken van structurele en situationele strategieën (Mason & Good, 1993). Bij een structurele benadering is te denken aan vooraf geplande, meer of minder permanente maatregelen die voorafgaande aan de instructie worden genomen (bijvoorbeeld het indelen van leerlingen in vaste niveaugroepen op basis van een toets). Een situationele benadering daarentegen betreft een vorm van afstemming tijdens of na afloop van de instructie (bijvoorbeeld het geven van speciale instructie of begeleiding aan individuele leerlingen bij gebleken achterstand of onbegrip). Een structurele aanpak heeft een meer permanent karakter en is gebaseerd op de gedachte dat begaafdheden en prestaties van leerlingen in de tijd gezien relatief stabiel zijn. Een situationele benadering heeft een tijdelijk karakter en gaat uit van de idee dat begaafdheden en prestaties veranderbaar zijn. Overigens is het belangrijk op te merken dat binnen elke benadering nog weer verschillende opties bestaan. Bovendien komen in de praktijk vaak combinaties voor van structurele en situationele afstemming.

### 1.3 Verantwoording doelstelling, criteria en werkwijze

De lijst van modellen is groot. Joyce en Weil (1972) hebben uit meer dan 80 'instructional models' een keuze gemaakt. Het is niet de bedoeling van voorliggende studie om deze modellen opnieuw te beschrijven. Daarom is een selectie gemaakt uit andere modellen. Hierbij hebben de verschillende overwegingen een rol gespeeld.

Het werkplan van SVO geeft al belangrijke aanwijzingen voor deze selectie. Het doel van het te ontwikkelen onderzoeksprogramma is de verbetering van (bestaande) didactische arrangementen die ontworpen zijn voor groeps- onderwijssituaties (jaarklassen bijvoorbeeld) waarin de onderwijsgevende wenst te streven naar optimaal op de individuele capaciteiten en motivatie van lerenden afgestemde leeromstandigheden. In deze opdracht is de gedachte van afstemming of adaptatie al duidelijk herkenbaar.

De studie moest de volgende elementen kennen:

1. beschrijving van didactische modellen die momenteel in de internationale wetenschappelijke literatuur als de meest belovende oplossingen genoemd worden voor het soort (onderwijs-) doelrealisatievraagstukken dat in het programma centraal staat
2. inventarisatie van Nederlandse projecten waarin didactici/onderzoekers een poging gedaan hebben of doen om didactische vraagstukken waar het hier om gaat, op te lossen op specifieke leerdomeinen in het primair en secundair onderwijs
3. evaluatieve screening van de projecten

Tegen deze achtergrond van bovenstaande opdracht zijn de volgende criteria opgesteld voor de keuze van de modellen. De modellen moeten:



- (a) bruikbaar zijn voor het basisonderwijs en/of het voortgezet onderwijs en toepasbaar zijn in groepsonderwijssituaties, bijvoorbeeld in de jaarklas;
- (b) betrekking hebben op een specifiek leerdomein;
- (c) goed zijn beschreven en in de praktijk zijn uitgevoerd;
- (d) veelbelovend zijn mede gelet op uitvoerbaarheid in de klas en effectiviteit;
- (e) exemplarische waarde bezitten, dat wil zeggen een model moet typerend zijn voor een categorie van modellen;
- (f) theoretisch onderbouwd zijn;
- (g) empirisch onderzocht zijn op uitvoerbaarheid en effectiviteit;

Naast deze criteria zijn echter additionele overwegingen gehanteerd. Zo is bij de keuze van modellen gestreefd naar een zekere variatie naar (i) onderwijsniveau (ii) werkvorm (iii) leerdomein (iv) leertheorie en (v) de wijze waarop met verschillen tussen leerlingen wordt omgegaan. Bovendien is een evenwicht gezocht in modellen die in Nederland ontwikkeld zijn en modellen die in de buitenlandse literatuur zijn aan te treffen. Zoals uit de uiteindelijke keuze blijkt zijn modellen die ontworpen zijn voor bèta-vakken enigszins oververtegenwoordigd. Dit is niet alleen te wijten aan de voorkennis en belangstelling van de auteurs, maar ook aan het gegeven dat op deze vakgebieden relatief veel modellen beschikbaar zijn.

Ook het gekozen perspectief namelijk de “sociale en cognitieve ontwikkeling van leerlingen” speelde een rol bij de selectie. Het sociale perspectief heeft er mede toe geleid dat de nadruk valt op modellen voor interactief onderwijs en dat arrangementen voor zelfinstructie buiten de beschrijving zijn gebleven. Het cognitieve perspectief is eveneens duidelijk herkenbaar in de keuze en de beschrijving van de modellen. Zo zijn er relatief veel modellen met een cognitieve oriëntatie opgenomen. Daarmee onderscheidt deze studie zich dan ook van eerder verschenen studies waarin veel aandacht wordt besteed aan wat oudere, behaviouristische modellen en overwegend individuele studiesystemen zoals IPI en PLAN (vgl. Corporaal, 1979).

Bij de start van deze studie is een aantal deskundigen op het gebied van curriculum, instructie en didactiek geconsulteerd door middel van een brief. Hierin was al een reeks modellen genoemd. De reacties waren tweeledig. Een deel van de respondenten gaf een inhoudelijke reactie, waarin literatuurverwijzingen werden genoemd, boeken of tijdschriften werden aanbevolen of andere modellen werden genoemd. Een ander deel van de respondenten kon geen aanvulling geven op de modellen die al in de brief werden genoemd (het gaat hier om Team Assisted Individualization, Adaptive Learning Environments Model, Complex Instruction, Cognitively Guided Instruction en Differentiatie Binnen Klasseverband-Natuurkunde) Zij bevestigden dat de genoemde modellen de moeite van beschrijving waard zouden zijn.

Naast externe deskundigen zijn ook handboeken of bundels geraadpleegd bij de keuze van modellen. Een van de bekendste boeken over didactische methoden, vaak genoemd door de deskundigen, is *Models of Teaching* van Joyce en Weil (1972; Nederlandse versie: *Strategieën voor Onderwijzen*, 1984). In dit boek wordt een twintigtal (afhankelijk van de versie) onderwijsmethoden beschreven. De bedoeling van het boek is de bestaande theorieën over leren

toegankelijk te maken voor docenten door ze te vertalen naar de praktijk. Het betreft hier algemene modellen die in veel verschillende situaties bruikbaar zijn. Het vraagstuk van individuele verschillen is echter onderbelicht. De relatie met de schoolvakken en de vakdidactiek komt nauwelijks aan de orde. Ook Gunter, Estes en Schwab (1990) hebben een aantal didactische modellen gebundeld. De methoden die zij beschrijven zijn algemeen en geschikt voor alle vakken en voor leerlingen van alle leeftijden en met verschillende capaciteiten. Het boek is vooral gericht op (beginnende) leraren die zo een repertoire van mogelijke onderwijsstrategieën tot hun beschikking krijgen. De studie van Creemers (1991) kan hier eveneens worden genoemd. In deze laatste studie worden verschillende modellen beschreven, vooral vanuit de optiek van onderzoek naar effectieve instructie. In de studie van Creemers wordt relatief veel aandacht besteed aan de wat oudere modellen voor beheersingsleren en direct instruction. De studie van Meijnen, Smink, Ledoux en Robijns (1991) geeft naast een overzicht van effectief gebleken instructie-activiteiten, ook 'schoolvoorbeelden' van effectief onderwijs. Deze schoolvoorbeelden betreffen overwegend praktijkgerichte beschrijvingen en 'portretten' van effectieve scholen. De modellen die in deze boeken beschreven worden zijn waardevol. Van een aantal modellen uit deze boeken, bijvoorbeeld directe instructie, wordt in de dagelijkse onderwijspraktijk gebruik gemaakt. Het is echter weinig zinvol om modellen die elders overzichtelijk beschreven en samengevoegd zijn nog eens opnieuw te gaan beschrijven. Er is dus voor gekozen om de modellen uit deze handboeken niet in deze studie op te nemen, al zijn er soms wel raakvlakken met de door ons beschreven modellen. In de voorliggende studie valt het accent op recenter modellen die na de 'cognitieve wending' tot ontwikkeling zijn gekomen.

Op grond van bovenstaande criteria en overwegingen zijn de volgende modellen geselecteerd:

Complex Instruction, Klassikale, Algoritmische Spellingsmethode, Team-Assisted Individualisation, Theorie uit Experimenten, Differentiatie Binnen Klasseverband - natuurkunde, Project Leerpakket Ontwikkeling Natuurkunde, Adaptief Groepsonderwijs, Situated Cognition/Cognitive Apprenticeship, en Cognitively Guided Instruction.

De eerste zeven modellen zijn bedoeld voor bepaalde vakken of een categorie van vakken. Deze modellen geven duidelijke aanwijzingen voor de inrichting van het onderwijsleerproces. De laatste twee modellen vallen enigszins uit de toon. Situated Cognition/Cognitive Apprenticeship is eerder een theoretische stroming met een aantal aanzetten tot vertaling naar de onderwijspraktijk dan een echt eenduidig model voor de klassepraktijk. De nieuwe theoretische gezichtspunten van SC/CA zijn nog nauwelijks in concrete didactische modellen uitgewerkt. Toch hebben wij dit model in onze studie opgenomen. Wellicht voelen anderen zich geïnspireerd om op basis van deze theorie een concreet didactisch model te ontwerpen. Uit SC/CA blijkt een bepaalde visie op leren. Vanuit deze visie kunnen bestaande problemen in het onderwijs wellicht verklaard worden. Uitwerkingen van SC/CA zouden dan kunnen bijdragen aan het oplossen van die problemen. Cognitively Guided Instruction verschaft docenten ook geen kant en klaar model over de vormgeving van het onderwijsleerproces. De ontwerpers zijn van mening dat vernieuwingen als

deze vooral via de persoon van de docent moeten worden gerealiseerd. Het gaat om een andere visie op leren en onderwijzen. Materialen, modellen, werkvormen en organisatie modellen lijken minder van belang. Er wordt grote nadruk gelegd op de training van docenten. De redenering is als volgt. Als docenten zich door middel van training en begeleiding een andere wijze van denken en handelen eigen maken, zullen zij vanuit hun professionaliteit en kennis van de situatie zelf tot de juiste didactische keuzen komen. Mogelijk komt het model ook tegemoet aan docenten die, om welke reden dan ook, een weerstand hebben opgebouwd ten aanzien van prescriptieve modellen. Niet alle modellen voldoen aan alle criteria. In enkele gevallen is er voor gekozen een model toch in de beschrijving op te nemen omdat het model (i) potentieel van waarde is en (ii) in de vergelijking met andere modellen saillante verschillen laat zien die in een discussie over het ontwerpen van onderwijs niet mogen ontbreken.

## 1.4 Het beschrijvingsmodel in het kort

Bij de beschrijving van de verschillende didactische modellen is gebruik gemaakt van een bepaald beschrijvingsmodel, dat we hier kort presenteren (het volledige model is opgenomen in bijlage 1). De beschrijving van elk didactisch model verloopt in vier stappen.

### *1. Korte karakteristiek*

De naam van het model en de ontwerpers of auteurs worden genoemd. Dan volgt een globale beschrijving van het model om de lezer een eerste indruk te geven van de belangrijkste kenmerken en de wijze waarop deze in de praktijk van de klas gestalte krijgen.

### *2. Modelbeschrijving en theoretische achtergrond*

Hier wordt het model nader uitgewerkt aan de hand van een aantal categorieën: de uitgangspunten, de groeperingsvormen, de didactische werkvormen, het curriculummateriaal, de rol van leerlingen en leraar en de wijze van toetsing.

### *3. Toepassing van het model in verschillende contexten*

Ingegaan wordt op de toepassing van het model in verschillende contexten. Daarbij is te denken aan het vakgebied en aan het onderwijsniveau, bijvoorbeeld voortgezet onderwijs bij het vak Nederlands. De empirische bevindingen worden kort gepresenteerd.

### *4. Evaluatie en implicaties voor theorie en research*

Tenslotte wordt het model geëvalueerd. Daarbij wordt gelet op de uitkomsten van empirisch onderzoek. Ook worden de implicaties aangegeven voor theorie en research. Daarbij wordt onder meer gebruik gemaakt van algemene criteria van uitvoerbaarheid en effectiviteit.

Conclusies uit het onderzoek worden kort weergegeven. Er worden opmerkingen gemaakt over de kwaliteit van het onderzoek en er vindt verwijzing plaats naar de bronnen.

## 1.5 Opbouw van deze studie

Deze studie is als volgt opgebouwd. Na deze inleiding volgt een beschrijving en analyse van de verschillende modellen. Dat is de kern van deze studie. Het slothoofdstuk bevat de conclusies en een vergelijking van de gepresenteerde modellen aan de hand van drie hoofddimensies: de leraar, de leerlingen en de taaksituatie. Speciale aandacht wordt geschonken aan de wijze waarop in de modellen de afstemming tussen leraar en leerling in taaksituaties plaatsvindt. De studie besluit met een theoretische reflectie op het afstemmingsvraagstuk mede met het oog op verder onderzoek.

Tenslotte nog een opmerking over de literatuur. Aan het eind van elke modelbeschrijving is de betreffende literatuur vermeld. De literatuur behorende bij de algemene hoofdstukken, is aan het eind van het rapport in een algemene literatuurlijst opgenomen.

# Hoofdstuk 2

## COMPLEX INSTRUCTION (CI)

### 2.1 Korte karakteristiek

Complex Instruction is een didactisch model dat speciaal is ontwikkeld voor heterogene, multi-culturele klassen. Het model is ontwikkeld door Elizabeth G. Cohen en haar medewerkers aan de Stanford Universiteit in Californië.

Het onderwijs verloopt in drie fasen: (i) introductie, (ii) werken in kleine groepen waarbij elke groep binnen een les een eigen taak heeft, (iii) klassikale rapportage vanuit de groepen, reflectie en afsluiting.

Wie de klas binnen komt kan de volgende impressie krijgen. Kleine groepen leerlingen zijn aan het meten, bouwen, knippen, plakken, redeneren, lezen en overleggen. Wat opvalt is het levendige karakter. Elke leerling draagt een speldje met daarop ‘aanvoerder’, ‘verslaggever’, ‘controleur’ of ‘bemiddelaar’. De leerlingen zitten of staan aan tafels met veel materialen erop. Hier wordt druk mee gewerkt. Aan de muren hangen allerlei posters met spreuken erop “Iedereen is wel ergens goed in” en “Iedereen helpt opruimen”. De docent loopt rond, geeft hulp waar nodig en stelt vragen. Een situatie als deze is de gewone gang van zaken in klassen waar volgens het model van Complex Instruction gewerkt wordt.

Complex Instruction is aanvankelijk ontwikkeld in wiskunde en natuuronderwijs. Later is het model verder ontwikkeld voor gedragswetenschappen, wereldoriëntatie en taal. Het model is vooral geschikt voor gebieden waar conceptuele en procedurele kennis aangeleerd wordt (Cohen, 1992; Lotan & Benton, 1990). Complex Instruction is voor primair en secundair onderwijs geschikt.

Differentiatie vindt binnen Complex Instruction plaats doordat de leerlingen in hun eigen tempo en met hun specifieke leerstrategieën kennis kunnen verwerven (DeAvila, 1985; in Lotan & Benton, 1990). Begrippen worden vaak aangeboden in verschillende situaties en met verschillende materialen. Leerlingen kunnen op deze manier het begrip aanleren in verschillend tempo en gebruik makend van hun eigen specifieke leerstrategieën. Complex Instruction kan binnen het jaarklassensysteem toegepast worden.

### 2.2 Modelbeschrijving en theoretische achtergrond

Complex Instruction streeft er naar alle leerlingen de mogelijkheid te geven zich kennis en vaardigheden eigen te maken (Cohen, 1992). Hieronder valt het ontwikkelen van denkvaardigheden en probleem-oplossingsstrategieën.

Het model is vooral gericht op klassen die qua etnische samenstelling heterogeen zijn. Centraal staat hierbij het stimuleren en participeren van leerlingen die uit de boot dreigen te vallen. Elke leerling moet de kans krijgen om succesvol aan het onderwijs deel te nemen (Cohen, 1992). Dit ‘equal access’ principe wordt voor een groot deel gewaarborgd door statusbehandeling

(Cohen, 1992). De statusbehandelingsmethoden zijn ontleend aan de sociologische Theory of Expectation States (Berger, Cohen & Zelditch, 1966 in Cohen, 1992).

Complex Instruction is een vorm van cooperative learning waarbij de groepjes heterogeen zijn samengesteld. Bij het samenwerken staan coöperatieve normen en rolverdeling centraal (Cohen, 1992; Lotan & Benton, 1990; Perrenet & Terwel, 1993; Terwel, 1991). Door deze rolverdeling en de afspraken voor samenwerking is het mogelijk dat leerlingen zelfstandig in groepen kunnen werken zonder dat autoriteit en toezicht van de leerkracht nodig is. De leerlingen dragen verantwoordelijkheid voor hun eigen leren. Vanuit sociologische en sociaal-psychologische theorieën is bekend dat individuen en groepen die voor complexe problemen worden gesteld onzeker kunnen worden. Deze onzekerheid wordt in het leerproces benut. Er kunnen sociocognitieve conflicten ontstaan die het leerproces versnellen.

Klassikale instructie vindt plaats aan het begin en aan het einde van de les. De leerkracht vertelt wat de bedoeling is, legt verbanden met het thema en het onderliggende concept. Hij besteedt aandacht aan de verschillende vaardigheden die nodig zijn om de taken uit te voeren en wijst op de klasseregels en coöperatieve normen. De verschillende rollen worden aan de leerlingen toegewezen. Aan het einde van de les wordt onder leiding van de docent door de leerlingen verslag gedaan van het werk aan de opdrachten.

In het middenstuk van de les werken de leerlingen in kleine heterogene groepen aan opdrachten. De indeling van de groepjes wordt regelmatig gewijzigd. Er wordt gewerkt volgens een systeem waarbij binnen een leereenheid verschillende groepstaken zijn ontworpen. De groepen rouleren over deze taken. Deze werkwijze is mede ingegeven door de gedachte dat een terugval op klassikale routines van de leraar hierdoor onmogelijk wordt gemaakt. Er is bewust een grote complexiteit gecreëerd, waardoor delegatie van autoriteit functioneel en noodzakelijk is.

De opdrachten zijn zo ontworpen dat samenwerking vereist is. Het is nodig meerdere vaardigheden aan te wenden voor het uitvoeren van de opdrachten, zogenaamde Multiple Ability Tasks. De taken die uitgevoerd moeten worden roepen een bepaalde mate van onzekerheid op.

Leerlingen met een lage status krijgen speciale aandacht. De gedachte hierachter is dat leerlingen met een lage status onvoldoende participeren in de groep en daardoor ook minder leren. Zonder statusbehandeling zou groepswerk vooral ten goede komen aan de sterke leerlingen.

Aan het statusprobleem wordt op drie manieren gewerkt. De eerste is Multi-Ability Treatment (Cohen, 1992; Lotan & Benton, 1990; Cohen & Benton, 1995; Terwel, 1991). De leerlingen worden aangesproken op een breed spectrum van vaardigheden. Als leerlingen inzien dat voor een taak veel verschillende vaardigheden vereist zijn vergroot dit de kans op positieve, motiverende leerervaringen omdat zal blijken dat iedereen wel ergens goed in is.

De tweede manier is rolverdeling. Door elke leerling de kans te geven verschillende rollen (functies) te vervullen binnen de groep kan de

beeldvorming met betrekking tot een bepaalde leerling veranderen. Het kan statusverhogend werken als een leerling een belangrijke functie binnen de groep vervult.

De derde vorm is Assigning Competence (Cohen, 1992; Lotan & Benton, 1990; Perrenet & Terwel, 1993; Terwel, 1991). De leraar prijst leerlingen met een lage status. Het is van groot belang dat de positieve feedback betrekking heeft op een werkelijk goede prestatie. Het gaat niet om prijzen zonder meer. De wijze waarop de leraar competentie toewijst moet aan drie kenmerken voldoen: (i) de feedback moet direct en specifiek zijn, (ii) het prijzen moet 'en public' plaatsvinden opdat de groep of de klas het kan horen (iii) de leraar moet verwijzen naar maatschappelijke sectoren of beroepen die prestige bezitten (artsen, architecten enz). Op deze manier krijgt de leerling een gevoel van competentie en worden zijn verwachtingen ten aanzien van zijn eigen prestaties hoger. De betrokkenheid en participatie wordt zo groter en dit heeft op zijn beurt een positieve uitwerking op de leerprestaties.

Er is specifiek curriculummateriaal vereist dat gericht is op groepsopdrachten. Bestaand materiaal kan eventueel aangepast worden. Het materiaal moet zowel qua talen (meertaligheid) als vorm (niet alleen schriftelijk) gevarieerd zijn. Zo kunnen leerlingen op verschillende manieren informatie verkrijgen. Het materiaal bestaat uit opdrachtkaarten en informatiekaarten. De opdrachten doen een beroep op handelen en manipuleren van dingen (Cohen, 1992; Terwel, 1991). De opdrachten spreken basisvaardigheden aan, maar vooral ook denkvaardigheden zoals redeneren, analyseren en creatief probleem oplossen (Cohen, 1992; Lotan & Benton, 1990).

Voor het wiskunde en science-onderwijs op de basisschool is in de Verenigde Staten een speciaal curriculum voor Complex Instruction ontwikkeld: Finding Out/Descubrimiento (Lotan & Benton, 1990; Terwel, 1991).

De rol van de leerkracht is verre van traditioneel (Cohen, 1992; Lotan & Benton, 1990). Hij delegeert zijn autoriteit. Hij gaat in op statusproblemen en stimuleert de interactie tussen de leerlingen. Verder stimuleert hij het leerproces door vragenstellen en feedback geven. De taak van de leerkracht is overwegend procesgericht (Perrenet & Terwel, 1993).

Om de lessen volgens het Complex Instruction-model te organiseren is specifieke training van de leerkracht nodig (Lotan & Benton, 1990). In Stanford is een dergelijk programma gerealiseerd.

De leerlingen zijn verantwoordelijk voor hun eigen taak en leren (Lotan & Benton, 1990). Taken die aan de leerlingen toegewezen zijn worden niet door de leerkracht overgenomen. De verschillende taken rouleren regelmatig.

Er zijn geen specifieke toetsingsprocedures aan de methode verbonden. Voor de bepaling van de effecten in het onderzoek zijn overwegend traditionele gestandaardiseerde toetsen gebruikt. Voor didactische doeleinden in de klaspraktijk lijken contextrijke, open opgaven het meest geschikt bij dit model.

## 2.3 Toepassing model in verschillende contexten

Bij implementatie van het Finding Out/Descubrimiento-curriculum is gebleken dat leerlingen die hieraan deelnemen gemiddeld significant beter presteren op gestandaardiseerde lees- en rekentoetsen (Cohen & Intili, 1981, 1982; Cohen & DeAvila, 1983; Cohen & Lotan, 1987; in: Lotan & Benton, 1990). Bovendien is voor het verwerven van taalvaardigheden een significante ontwikkeling gemeten (DeAvila, 1981; Neves, 1983; in: Lotan & Benton, 1990). Bij invoering van Complex Instruction worden niet alleen significant betere leerprestaties gemeten wat betreft basisvaardigheden, maar ook wat conceptueel leren betreft (Cohen, 1991 in Cohen, 1992).

In 1990 was het Finding Out/Descubrimiento-curriculum in meer dan honderd klassen in de Verenigde Staten van Amerika ingevoerd (Lotan & Benton, 1990).

Uit het onderzoek van Cohen en haar medewerkers over de implementatie van Complex Instruction in de Verenigde Staten kunnen enkele conclusies worden getrokken (Cohen, 1992). Deze betreffen vooral de verschillen tussen invoering in het primaire onderwijs en de 'middle school'. Zo zijn in het voortgezet onderwijs de leerlingen minder vaak bij het leerproces betrokken. De nadruk op coöperatieve normen en conflictbeheersing is erg belangrijk, omdat sociale vaardigheden slecht ontwikkeld zijn. Leerlingen zijn vaak niet gewend om zelfstandig na te denken. Er moet bij curriculumontwikkeling op gelet worden dat deze leerlingen meer achtergrondinformatie nodig hebben dan leerlingen uit het primaire onderwijs. Complex Instruction wordt in het voortgezet onderwijs anders toegepast dan in het basisonderwijs, omdat het vakdocenten kent en de lessen korter en strak afgebakend zijn. Verder lijkt het er op dat statusproblemen in het voortgezet onderwijs sterker zijn en dat statusbehandeling moeilijker is. Assigning Competence heeft soms een tegengesteld effect.

Complex Instruction is, op kleine schaal, ook in Nederland geïmplementeerd. Er is onderzocht in hoeverre de kenmerken van Complex Instruction in de klas werden gerealiseerd. Het betrof wiskunde en Nederlands in het voortgezet onderwijs. In het onderzoek werd vooral gelet op de processen in de klas.

## 2.4 Evaluatie en implicaties voor theorie en research

We maken nu enkele evaluatieve opmerkingen en gaan op zoek naar de implicaties voor theorievorming en verder onderzoek. Het onderzoek van Cohen is zorgvuldig opgezet. Observatie maakt een belangrijk deel uit van de onderzoeken. Overigens moet worden opgemerkt dat steekproefgrootte en methodologie te wensen over laat. Het onderzoek is meestal in een beperkt aantal klassen uitgevoerd (kleine N). Analyses zijn uitgevoerd op individueel niveau of op klassenniveau. Multilevel modellen zijn niet toegepast (zie bijvoorbeeld Cohen & Lotan, 1995).

Een interessante discussie is gevoerd over de wijze waarop de motivatie van leerlingen tot stand komt. Volgens Slavin zijn leerlingen alleen op grond van extrinsieke factoren (individuele en groepsgewijze beloning) tot motivatie te brengen. Cohen daarentegen claimt dat de taak en het samenwerken met



leeftijdsgenoten zo motiverend kan werken dat extrinsieke motivatie overbodig is.

De conclusie uit het Nederlandse onderzoek is dat niet alle kenmerken van Complex Instruction werden gerealiseerd in de klas. Vooral status treatment werd nauwelijks uitgevoerd. De andere kenmerken (zoals rolverdeling, normen bij het groepswork, de multiple ability tasks, de intrinsieke motivatie, het interculturele aspect en de opbouw van de les) waren wel aanwezig, maar werden niet altijd volgens de bedoelingen uitgevoerd. Complex Instruction is een interessant, relevant model; het stelt echter hoge eisen aan leraren en leerlingen. Voor de Nederlandse situatie zullen bepaalde principes zoals 'Assigning Competence' een geheel eigen vertaling moeten krijgen om hier geaccepteerd te worden en effectief te kunnen zijn.

Naast het afgeronde onderzoek in Nederland (Perrenet & Terwel, 1993; Hezemans, Terwel & Perrenet, 1994) wordt momenteel een onderzoek uitgevoerd naar Sociale en Cognitieve Strategieën bij het leren in kleine groepen (Van Hout-Wolters & Terwel 1992, Terwel, Hoek & van den Eeden, 1995). Hierin komen onder meer aspecten van Complex Instruction aan de orde. Er wordt in het bijzonder ingegaan op de relatie tussen de sociale en cognitieve aspecten in het onderwijsleerproces. Meer in het algemeen lijkt het zinvol ontwikkelingsonderzoek te doen naar de haalbaarheid en effectiviteit van Complex Instruction in Nederland, in het bijzonder in de grote steden op scholen met leerlingen uit verschillende etnische groepen. Daarnaast is meer fundamenteel en theoriegericht onderzoek nodig naar de sociale en cognitieve factoren die hier in het geding zijn.

## 2.5 Literatuur

- Berger, J.B., Cohen, B.P. & Zelditch, Jr., M. (1966). Status characteristics and expectations states. In: J.B. Berger & M. Zelditch Jr. (Eds.) *Sociological theories in progress. vol. 1*. Boston: Houghton-Mifflin.
- Cohen, E.G. (1984). Talking and working together: Status, interaction and learning. In: P. Peterson & L.C. Wilkinson (Eds.) *Instructional groups in the classroom: Organization and processes*. New York: Academic Press.
- Cohen, E.G. (1991). Teaching in the multicultural classroom: A model program in California. *Journal of Education*. 26, 1-17.
- Cohen, E.G. (1992). *Complex Instruction in the Middle School*. Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association.
- Cohen, E.G. & DeAvila, E. (1983). *Learning to think in math and science: Improving local education for minority children*. A Final Report to the Johnson Foundation. Stanford: Stanford University School of Education.
- Cohen, E.G. & Intili, J.K. (1981). *Interdependence and management in bilingual classrooms*. Final Report I, (NIE Contract # NIE-G-80-0217). Stanford: Stanford University Center for Educational Research at Stanford.

- Cohen, E.G. & Intili, J.K. (1982). *Interdependence and management in bilingual classrooms*. Final Report II, (NIE Contract # NIE-G-80-0217). Stanford: Stanford University Center for Educational Research at Stanford.
- Cohen, E.G. & Lotan, R.A. (1987). *Application of sociology to science teaching: Program for complex instruction*. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research on Science Teaching. Washington, D.C.
- Cohen, E.G. & Lotan, R.A. (1995). Producing Equal-Status Interaction in the Heterogeneous Classroom. *American Educational research Journal*, 32, no. 1, 99-120.
- DeAvila, E. (1981). *Multicultural improvement of cognitive abilities*. Final report to the state of California, Department of Education. Stanford: Stanford University School of Education.
- DeAvila, E. (1985). Motivation, intelligence, and access: A theoretical framework for the education of minority language students. In: *Issues in English language education*. The National Clearinghouse for Bilingual Education.
- Hezemans, M.G.O., Terwel, J. & Perrenet, J. Chr. (1994). *Complex Instruction in Nederland*. Amsterdam: Universiteit van Amsterdam, Instituut voor de Lerarenopleiding.
- Lotan, R.A. & Benton, J. (1990). Finding Out About Complex Instruction: Teaching Math and Science in Heterogeneous Classrooms. In: N. Davidson (Ed). *Cooperative Learning in Mathematics*.(pp. 47-68). Menlo Park: Addison-Wesley Publishing Company.
- Neves, A.H. (1983). *The effect of various input on the second language acquisition of Mexican-American children in nine elementary classrooms*. Stanford: Stanford University.
- Perrenet, J.Chr. & Terwel, J. (1993). *Samen Leren in Multiculturele groepen*. Observaties en Evaluatie van de eerste ronde. Amsterdam: Instituut voor de Lerarenopleiding van de Universiteit van Amsterdam.
- Terwel, J. (1991). *Modellen en Leermiddelen voor de School van Morgen*. Curriculum Development and Cooperative Learning in the United States. Report of a visit to Stanford University School of Education and some Bay Area Schools. Utrecht: ISOR.
- Terwel, J., Hoek, D., & Eeden, P. van den (1995). *Teaching students how to work effectively in cooperative groups*. Paper presented at the convention of the International Association for the Study of Cooperation in Education (IASCE), Brisbane, Australia, July 1995.
- Hout-Wolters, B.H.A.M, van & Terwel, J. (1991). *Differentiële effecten van het leren in kleine groepen bij wiskunde 12-16*. Amsterdam: Universiteit van Amsterdam, ILO.

# Hoofdstuk 3

## KLASSIKALE, ALGORITMISCHE METHODE (KAM)

### 3.1 Korte karakteristiek

De klassikale, algoritmische methode wordt beschreven in de dissertaties van Assink (1983) en Zuidema (1988). Bij de beschrijving van dit model is gebruik gemaakt van het proefschrift van Zuidema.

Er worden nog steeds veel fouten gemaakt bij de Nederlandse spelling. Vooral werkwoordsspelling is een probleem. Een mogelijkheid om dit op te lossen is het verbeteren van de spellingsdidactiek. Zuidema kijkt hiertoe in zijn proefschrift naar vier modellen en vergelijkt die onderling.

De klassikale, algoritmische methode zoals uitgewerkt in de methode “De Werkwoordwinkel” is in drie fasen opgebouwd: (i) in een eerste fase worden op basis van reeds bij de leerlingen aanwezige intuïtieve taalnoties begrippen opgebouwd (ii) deze begrippen worden vervolgens gebruikt voor het aanleren van schrijfgeregels en op basis hiervan wordt een algoritme voor de werkwoordsspelling opgebouwd (iii) tenslotte wordt met dit algoritme geoefend, in het bijzonder op hardnekkige werkwoordsproblemen. De klassesituatie wordt op zich niet ingrijpend veranderd. Er wordt echter wel bewust klassikaal gewerkt, in plaats van uit gewoonte. Men kan zich deze methode in de klas voorstellen door een docent die met de klas als geheel aan het werk is, uitleg geeft, opdrachten verstrekt, vragen stelt, voorbeelden geeft en samen met zijn leerlingen reflecteert op gerezen problemen. Het vakgebied is het moedertaalonderwijs. Het gaat hier om de hoogste groepen in het basisonderwijs. Het model kan binnen het jaarklassensysteem ingevoerd worden.

### 3.2 Modelbeschrijving en theoretische achtergrond

Aanvankelijk werd het spellen van werkwoorden aangeleerd via grammaticaregels. Daar deze methode weinig effectief was, is de analogiemethode ontwikkeld. Aan de hand van de spelling van een beperkt aantal basiswerkwoorden moet de leerling andere werkwoorden analoog spellen. Deze methode blijft echter te impliciet voor leerlingen en roept verwarring op zodat ook fouten worden gemaakt waar een zuiver fonologische werkwijze correct is. Deze methode had dan ook niet het gewenste effect.

Als reactie hierop is een algoritmische methode ontwikkeld die op de Sovjetpsychologie is gebaseerd. Deze algoritmische aanpak wordt gecombineerd met het aanleren van grammaticaregels die nodig zijn voor de werkwoordsspelling.

Ter verheldering van de keuzen bij de klassikale, algoritmische methode, en met het oog op het beschrijven van het onderzoek van Zuidema, gaan we hier ook kort in op andere modellen. Er zijn namelijk verschillende werkvormen waarin spellingsonderwijs kan plaatsvinden. Zuidema onderscheidt hier klassikaal en individueel onderwijs. Beide vormen beginnen met een klassikale

begripsfase waarin kennisoverdracht in enge zin plaatsvindt: het aanleren van nieuwe begrippen. Het individuele systeem kent twee vormen van differentiatie, namelijk doeldifferentiatie en niveaudifferentiatie op basis van het basisstof-herhalingsstof-verrijkingstof-model. De individualisering vindt plaats in het tweede deel van de spellingsinstructie, de zogenaamde oefenfase. In de klassikale vorm daarentegen wordt in de tweede fase klassikaal geoefend.

De verschillende methoden en werkvormen worden door Zuidema gecombineerd tot een viertal modellen: analogie-aanpak/klassikaal, analogie-aanpak/individueel, algoritmische regelaanpak/klassikaal, algoritmische regelaanpak/individueel. In de algoritmische regelaanpak wordt gebruik gemaakt van algoritmen die er toe moeten leiden dat leerlingen op kwalitatief dezelfde wijze gaan denken als een expert. Een expert is in deze context iemand die de werkwoordsvormen praktisch altijd goed schrijft.

In alle vier modellen gaat het om heterogene klassen. Het onderwijs begint in alle vier modellen met een klassikale instructie. Het gaat hier om de begripsfase van het spellingsproces. Afhankelijk van het model wordt hier de analoge of algoritmische methode gebruikt.

In het tweede instructiedeel wordt er klassikaal geoefend in de twee klassikale modellen. In de individuele modellen wordt in de oefenfase gedifferentieerd. De gang van zaken tijdens de oefenfase is in beide individuele condities identiek, alleen in het lesmateriaal zijn kleine verschillen. De leerlingen vullen opdrachtbladen met spellingsproblemen in die ze vervolgens zelf controleren met een antwoordblad. Afhankelijk van het resultaat maakt de leerling dan herhalings- of verrijkingsopgaven. De resultaten worden bijgehouden op een resultatenkaart. De leerling krijgt zo inzicht in zijn eigen vorderingen. Er wordt gewerkt met een speciaal ontwikkelde oefenmap waarin zich alle materiaal bevindt.

Voor elke leerling in de individuele situatie wordt op basis van een voortoets een persoonlijk doel vastgesteld, een bepaalde minimumprestatie. Dit doel kan op basis van de leerlingresultaten bijgesteld worden. Er is echter een minimumdoel geformuleerd. Individualisering van doelen mag namelijk niet betekenen dat er al te lage eisen aan leerlingen worden gesteld.

Naast het maken van individuele opgaven wordt ook geoefend met het werkwoordspel. Dit is een soort ganzebord waarin leerlingen werkwoordsvormen moeten spellen. De ingeoeffende stof wordt zo herhaald. De docent stelt voor het spel homogene groepjes samen. Omdat de leerlingen zelfstandig kunnen werken met het oefenmateriaal heeft de leerkracht tijd om leerlingen met problemen te ondersteunen.

Voor de analogie-aanpak zijn veel lesmethodes beschikbaar omdat deze aanpak overheersend is in het spellingsonderwijs (bv. Taal voor het leven, Taal voor de Basisschool en De Nieuwe Taaltuin). Voor de algoritmische regelaanpak werd De Werkwoordwinkel gebruikt, een methode die speciaal gericht is op werkwoordsspelling (Assink & Klein, 1984). In alle vier modellen wordt in de begripsfase met deze leesmethode gewerkt. In de klassikale modellen wordt ook de Werkwoordwinkel gebruikt. De individuele modellen kennen eigen materiaal voor de oefenfase. Het materiaal is vrijwel identiek in de analoge en

de algoritmische aanpak. De opgaven zijn hetzelfde, alleen worden er verschillende aanwijzingen gegeven voor de weg naar de oplossing toe en de stappen die de leerlingen daarvoor moeten nemen. In de algoritmische aanpak is een systeem in de opgaven aangebracht om de interiorisatie van de denkstappen te stimuleren.

Voor het werken met de vier modellen zijn geen speciale vaardigheden vereist voor de leerkracht. De methoden zijn makkelijk in te voeren. Er is speciaal gelet op de gebruiksvriendelijkheid: de methoden brengen niet te veel organisatorische rompslomp met zich mee. De leerkracht behoudt zijn traditionele rol. In de individuele condities moet hij wel bewust meer positieve feedback geven. Ook de leerlingen behouden hun traditionele rol.

In de klassikale setting worden de resultaten op de toetsen vergeleken met het klassegemiddelde. In de individuele situatie worden de resultaten gerelateerd aan de leergeschiedenis van de individuele leerling.

### **3.3 Toepassing model in verschillende contexten**

Het klassikale, algoritmische model is onderzocht in de bovenbouw van het basisonderwijs. De onderzoeksperiode betrof een heel schooljaar.

Zoals al eerder was gebleken (Assink, 1983) levert in het onderzoek van Zuidema (N=365) de algoritmische regelaanpak een beter leerresultaat op dan de analogie-aanpak. De verwachting dat de individuele werkvorm betere resultaten op zou leveren dan de klassikale vorm wordt niet bevestigd. De klassikale, algoritmische methode was duidelijk superieur.

Methode en werkvorm interacteren echter sterk. In de analogie-aanpak geeft individueel werken een beter leerresultaat dan klassikaal werken. Het positieve leereffect van individualiseren wordt dus wel bij de analogie-aanpak gevonden en niet bij de algoritmische regelaanpak. Bij deze laatste aanpak levert de klassikale setting, tegen de verwachtingen in, een beter resultaat. De verklaring voor dit onverwacht resultaat ligt mogelijk in de combinatie van de algoritmische aanpak en de werkwijze bij het individuele systeem. Het regelsysteem voor de spelling van werkwoordsvormen heeft zelf al een complexe structuur. Als bovendien van de leerling wordt gevraagd zelf zijn leerresultaten bij te houden in de individuele conditie kan dit een overvraging betekenen. Er treedt bij de leerling een 'overflow' op door voorschriften van verschillende aard die hij tegelijk moet uitvoeren (Zuidema, 1988).

Van de vier varianten levert dus de klassikale algoritmische regelaanpak de beste resultaten. De klassikale analogie-aanpak doet het slechtst. In de klassikale situatie kan dus het best voor een algoritmische aanpak gekozen worden. In de individuele situatie is dit niet helemaal duidelijk, omdat de verschillen tussen de algoritmische aanpak en de analogie-aanpak hier erg klein zijn.

### **3.4 Evaluatie en implicaties voor theorie en research**

Het onderzoek van Zuidema is zorgvuldig opgezet. De waarde van een klassikale, algoritmische methode is duidelijk aangetoond. De fundering van de

hoofdconclusie is solide mede gelet op de achtergrond van het eerder door Assink verrichte onderzoek dat in dezelfde richting wijst. Overigens heeft dit onderzoek zijn beperkingen. Het proces in de klas is niet of nauwelijks beschreven. Zuidema zegt hierover: “De goede voortgang werd door de onderzoeker bewaakt, door het tweewekelijks bijwonen van een les over de werkwoordspelling, in alle twintig klassen”. Wat daar te zien viel is niet vermeld. Ook over eventuele interventies (bewaking) van de zijde van de onderzoeker wordt niet gesproken. Voorts zijn in het onderzoek alleen de cognitieve resultaten betrokken. Naar de houding van de leerlingen en leraren is geen onderzoek gedaan. Meer in het algemeen kan dus worden gezegd dat de procesmatige, interactieve en affectieve kant weinig aandacht heeft gekregen in het onderzoek.

De implicaties voor theorie en research zijn in drie punten samen te vatten:

- (i) klassikale methoden gericht op het aanleren van begrippen en algoritmen kunnen buitengewoon effectief zijn, deze methoden verdienen in theorievorming en onderzoek zeker aandacht;
- (ii) de resultaten van de leerlingen in de individuele, algoritmische methode blijven ver achter bij de verwachting, nader onderzoek is gewenst;
- (iii) in nieuw onderzoek zou meer aandacht besteed moeten worden aan de processen in de klas en aan de effecten bij de leerlingen op affectief gebied.

### 3.5 Literatuur

Assink, E.M.H. (1983). *Leerprocessen bij het spellen. Aanzet voor de verbetering van de werkwoordsdidactiek*. Dissertatie. Utrecht: Rijksuniversiteit.

Assink, E. & Klein, P. (1984). *De werkwoordwinkel. De werkwoordspelling in kaart*. + Toelichting. Purmerend: Muusses.

Zuidema, J.J. (1988). *Efficiënt spellingsonderwijs. Een leer en expertmodel voor het spellen*. Utrecht: Rijksuniversiteit. Handelseditie: Acco, Leuven/Amersfoort.

# Hoofdstuk 4

## TEAM-ASSISTED INDIVIDUALIZATION (TAI)

### 4.1 Korte karakteristiek

Het model Team-Assisted Individualization (TAI) is door Robert Slavin en zijn medewerkers ontwikkeld aan de John Hopkins Universiteit van Baltimore.

Een les op een basisschool in Baltimore geeft de volgende impressie bij een bezoeker. Leerlingen zitten in kleine groepjes aan hun eigen taak te werken. Af en toe legt de een de ander iets uit en moedigen de leerlingen in een groepje elkaar aan. Na een tijdje controleert de ene leerling het werk van de ander met een antwoordenvel en dan wordt er weer verder gewerkt aan de eigen taak. Ondertussen is de docent in een hoek van het lokaal bezig een groepje leerlingen een nieuw onderwerp uit te leggen of extra hulp te geven aan leerlingen die dat nodig hebben. Aan de wand hangen overzichten waarop de prestaties van individuele leerlingen en van de teams zijn aangegeven. De groepen sieren zich met namen van beroemde teams uit de sportwereld.

TAI is ontstaan uit de wens de problemen van geprogrammeerde instructie op te lossen en de positieve motivationele en sociale effecten van coöperatief leren te bewerkstelligen (Slavin, 1985a). Hiertoe zijn elementen van coöperatief leren en individuele instructie gecombineerd (Slavin 1985b). TAI is vooral voor het vak wiskunde in de bovenbouw van de basisschool tot ontwikkeling gebracht.

De differentiatie wordt op drie manieren gerealiseerd. Ten eerste is er individuele, continue voortgang van leerlingen door het schriftelijke lesmateriaal (werkbladen). Ten tweede ondersteunt de leraar dit proces door aan individuele leerlingen en aan groepjes speciale instructie te geven terwijl de andere leerlingen zelfstandig verder werken. Ten derde helpen leerlingen elkaar wanneer dat nodig is. Hierbij kunnen leerlingen elkaar aanvullen en gebruik maken van individuele kennis en vaardigheden (resource sharing). Deze wederzijdse hulp wordt gestimuleerd door een wedstrijdssysteem waarbij teams met elkaar concurreren. De klasseorganisatie is flexibel. Leerlingen zijn over heterogene subgroepen (teams) verdeeld en werken hierbinnen zelfstandig aan taken met wederzijdse hulp.

### 4.2 Modelbeschrijving en theoretische achtergrond

Sociaal-psychologische theorieën over leren, motivatie en beloning vormen de theoretische achtergrond van het TAI-model. Slavin is van mening dat extrinsieke motivatie in de vorm van beloningen nodig is om leerlingen tot leren te brengen. Leerlingen moeten individueel aansprakelijk worden gesteld voor hun leerproces (individual accountability). Als men leerlingen wil stimuleren tot samenwerken, dient men de groep te belonen voor de geleverde prestatie (group reward). Deze principes ziet men in het bedrijfsleven, maar ook in de sport, bijvoorbeeld bij een basketbalteam.

Het TAI-model is een model waarmee wordt geprobeerd recht te doen aan de heterogeniteit in de klas. Twee manieren waarop met het probleem van heterogeniteit van leerlingen in het onderwijs omgegaan kan worden zijn: coöperatief leren en individueel leren. Aan beide oplossingen zijn echter nadelen verbonden. Als de verschillen tussen leerlingen erg groot zijn wordt coöperatief leren bemoeilijkt (Slavin, 1985a). Ook individualiseren in de vorm van geprogrammeerde instructie kent beperkingen. Zo haalt Slavin (1985a; 1985b) verschillende studies aan waaruit blijkt dat deze instructiewijze niet effectiever is dan traditionele methoden. Dit komt door problemen die inherent zijn aan geprogrammeerde instructie. Een ‘papieren’ docent wekt doorgaans weinig motivatie op bij leerlingen.

Uiteindelijk zijn elementen uit coöperatief leren en geprogrammeerde instructie gecombineerd om de positieve effecten van beide te behouden en de negatieve effecten te elimineren (Slavin, 1985a; 1985b).

De uitgangspunten van TAI zijn als volgt (Slavin, 1985b):

- De docent is minimaal bezig met routine management en controle
- De docent besteedt de helft van zijn tijd aan het doceren van kleine groepjes leerlingen
- Het omgaan met het programma is zo eenvoudig dat leerlingen in de bovenbouw van de basisschool dit kunnen
- Leerlingen zijn gemotiveerd om snel en accuraat de stof te verwerken
- Er zijn veel controles op de beheersing van de stof ingevoerd zodat leerlingen niet met te moeilijk of te makkelijk materiaal werken. Bij elke controle zijn alternatieve instructie-activiteiten met paralleltesten voorhanden
- Elke leerling kan het werk van andere leerlingen controleren, ongeacht de plaats in de instructiesequentie. De controle is een eenvoudige handeling die niet storend is voor het eigen werk van de controleur
- Het programma is eenvoudig aan te leren door docenten en leerlingen en goedkoop en flexibel in het gebruik
- Positieve attitudes ten opzichte van zwakke leerlingen en leerlingen met een andere etnische achtergrond worden bevorderd.

Voor het zelfstandig werken wordt de heterogene klas ingedeeld in kleine groepjes bestaande uit vier of vijf personen (Slavin 1985a; 1985b). De groepjes zijn heterogeen wat prestaties, geslacht en etniciteit betreft. Ook leerlingen die speciale hulp ontvangen voor leerproblemen maken gewoon deel uit van de groepjes. De samenstelling van de groepjes wordt na enige tijd veranderd.

De groepjes die speciale instructie krijgen van de leerkracht zijn homogeen. Het zijn leerlingen die op dezelfde plek in het curriculum zijn.

Elke leerling werkt individueel met het instructiemateriaal binnen de heterogene groepjes. Op grond van een plaatsingstest worden de leerlingen op een bepaalde plek in de instructie geplaatst. De individuele instructie bestaat uit een aantal stappen, waarbij een leerling pas verder mag als een minimum aantal opgaven goed zijn (Slavin 1985a; 1985b). Medeleerlingen controleren de opdrachten. Als het nodig is kan de leerling hulp vragen aan zijn teamgenoten of aan de docent.



Als de leerling een bepaalde rekenvaardigheid voldoende geoefend heeft, volgt een 'check out' om te kijken of deze rekenvaardigheid beheerst wordt. Als dit niet het geval is geeft de docent uitleg en schrijft nieuwe opgaven voor. Als uiteindelijk de 'check out' gepasseerd is maakt de leerling een eindtoets, die weer door een medeleerling wordt nagekeken, waarvoor hij een cijfer krijgt.

Het systeem van controle van opgaven door medeleerlingen moet er voor zorgen dat elke leerling alle fasen van het instructieproces doorloopt (Slavin, 1985a; 1985b). Het contact met klasgenoten heeft ook een motiverende werking.

De leerlingen worden ook gemotiveerd door het vergelijken van de gemiddelde prestaties van de teams. Aan het eind van de week worden de scores van de teams berekend. Aan de hand hiervan krijgen ze de benaming 'superteam', 'greatteam' of 'goodteam' en worden certificaten uitgedeeld (Slavin, 1985a; 1985b). Om als team goed te presteren moedigen de leerlingen elkaar aan (Slavin, Madden & Leavey, 1984).

Naast het individueel werken vindt er ook instructie door de docent plaats (Slavin, 1985a; 1985b). Leerlingen die op hetzelfde punt in het curriculum zijn krijgen elke dag vijf tot tien minuten uitleg over nieuwe onderwerpen en onderwerpen waar men problemen mee heeft. Deze instructie is vooral gericht op het aanleren van concepten omdat in het individuele werk de nadruk ligt op algoritmen.

Uit het bovenstaande blijkt dat er specifiek materiaal vereist is voor het individuele deel van de methode (Slavin, 1985a; 1985b). Er zijn instructiebladen, werkbladen, 'check out' bladen, eindtoetsen en antwoordformulieren. Op elk werkblad wordt met een subvaardigheid geoefend die nodig is voor het beheersen van de totale vaardigheid. De gehele vaardigheid wordt getoetst met een 'check out'. Er bestaan per vaardigheid twee parallelle 'checkouts'.

Alvorens het invoeren van TAI in veldexperimenten kregen alle medewerkende docenten een workshop van drie uur over TAI. Daarna werd de implementatie gecontroleerd door klassebezoek van de onderzoekers (Slavin, 1985b).

De leerkracht is van routinetaken bevrijd omdat de leerlingen elkaars opgaven controleren en elkaar helpen waar dat mogelijk is. Zo heeft de leerkracht tijd om aandacht te besteden aan het werken met homogene groepjes leerlingen (Slavin, Madden & Leavey, 1984).

In het TAI-programma zijn alle toetsingsvormen individueel en produktgericht. Toetsing vormt een belangrijk element van het model. Er zijn instaptoetsen, toetsen waarmee de leerling zichzelf formatief kan toetsen en summatieve toetsen die door een medeleerling worden afgenomen. De toetsresultaten maken onderdeel uit van het gehanteerde wedstrijdmodel, waarbij individuele leerlingen in een team samenwerken en tegelijkertijd concurreren met andere teams voor de beste plaatsen in de competitie.

### 4.3 Toepassing model in verschillende contexten

Er zijn zeven veldexperimenten uitgevoerd om de resultaten van TAI ten aanzien van prestaties, attitudes en gedrag te evalueren (Slavin, 1985a; 1985b). In de experimenten werd gebruik gemaakt van aselect getrokken scholen en klassen of experimentele en controleklassen die door matching waren opgenomen. De experimenten werden in de bovenbouw van de basisschool uitgevoerd. In zes van de zeven studies werden de prestaties van de leerlingen gemeten. De rekenprestaties van de leerlingen die met het TAI-programma hadden gewerkt waren in vijf van de zes studies significant hoger. Bij vier studies werden ook de begrippen en toepassingen betrokken. In één studie werden significant hogere prestaties over alle subschalen van de toets gevonden. In alle vier studies was het gemiddelde van TAI-leerlingen echter hoger. Onderzoek naar interactie tussen de TAI-methode en bepaalde typen leerlingen leverde niets op.

De onderzoeksresultaten met betrekking tot de affectieve opbrengsten waren niet negatief. In geen van de studies viel het gemiddelde van deze variabelen gunstiger uit voor TAI.

Het gedrag van de leerlingen werd in twee studies gemeten aan de hand van de volgende vier schalen: gedrag in de klas, zelfvertrouwen, vriendschappelijk gedrag en negatief gedrag ten opzichte van medeleerlingen. In het ene experiment werden op alle schalen positieve significante effecten voor TAI gevonden. In de andere studie maar op twee schalen.

Ook werd onderzocht in twee studies of de positieve effecten van cooperative learning ten aanzien van relaties tussen leerlingen uit verschillende etnische groepen ook voor TAI gelden. In beide studies bleek TAI positief te werken op de attitudes en vriendschappelijke relaties tussen zwarte en witte kinderen. Opvallend is dat de effecten groter waren voor het verminderen van negatieve attitudes dan voor het toenemen van positieve attitudes. Bij deze onderzoeken bleek hetzelfde te gelden voor de sexe-relaties.

In twee veldexperimenten werd speciaal gekeken naar de leerlingen met leerstoornissen. In het eerste experiment dat acht weken duurde werden er geen significante verschillen gevonden voor deze groep leerlingen. De volgende studie duurde langer, vierentwintig weken. Hier werden wel significant betere prestaties gevonden voor deze categorie leerlingen in de experimentele TAI-situatie vergeleken met overeenkomstige leerlingen in de controle situatie. In het eerste experiment werden ook de verhoudingen tussen de leerlingen en hun gedrag gemeten. De leerlingen met leerstoornissen in de experimentele situatie werden positiever door hun klasgenoten beoordeeld dan dezelfde leerlingen in de controle situatie. Ook scoorden deze leerlingen beter op de vier gedrags-schalen.

### 4.4 Evaluatie en implicaties voor theorie en research

Het TAI model is uitgebreid beschreven en onderzocht op uitvoerbaarheid en effectiviteit. Er is gewerkt met een vergelijkend onderzoeksdesign met experimentele en controle groepen. De onderzoeksresultaten zijn overwegend positief. De kwaliteit van het onderzoek is goed. Het didactisch model en het

onderzoek zijn produktgericht. Het leerproces en het proces van implementatie van het model in de klas blijven wat onderbelicht. Systematische observatie van het proces in de klas maakt geen deel uit van het onderzoek. De nadruk op het produkt en op de beloning verwijzen naar een behaviouristische achtergrond.

Vakinhoudelijk gezien kan er niet van vernieuwing worden gesproken. De wiskundige inhoud is traditioneel van aard met de nadruk op eenvoudige rekenvaardigheden. Vraagstukken in 'rijke contexten' die op verschillende manieren kunnen worden opgelost treft men binnen TAI niet aan. Dat zou ook niet kunnen omdat dan de (zelf) correctie op goed of fout via antwoordbladen niet goed mogelijk zou zijn.

Leerpsychologisch steunt TAI op een behaviouristisch uitgangspunt en er zijn verschillende elementen van mastery learning in het ontwerp opgenomen. Deze theoretische oriëntatie is verklaarbaar vanuit het startpunt van TAI waarbij geprogrammeerde instructie als één van de twee pijlers van het ontwerp is gekozen.

Ideeën en elementen van TAI verdienen aandacht in de didactische discussie in Nederland. De vraag is evenwel of het systeem van beloningen en meer in het algemeen het openlijke wedstrijdmodel in de Europese onderwijscultuur passen. Het systeem staat of valt met gesloten vragen en antwoorden. Dit alles legt aanzienlijke beperkingen op aan de toepassing van dit model in de Nederlandse situatie, mede gelet op de vakdidactische en vakinhoudelijke vernieuwingen op het gebied van het reken/wiskunde-onderwijs in Nederland. Voorts kan men zich, mede gelet op de oriëntatie op specifieke deelvaardigheden, afvragen of het model geschikt is voor andere vakgebieden en voor het voortgezet onderwijs.

## 4.5 Literatuur

- Slavin, R.E., Madden, N.E. & Leavey, M. (1984). Effects of Team Assisted Individualization on the Mathematics Achievement of Academically Handicapped and Nonhandicapped Students. *Journal of Educational Psychology*, 76, 5, 813-819.
- Slavin, R.E. (1985a). Team-Assisted Individualization. Combining Cooperative Learning and Individualized Instruction in Mathematics. In: R.E. Slavin (Ed.), *Learning to Cooperate, Cooperating to Learn* (pp. 177-209). New York, London: Plenum Press.
- Slavin, R.E. (1985b). Team-Assisted Individualization: A Cooperative Learning Solution for Adaptive Instruction in Mathematics. In: M.C. Wang en H.J. Walberg (Eds.), *Adapting Instruction to Individual Differences* (pp. 236-253). Berkeley, CA: McCutchan.

# Hoofdstuk 5

## THEORIE UIT EXPERIMENTEN (TUE)

### 5.1 Korte karakteristiek

Theorie Uit Experimenten (TUE) is een methode voor het scheikunde-onderwijs. TUE is ontwikkeld door een werkgroep waarin de afdeling scheikundedidactiek van de KU Nijmegen en docenten en scholen voor voortgezet onderwijs samenwerken. (Van Berkel, 1991a; Van Dijk, 1991).

Een les volgens deze methode kan als volgt verlopen. Leerlingen komen het lokaal binnen en gaan in groepen van drie of vier bij elkaar zitten. Op de tafels heeft de docent gecorrigeerde blaadjes neergelegd. Sommige groepen kijken eerst nog eens naar een opdracht die ze in de vorige les hebben gemaakt, anderen gaan meteen verder. Als practicummateriaal nodig is, halen leerlingen dat zelf. De antwoorden op de vragen bij de opdrachten komen in overleg in de groep tot stand. Alle leerlingen in een groep schrijven die antwoorden op. Soms wordt overlegd met de leraar of de technisch onderwijs assistent. De docent is vooral begeleidend bezig: luisteren naar en meedoen aan de discussies in de groepen, assisteren bij uitvoering van praktische opdrachten, motiveren. Aan het eind van de les leveren alle leerlingen hun blaadjes in. Na de les kijkt de docent het werk van elke groep na en is dan precies op de hoogte van de vorderingen in elke groep. De docent geeft schriftelijke feedback op het gemaakte werk. De leerlingen maken thuis huiswerkopdrachten die in de lestekst zijn opgenomen (Van Berkel, 1991a).

TUE is ontstaan uit de behoefte aan onderwijsvernieuwing van een aantal scheikundedocenten en -didactici (Van Berkel, 1991a). Om dit te bewerkstelligen werd in 1968 de werkgroep TUE opgericht. In diezelfde tijd werd de Mammoetwet ingevoerd. Om de veranderingen in de vakinhouden die hierbij nodig waren vorm te geven werd de Commissie Modernisering Leerplan Scheikunde (CMLS) opgericht. TUE werd hier tot 1977, toen de CMLS werd opgeheven, bij ondergebracht (Mellink, 1991). In eerste instantie werd door de TUE werkgroep een leergang voor het VWO gemaakt. Na ervaringen hiermee werd uiteindelijk de huidige vorm en inhoud van TUE bepaald (Van Berkel, 1991a).

TUE is ontwikkeld voor het vak scheikunde. In het kader van de integratie van scheikunde en natuurkunde in de basisvorming is ondertussen ook een geïntegreerde tekst natuur- en scheikunde voor de onderbouw ontwikkeld (Van Berkel, 1991a). De methode is geschikt voor het scheikunde-onderwijs in het avo en vwo. TUE kent een andere benadering van scheikundige begrippen dan in traditionele chemie-methoden. In eerste instantie worden chemische begrippen niet in hun wetenschappelijke betekenis gebruikt, maar geven leerlingen een eigen inhoud aan deze begrippen (wat is een reactie, wat is een stof?). De leerlingen gebruiken dan ook termen die chemici niet kennen. Deze termen zijn tussenbegrippen tussen de leefwereld van de leerlingen en de

officiële chemie. Het gaat bij TUE primair om begripsontwikkeling. Er wordt geprobeerd recht te doen aan het eigen denken van de leerlingen.

In het werken met TUE wordt gedifferentieerd doordat de groepen in hun eigen tempo de stof door kunnen nemen (Van Berkel, 1991a). Wel is voor elk leerjaar een minimumtempo vastgesteld. (Van Berkel, 1991a). Van Dijk (1991) stelt dat er ook differentiatie plaatsvindt doordat bepaalde groepen meer leerstof kunnen verwerken of dieper op de stof in kunnen gaan. TUE voorziet echter niet in extra-stof (Van Berkel, 1991a).

De organisatie van de klas kent maar één vorm: het werken in kleine groepen binnen klasseverband. In beginsel zijn er geen andere werkvormen, al wordt hier in de praktijk wel van afgeweken.

## 5.2 Modelbeschrijving en theoretische achtergrond

In TUE vormen de ervaringen van de leerlingen de basis voor hun theorievorming, een zogenaamde fenomenologische benadering (Mellink, 1991). Daarbij gaat het er om dat leerlingen op basis van practicumexperimenten die zij zelf uitvoeren tot begrip komen. De methode is gericht op het verwerven van inzicht en begrip en niet op het aanleren van feitenkennis. Een belangrijk uitgangspunt van TUE is dat leerlingen serieus genomen en mondig gemaakt moeten worden. De groepen leerlingen moeten daarom zelf binnen gegeven minimumgrenzen, hun tijd indelen en hun tempo bepalen. Door deze vorm van differentiatie kan bovendien beter tegemoet gekomen worden aan de verschillen tussen leerlingen (Mellink, 1991). Aanvankelijk hielden docenten klassikale nabesprekingen van het groepswerk. Daar is men later van afgestapt. Men vond het werken in groepjes zonder nabespreking productiever.

Het werken in groepen, zou tegemoet komen aan de individuele verschillen tussen leerlingen. Bovendien zou het tot betere leerresultaten leiden, met name voor zwakkere leerlingen. In de natuurwetenschappelijke vakken wordt bovendien een betere begripsvorming bij meisjes verwacht (Mellink, 1991).

Er wordt verondersteld dat TUE de volgende vier effecten heeft:

- (i) Groepsgewijs werken heeft een positievere invloed op de beleving van scheikunde dan de reguliere klassikaal-frontaal methoden en het zorgt voor meer taakgedrag (Van Dijk, 1991; Mellink, 1991). Deze positieve beleving en de grotere mate van taakgedrag zorgen voor betere leerresultaten en een vergroting van productieve vaardigheden.
- (ii) Het type opdrachten in TUE, zowel convergente als divergente produktietaken, doet een beroep op productieve vaardigheden. Bij TUE worden productieve vaardigheden beter ontwikkeld dan bij gangbare scheikundemethoden (Van Dijk, 1991; Mellink, 1991). Dit zou uiteindelijk tot een goed geïntegreerd, toegankelijk en wendbaar kennisbestand bij leerlingen leiden dat ruimer en kwalitatief beter is dan bij de gangbare methoden.
- (iii) Een andere verondersteld effect van TUE is dat meisjes meer in het onderwijsleerproces zullen inbrengen en positievere attitudes ten aanzien van scheikunde zullen ontwikkelen (Van Dijk, 1991;

Mellink, 1991). Het negatieve effect van de docent in de klassikaal-frontale setting die meer aandacht geeft aan jongens wordt bovendien bij groepswork grotendeels opgeheven.

- (iv) Betere integratie van zowel zwakkere als sterkere leerlingen (Mellink, 1991).

Er wordt bijvoorbeeld in tweetallen aan een practicumopdracht gewerkt.. Ook worden soms groepjes van vier leerlingen gevormd (Van Berkel, 1991a; Heijmen & Van Wietmarschen, 1987). Of de leerlingen zelf mogen kiezen bij het vormen van de tweetallen en de groepjes van vier is afhankelijk van de docent (Heijmen & Van Wietmarschen, 1987).

Sommige docenten kiezen er bewust voor om homogene groepen te vormen. Anderen kiezen juist voor niveauverschil bij de samenstelling van de groepen (Heijmen & Van Wietmarschen, 1987). Het komt ook voor dat leerlingen zelf kiezen; bijvoorbeeld op basis van vriendschap of op grond van perceptie van elkaars scheikundecapaciteiten.

De enige didactische werkvorm die TUE kent is het werken in kleine groepen aan dezelfde practica en opgaven.

Er is speciaal curriculummateriaal voor TUE ontwikkeld (Van Berkel, 1991a). Het materiaal kent een consequente structuur. De ene opdracht bereidt voor op de andere. De opdrachten kunnen op verschillende wijze (niveaus) worden gemaakt. VWO-leerlingen doen veel meer met de opdrachten dan HAVO-leerlingen. Op deze manier is er differentiatie in de manier waarop opdrachten worden gemaakt Het principe van differentiatie door verschillen in niveaus van verwerking is ook aan te treffen in wiskunde-didactiek bij Van Hiele en Freudenthal. De leerkracht speelt hierbij een belangrijke rol. Al naar gelang het niveau van de leerlingen kan hij bepaalde aspecten problematiseren. Bij het ene groepje leerlingen kan hij een bepaald antwoord al wel goedkeuren, bij het andere niet.

Het lesmateriaal bestaat grotendeels uit experimenten in de vorm van practicumopdrachten (Mellink, 1991). Het materiaal is zo vormgegeven dat de leerlingen er zelfstandig mee kunnen werken. Na elk practicum volgen huiswerkopdrachten die op de opdrachten in de les lijken. In de methode zijn geen verrijkings- of extra-opgaven opgenomen (Van Berkel, 1991a). Leerlingen die alle stof doorgewerkt hebben gaan oefenen voor het examen.

Vanwege de vele in- en doorstromers in het voortgezet onderwijs (van vier mavo naar vier havo, van vijf havo naar vijf vwo, van vijf havo naar zes vwo) zijn er instroom- en herhaaltteksten in het materiaal opgenomen (Van Berkel, 1991a). Hiermee worden ook tempoverschillen die in de voorgaande jaren zijn ontstaan rechtgetrokken.

De rol van de docent bij TUE is een andere dan in het klassikaal frontale onderwijs. De leerkracht is begeleider van het leerproces van zijn leerlingen. De leerlingen krijgen een grotere verantwoordelijkheid voor hun leerproces en kunnen hun eigen tempo bepalen. Ze moeten bij het werken met TUE zelf de antwoorden op de problemen vinden.

Omdat veel docenten moeite hebben met deze andere rol is de bijscholing die eerst hoofdzakelijk vakinhoudelijk was nu meer verschoven naar het omgaan met groepswork (Van Berkel, 1991a). Ook de leerlingen moeten in het begin wennen aan deze nieuwe vorm van onderwijs (Heijmen & Van Wietmarschen, 1987).

De stof wordt via gewone proefwerken getoetst (summatieve evaluatie). Een vraag hierbij is of iedereen hetzelfde proefwerk moet krijgen of dat dit aan tempoverschillen aangepast moet worden. In de praktijk wordt tot nu toe een minimumtempo vastgesteld waarop de proefwerken worden gebaseerd (Van Berkel, 1991a). In een lesschema staat aangegeven wanneer een proefwerk gegeven wordt en welke practicumonderdelen dit bestrijkt. In de examenklassen doen de leerlingen gewoon mee aan het centraal schriftelijk examen.

Na elke les leveren de groepjes de opdrachten die ze gemaakt hebben bij de docent in. De leerkracht corrigeert dit en geeft feedback. Zo kan hij precies bijhouden hoe de groepen vorderen in de leerstof, hoe veel ze per les hebben gedaan en of ze de stof beheersen. Hetzelfde geldt voor de individuele huiswerkopdrachten (formatieve evaluatie). Als uit de gemaakte huiswerkopgaven of de proefwerkresultaten blijkt dat sommige leerlingen zwakker zijn krijgen deze extra aandacht van de docent.

### **5.3 Toepassing model in verschillende contexten**

In 1991/92 werkten 10 scholen met TUE. Door Heijmen en Van Wietmarschen (1987) is een onderzoek gedaan onder twaalf docenten naar de manier waarop zij met het groepswork in TUE omgaan. Het betreft een kleinschalig onderzoek naar de implementatie van TUE in de klas, in het bijzonder de begeleiding van het groepswork door de docenten. Het blijkt dat de leerlingen in het begin moeite hebben met deze methode. Soms levert de samenwerking problemen op, omdat de leerlingen niet bekend zijn met deze werkvorm. Zo ontstaan er wel eens problemen over het tempo waarin de verschillende leerlingen willen werken. Ook zijn er af en toe onevenwichtigheden in de taakverdeling. De leerlingen werken niet altijd goed door waardoor de leerkracht zich genoodzaakt voelt om in te grijpen. Tenslotte hebben de leerlingen er moeite mee dat ze geen kant en klare antwoorden van de docent krijgen. Soms vinden leerlingen daarom dat ze eigenlijk net zo goed niets kunnen vragen.

Niet alle leerkrachten houden zich aan de methode. Zo is het corrigeren van het in de les gemaakte werk en de huiswerkopgaven voor sommige docenten een te grote belasting. Dit wordt bijvoorbeeld opgelost door minder na te kijken of dit onder de les te doen zodat er dus minder tijd voor begeleiding overblijft. Verder wordt er niet altijd in groepen gewerkt. Sommige docenten voegen klassikale lessen in, anderen werken alleen in groepen als de proeven in het practicum essentieel zijn of als de stof eenvoudig is.

### **5.4 Evaluatie en implicaties voor theorie en research**

De methode TUE betekent een vrij radicale breuk met het klassikale onderwijs. In vergelijking met andere vormen van groepswork, waarbij het werken in

groepen onderdeel vormt van een didactisch arrangement waarin ook andere werkvormen voorkomen, neemt TUE een geheel eigen plaats in. Ook de wijze waarop binnen de klas met verschillen tussen leerlingen wordt omgegaan is karakteristiek en zonder compromis. Verrijksopdrachten maken geen deel uit van de methode. Verschillen tussen leerlingen komen vooral tot uitdrukking in het tempo waarin zij als groep door de leerstof gaan. Daarnaast kan per groep en individuele leerling de diepte van verwerking verschillen.

In de praktijk worden de uitgangspunten en kenmerken van TUE niet altijd gerealiseerd. Het blijkt dat in de praktijk toch ook andere werkvormen naast groepswork worden ingelast. Een aantal docenten bouwt zelf klassikale theoriegedeelten in (Heijmen & Van Wietmarschen, 1987). De correctie van het gemaakte werk verloopt niet altijd volgens de bedoelingen. Auteurs over TUE komen soms met tegenstrijdige beweringen. Zo stelt Van Berkel (1991a, blz. 91) dat er bij TUE nauwelijks motivatieproblemen voorkomen. Zelfs leerlingen die al in april weten dat zij niet door kunnen gaan in het vak scheikunde werken normaal door tot het einde van het schooljaar. Heijmen en Van Wietmarschen (1987, blz 36) beschrijven echter dat docenten moeite hebben om leerlingen met geringe prestaties voor scheikunde en potentiële zittenblijvers aan het werk te houden. Dat geldt ook voor leerlingen die met een onvoldoende voor scheikunde toch over kunnen gaan.

Het didactisch concept en de theoretische basis van TUE zijn in de stukken die ons ter beschikking stonden nog weinig uitgewerkt. Insiders wijzen echter op de relatief lange historie van TUE en op relatie met ideeën van de Werkgroep Empirische Inleiding, een werkgroep voor de vernieuwing van het scheikunde-onderwijs die in de jaren '60 en '70 actief is geweest. TUE bestaat voornamelijk uit een reeks groepsgewijs door te werken practicumopdrachten. Het lesmateriaal zou nog professioneler kunnen worden vormgegeven.

Op basis van een kleinschalig, kwalitatief onderzoek werd geconcludeerd dat de kennis van TUE-leerlingen bruikbaar is in nieuwe situaties (flexibiliteit) en dat zij beter in staat zijn consequent door te redeneren op een gekozen gezichtspunt. Er is, volgens de onderzoekers, dus een verschil in de aard van de verworven kennis (Mellink, Nool, Kaper & ten Voorde (1994). In een meer grootschalig, vergelijkend onderzoek naar de leereffecten van TUE bleek evenwel dat de prestaties van TUE leerlingen aan het eind van het derde jaar niet beter waren dan die van de controlegroep die met een klassikale methode had gewerkt. De leerlingen uit de controle groep behaalden gemiddeld een hoger examencijfer dan de TUE-leerlingen. De spreiding van scores van leerlingen aan het eind van het derde jaar, was lager voor de TUE-groep dan die van de controlegroep. De onderzoekers spreken van een nivellerend effect van TUE dat gunstig zou zijn voor de minder begaafde leerlingen (Mellink, Nool, Kaper, ten Voorde 1994).

De effecten die de auteurs van TUE veronderstellen konden dus niet (alle) worden aangetoond in vergelijkend onderzoek. Eventuele differentiële effecten van TUE zouden in een nadere multi-level analyse moeten worden vastgesteld. Tegen de achtergrond van de conclusie omtrent nivellering is het opmerkelijk dat het model wordt beschreven in het boek van Mooij over onderwijs aan hoogbegaafde leerlingen (van Berkel, 1991b; Mooij, 1991). Overigens moet



worden opgemerkt dat inmiddels experimenteel materiaal volgens het TUE model voor de basisvorming is ontworpen. In 1994 zal hiermee een proef worden genomen. Het is positief dat ook voor de zwakke leerlingen een aanpak als TUE wordt uitgewerkt en beproefd.

De wijze waarop met verschillen tussen leerlingen wordt omgegaan is interessant. De methode trekt een zware wissel op de bekwaamheid van de docent. Er wordt veel over gelaten aan het vrije spel van krachten in de klas (zie hoofdstuk 2 in dit rapport en vgl. bijvoorbeeld wijze waarop de statusproblematiek aandacht krijgt bij Complex Instruction). De implicaties voor theorie en research kunnen als volgt worden omschreven. De geheel eigen plaats die TUE inneemt in het geheel van didactische modellen en de radicale wijze waarop met het klassikale stelsel is gebroken, rechtvaardigen aandacht door middel van theorievorming en onderzoek. Nadere analyse van het empirisch materiaal is gewenst. Daarbij zou in het bijzonder moeten worden gelet op differentiële effecten voor zwakke en sterke leerlingen vanuit een multilevel perspectief.

## 5.5 Literatuur

- Berkel, T. van (1991 a). Theorie uit experimenten. *Handboek basisvorming*. Aflevering 13, mei 1991. Alphen aan de Rijn: Samson.
- Berkel, T. van (1991 b) Theorie uit experimenten in het scheikunde onderwijs. In: T. Mooij (red.). *Onderwijs aan hoogbegaafde kinderen*. Muiderberg: Couthino
- Dijk, W. van (1991). *De evaluatie van de scheikunde-methode "theorie uit experimenten"*. Onderzoeksvoorstel. Utrecht: ISOR.
- Heijmen, E. & Wietmarschen, J. van (1987). *De begeleiding van groepswork*. Nijmegen: Katholieke Universiteit Nijmegen, Afdeling Didactiek Scheikunde.
- Mellink, E.C. (1991). *Theorie uit experimenten; een methodevergelijking naar de effecten van groepswork ten opzichte van klassikaal scheikunde-onderwijs*. Onderzoeksvoorstel. Amsterdam: SCO-Kohnstamm Instituut.
- Mellink, E.C., Nool, B.P., Kaper, W.H. & Voorde, H.H., ten (1994). *Theorie uit experimenten. Een methodenvergelijking naar de effecten van groepswork ten opzichte van klassikaal scheikunde-onderwijs*. Amsterdam: Universiteit van Amsterdam, (SC)-Kohnstamm Instituut/Werkgroep Didactiek der Scheikunde.
- Mooij, T. (1991). *Onderwijs aan hoogbegaafde kinderen*. Muiderberg: Couthino

# Hoofdstuk 6

## DIFFERENTIATIE BINNEN KLASSEVERBAND (DBK)

### 6.1 Korte karakteristiek

Differentiatie binnen klasseverband bij natuurkunde (DBK-na) is een didactische methode die is gebaseerd op het Basisstof-Herhalingsstof-Extrastof model (B, H, E, model). Het onderzoek naar het DBK-na model is in twee dissertaties beschreven (Licht, 1982 en Ellermeijer, 1987). Het DBK-project maakte deel uit van de vakgroep didactiek natuurkunde van de Vrije Universiteit.

Het onderwijsleerproces verloopt als volgt. Eerst is er een basisperiode van 5 à 7 lessen waarin de basisstof aan de orde wordt gesteld. In zo'n basisles presenteert de leraar nieuwe inhoud. Hij introduceert belangrijke concepten en oplossingswijzen en demonstreert hoe deze kunnen worden toegepast. Leerlingen werken vervolgens zelfstandig aan opgaven uit de basisstof. Huiswerk wordt opgegeven. Een practicum is in de basisperiode opgenomen. De periode van de basisstof wordt afgesloten met een formatieve toets die klassikaal wordt afgenomen. Op grond van de resultaten op de toets volgen leerlingen alternatieve leerwegen. Sommige leerlingen werken aan herhaalstof, anderen gaan verder met verdiepingsstof of met verrijkingsopdrachten. Het blok wordt afgesloten met een summatieve toets.

Het DBK-model is ontwikkeld voor het vak natuurkunde in de klassen 2, 3 en 4 van het mavo/havo/vwo-onderwijs, later, in gewijzigde vorm, ook voor de bovenbouw mavo/havo. Met de invoering van de basisvorming is de methode verder aangepast. Het model probeert tegemoet te komen aan twee vragen uit het onderwijs. De eerste vraag is hoe om te gaan met de grote heterogeniteit tussen leerlingen in de verlengde brugperiode. Ten tweede wordt gevraagd naar natuurkunde-onderwijs dat ook zwakkere leerlingen motiveert. Voor een individuele docent of sectie is het erg moeilijk of bijna onmogelijk om zelf interne differentiatie in te voeren als er geen geschikte lesmaterialen en didactische procedures beschikbaar zijn. DBK-na probeert hieraan tegemoet te komen.

DBK-na kent drie mogelijkheden tot differentiatie: differentiatie in toegestane leertijd via de herhaalstof, in doelstellingen via verdiepingsstof en verrijkingsstof en in instructiecondities omdat leerlingen in de differentiële fase op verschillende wijzen bezig zijn met natuurkunde.

Het DBK-model kan binnen het gewone jaarklassensysteem ingevoerd worden. De bestaande (categoriale) schoolstructuur hoeft niet gewijzigd te worden. Naast de vernieuwing volgens het DBK-model dient nog vermeld te worden dat ook het geïntegreerde leerlingenpracticum een belangrijk vernieuwingskenmerk van dit project is.

## 6.2 Modelbeschrijving en theoretische achtergrond

DBK is een werkwijze waarin wordt geprobeerd een manier te vinden om te gaan met de grote heterogeniteit wat aanleg, leerstijl en interesse betreft tussen leerlingen bij invoering van een verlengde brugperiode. Interne differentiatie lijkt noodzakelijk als in de verlengde brugperiode geen selectie van leerlingen plaatsvindt.

Ten tweede probeert DBK een oplossing te vinden voor de door docenten gesignaleerde motivatieproblemen bij leerlingen die minder aanleg hebben voor natuurkunde. De leerlingen vinden het vak steeds moeilijker. Daardoor neemt hun motivatie af. Door toepassing van interne differentiatie kan de docent gerichte aandacht geven aan leerlingen met problemen. De spiraal van niet begrijpen en daardoor niet meer leuk vinden kan zo worden doorbroken. Er wordt aandacht besteed aan leerstofinhouden en leeractiviteiten die aansluiten bij de belevingswereld van de leerlingen.

Leerlingen die moeite hebben met natuurkunde krijgen in het DBK-model aandacht op hun eigen niveau. Door het systeem van interne differentiatie kunnen zij op een acceptabel niveau blijven functioneren. Het is de bedoeling dat zij het onderwijs als zinvol blijven ervaren. Als model van interne differentiatie is gekozen voor vertakte voortgang oftewel het basisstof-herhaalstof-extrastof model (BHE-model). Hiervoor is gekozen omdat een model van lineaire voortgang moeilijk binnen het leerstofjaarklassensysteem ingevoerd kan worden. Ook kan via vertakte voortgang beter bij de ervaring van leerlingen en leerkracht aangesloten worden.

De drie essentiële uitgangspunten zijn: (i) dat het onderwijs afwisselende werkvormen moet kennen, (ii) dat de leerstof in kleine eenheden wordt aangeboden en (iii) dat het onderwijs moet worden afgestemd op het niveau van de leerlingen. Voor het aanleren van theorie worden de practica als uitgangspunt genomen.

In het DBK-na model zijn elementen van Mastery Learning te herkennen, maar ondanks de overeenkomsten kan toch niet van Mastery Learning gesproken worden.

Er wordt gewerkt met een combinatie van klassikale en individuele werkvormen. Het onderwijs wordt verdeeld in periodes van 10 tot 12 lessen, blokken genaamd. Elk blok bestaat uit een basisperiode en een differentiële periode. In de basisperiode krijgen alle leerlingen op dezelfde manier de basisstof geïnstrueerd. Dit onderdeel van het model hoeft niet van de gangbare onderwijspraktijk af te wijken. Op grond van de formatieve toets wordt bepaald of de leerling al dan niet (een deel van) de herhaalstof moet doornemen om de basisstof voldoende te leren beheersen. Leerlingen die de basisstof al voldoende beheersen en leerlingen die maar een deel hoeven te herhalen kunnen zelf een keuze maken uit de extra-stof, bestaande uit verrijking of verdieping. De activiteiten in het differentiele deel zijn zeer gevarieerd. Hierbij moet gedacht worden aan experimenten uitvoeren, teksten lezen, overleggen met medeleerlingen, probleem-oplossen. Het hele blok wordt afgesloten met een summatieve toets. Daarna beginnen alle leerlingen weer aan een volgend blok.

Het ontbreken van geschikt lesmateriaal belemmert de invoering van interne differentiatie in de lespraktijk. In nauwe samenwerking met natuurkundedocenten is daarom een DBK-curriculum ontwikkeld.

De inhoud van de basisstof sluit zo veel mogelijk aan bij de gangbare leerstof voor natuurkunde in de onderbouw. Omdat veel leerlingen in de bovenbouw geen natuurkunde kiezen moet het natuurkunde-onderwijs in de onderbouw primair gericht zijn op eindonderwijs. Dit betekent dat de leerlingen een overzicht aangeboden krijgen van waar de natuurkunde zich mee bezig houdt en op welke manier zij dit doet.

De leerstof is verdeeld in blokken. De blokken zijn verdeeld in paragrafen en deze zijn weer onderverdeeld in een practicumdeel, een theoriedeel en een werkblad. Het practicum vormt de basis voor het aanbrengen van de theorie. Er zijn verschillende redenen om van het practicum uit te gaan. Het sluit aan bij de ervaringswereld van de leerlingen, het vergroot de natuurkundige ervaringswereld en er worden in het practicum niet alleen cognitieve maar ook affectieve en motorische vaardigheden aangesproken. In het theoriegedeelte wordt kennis uit het practicum gegeneraliseerd en komen alle leerelementen aan bod. Vervolgens kunnen de leerlingen met de opgaven op de werkbladen oefenen.

De invoering van DBK-na brengt veranderingen mee in de rol van leraren en leerlingen. In de basisperiode blijven deze veranderingen voornamelijk beperkt tot de invoering van het leerlingenpracticum. In de differentiële periode is er een grote verandering en taakverzwaring voor de docent. Dat betreft vooral de observatie en begeleiding van individuele leerlingen en groepjes. Assistentie door een amanuensis is vaak nodig. Van leerlingen wordt in de differentiële periode een grotere verantwoordelijkheid en zelfstandigheid gevraagd.

Per blok zijn er twee klassikale toetsmomenten. Op grond van de formatieve toets wordt bepaald of de leerling tijdens de differentiële fase met herhaalstof of met extra-stof gaat werken. De docent bepaalt welke onderdelen een leerling nog moet herhalen. De leerling kan zelf kiezen welke onderdelen van de verrijkings- of verdiepingsstof hij gaat doen. Het blok wordt afgesloten met een summatieve toets die de basisstof bestrijkt. De summatieve toets kan bestaan uit schriftelijke vragen en een practicumgedeelte. Omdat alleen de basisstof getoetst wordt en omdat de rapportcijfers ook hoofdzakelijk op de basisstofprestaties gebaseerd zijn kan de motivatie voor de extra-stof gering zijn.

### **6.3. Toepassing model in verschillende contexten**

Het DBK-model is in verschillende onderzoeken, in een groot aantal klassen, uitvoerbaar gebleken. De gekozen differentiatievorm bleek haalbaar voor de leraar, maar betekende vaak wel een taakverzwaring. De implementatie van het model is dus geslaagd. Wellicht mede dankzij de gevolgde innovatiestrategie is een groot aantal leraren vanaf het begin bij de ontwikkeling betrokken, en heeft het model een relatief grote verspreiding gekregen (vgl. Volman, Vermeulen & Terwel, 1995). Uit het onderzoek van Ellermeijer, (1987) (24 scholen, alle daarvoor in aanmerking komende klassen op deze scholen deden mee) blijkt

dat ongeveer 90 procent van de leerlingen uit de verlengde brugperiode, atheneum en gymnasium klassen de beheersingsnorm van 70% halen. Er zijn bijna geen leerlingen die een onvoldoende prestatie halen. In de havo-klassen is dit niet het geval. Hier wordt door ongeveer een derde van de leerlingen de 70 procent norm niet gehaald, terwijl 15 procent van de leerlingen onvoldoende toetsresultaten behaalt. Een interessant gegeven is dat de maatregelen voor leerlingen die laag scoren op de formatieve toets effect lijken te hebben op de eindtoets. Zwakkere leerlingen komen vaker tot een hoger beheersingsniveau. Zij blijven het vak en de lessen als plezierig ervaren.

In het onderzoek van Licht (1982) is de nadruk gelegd op vergelijking van homogeen en heterogeen samengestelde klassen. De resultaten uit dit onderzoek zijn als volgt samen te vatten. De potentiële mavo- en havo-leerlingen komen in heterogeen samengestelde klassen tot minstens gelijke, vaak ook betere resultaten dan in homogene klassen. Voor potentiële VWO-leerlingen geldt het omgekeerde: zij komen hoogstens tot gelijke, regelmatig ook tot slechtere resultaten in heterogene klassen. Hier is dus sprake van differentiële effecten voor de verschillende categorieën leerlingen.

## 6.4 Evaluatie en implicaties voor theorie en research

Het DBK-na model is een goed uitgewerkt en zorgvuldig onderzocht model. Het achterliggende model (B, H, E, model) wordt ook nu nog veel gehanteerd in leerboeken (methoden) voor bijvoorbeeld de exacte vakken. Het betreft een model dat een compromis is tussen klassikaal en individueel werken. De strategie voor mastery learning, die hieraan ten grondslag ligt, is aangepast aan de praktijk die ook hier harder blijkt dan de leer. Niet alle leerlingen behalen het beheersingscriterium, ondanks het feit dat zwakke leerlingen profiteren van de begeleiding en differentiatie in dit model. In de praktijk van het werken met het DBK-model kan niet eindeloos worden herhaald. Op een bepaald punt zijn de grenzen van beschikbare leertijd, begeleidingstijd en overige 'resources' bereikt. Ook ziet men in de praktijk dat B, H, E, modellen gaandeweg van kleur verschieten. Wat als differentiatie-model werd aangeboden, wordt in het proces steeds meer een determinatiemodel en een strategie om selectie van leerlingen voor te bereiden. Het DBK-na model gaat uit van de bestaande leerstof en is dus niet of nauwelijks als een vakinhoudelijke of vakdidactische vernieuwing te kenschetsen. Leertheoretisch steunt het model vrij sterk op de gedachte van beheersingsleren en dus op een behavioristische leertheorie. Bij de uitwerking van het model is geen gebruik gemaakt van recente inzichten uit de 'cognitive sciences'

De onderzoeken van Licht (1982) en Ellermeijer (1987) geven een goed overzicht van het ontwikkelingsproces, het model, het lesmateriaal, de gevolgde innovatiestrategie en van de effecten op de leerprestaties en de attitudes van de leerlingen. De empirische bevindingen zijn geloofwaardig. Overigens moet wel een kanttekening worden geplaatst bij het design. Het gaat hier om exploratieve veldstudies. Er zijn geen controlegroepen in het onderzoek opgenomen. Voor zover er vergelijkingen zijn gemaakt betreft het interne vergelijkingen van effecten op verschillende leerlinggroepen. Vergelijkende opmerkingen zoals "Zwakke leerlingen komen veel vaker tot een

voldoende beheersingsniveau” blijven in de lucht hangen omdat niet aan een externe vergelijkingsgroep kan worden gerefereerd. Bij de vergelijkingen die Licht (1982) maakt omtrent het effect van homogeen versus heterogeen groeperen is er het vrijwel onoplosbare probleem van (zelf-)selectie van de vergelijkingsgroepen. Een potentiële VWO leerling in een HAVO/VWO school is mogelijk een andere leerling dan een potentiële VWO leerling in een heterogene klas in een brede scholengemeenschap. Het criterium-probleem is in het onderzoek van Ellermeijer niet geheel adequaat opgelost. Er wordt met absolute criteria gewerkt, die enigszins arbitrair lijken (Ellermeijer, 1987, blz. 78). Het tijdstip waarop deze criteria zijn geformuleerd is niet duidelijk (voordat de uitkomsten van het onderzoek bekend waren of daarna).

Het probleem waarvoor het project DBK een oplossing heeft proberen te vinden is ook nu nog actueel (al lijkt thans vroege selectie van leerlingen in afzonderlijke stromen maatschappelijk en politiek meer geaccepteerd te worden dan in de jaren zeventig en tachtig). Inmiddels zijn er nieuwe inzichten omtrent (i) het leren van zwakke en sterke leerlingen (ii) de betekenis van reflectie en zelfsturing (iii) de mogelijkheden van leren in kleine groepen (iv) de statistische analyse van data op verschillende niveaus (multilevel-analyse). Deze inzichten kunnen mogelijk bijdragen aan de oplossing van problemen, met name differentiële effecten, die in het DBK-na project nog niet konden worden aangepakt.

## 6.5 Literatuur

Ellermeijer, A.L.E. (1987). *Differentiatie binnen klasseverband voor natuurkunde in klas 2 van havo-vwo*. Amsterdam: Vrije Universiteit.

Licht, P. (1982). *Differentiatie binnen klasseverband voor natuurkunde, een onderzoek in de leerjaren 3 HAVO en 2 MAVO-HAVO-VWO*. Amsterdam: Vrije Universiteit.

Volman, M., Vermeulen, A. & Terwel, J. (1995). *Onderwijsvernieuwingen in wiskunde, natuurkunde, scheikunde en biologie. Een probleemanalyse van ontwikkelingen in het voortgezet onderwijs*. Amsterdam: Universiteit van Amsterdam, SCO-Kohnstamm Instituut/Instituut voor de Leraren Opleiding

# Hoofdstuk 7

## PROJECT LEERPAKKET ONTWIKKELING NATUURKUNDE (PLON)

### 7.1 Korte karakteristiek

In het Project Leerpakket Ontwikkeling Natuurkunde (PLON) aan de Rijksuniversiteit van Utrecht is een didactisch model, met bijbehorend lesmateriaal, ontwikkeld voor natuurkunde in het voortgezet onderwijs. De looptijd van het project was van 1972-1986. Er was een groot aantal medewerkers aan verbonden. Enkele namen zijn: H. F. Van Aalst, H.P. Hooymayers, H.M.C. Eijkelhof, P. Lijnse, B. Pelupessy, A.E. van der Valk, P.A.J. Verhagen, en R.F.A. Wierstra.

Het proces in de klas, over een reeks van lessen, verloopt in grote lijnen als volgt. Na de klassikale introductie van een thema ( bijvoorbeeld bruggen, verkeersveiligheid of ioniserende straling) is er een basisperiode waarin de natuurkundige basiskennis en vaardigheden aan de orde komen. Dan is er een keuzedeel, waarin leerlingen in groepjes onderzoek doen. Vervolgens wordt er door de leerlingen aan elkaar gerapporteerd wat de resultaten uit het keuzedeel zijn. Dan is er een fase van verdieping en verbreding. In deze fase wordt integratie van het geleerde nagestreefd. Soms gebeurt dat in de vorm van keuze-onderwerpen en opnieuw een rapportage. Over een karakteristiek deel van het PLON-model rapporteerde een leraar het volgende: “Elk thema bevat een periode waarin gedifferentieerd wordt. Groepjes leerlingen werken dan aan verschillende onderwerpen. Dat is meestal een leuke periode. Als docent schep je een periode waarin leerlingen volop in actie komen. Meestal beslaat zo’n periode vier lessen. Je leert leerlingen over een lange periode hun tijd zelf in te delen. Ze ervaren dat als belangrijk. Ze kunnen dan ook kiezen voor experimenten buiten de lessen. De enige eis waaraan ze moeten voldoen, is dat ze de vijfde les verslag kunnen doen van wat ze gedaan hebben. Tijdens dergelijke perioden ervaar ik de school als een “ware school”. Het leren is dan niet beperkt tot het lokaal. Overall zijn leerlingen bezig: in de bibliotheek, in de amaniensruimte, buiten.” (H. Verstappen 1986, blz. 224).

De aanleiding tot ontwikkeling van het model was de constatering dat natuurkunde voor veel leerlingen een moeilijk en vervelend vak is. Het PLON wilde het onderwijs in de natuurkunde meer betekenisvol maken en de leerlingen een actievere rol in het leerproces toekennen. Het PLON heeft dit gerealiseerd door het onderwijs in thema’s uit het dagelijks leven aan te bieden en door leerlingen zelfstandig, bijvoorbeeld in groepjes, onderzoek te laten doen (Eijkelhof et al 1986; Van den Berg, Terwel & Wierstra, 1993). Het nieuwe PLON curriculum is in eerste instantie bedoeld voor MAVO, HAVO en VWO. De aard van de differentiatie kan men omschrijven als differentiatie naar belangstelling (keuzedifferentiatie). In bepaalde fasen van de PLON-cyclus is het klasseverband vrij los en kunnen leerlingen individueel of in groepen in of buiten de klas onderzoek doen.

## 7.2 Modelbeschrijving en theoretische achtergrond

Het Amerikaanse Harvard Project Physics en het Engelse Nuffield project waren belangrijke bronnen van inspiratie voor het ontstaan en de vormgeving van het PLON-model. Een zeer belangrijke inspiratiebron is ook het wiskunde-didactische werk van Freudenthal en zijn medewerkers geweest. Freudenthal's visie is later omschreven als de realistische stroming in de wiskundendidactiek. Hooymayers (1986) typeert de didactische visie van het PLON als de "natuurkundige representant van de 'realistische stroming'".

Centraal in de vernieuwingsideeën van het PLON stond de vraag hoe men de natuurkunde en het natuurkunde-onderwijs meer betekenisvol zou kunnen maken voor de leerlingen. Men zocht de veranderingen niet alleen in andere werkvormen, maar ook in andere vakinhouden. Wat opvalt is de leerlinggerichtheid in de plannen van het PLON. In het eerste PLON-onderwijsplan uit 1974 komen de volgende uitspraken voor:

- (i) het is belangrijker dat de lessen aansluiten bij de cognitieve structuur en de ervaring van de leerling dan bij de wetenschappelijke structuur van de leerstof;
- (ii) de natuurkundelessen moeten zowel voor de praktisch als de theoretisch ingestelde leerling interessant en betekenisvol zijn;
- (iii) leeractiviteiten dienen in behoorlijke mate gebaseerd te zijn op samenwerking tussen leerlingen onderling, al of niet samen met hun leraar.

Ook in andere stukken van het PLON komen deze uitgangspunten terug. Het gaat om het motiveren van de leerlingen door aan te sluiten bij hun belevingswereld en door het kiezen van participerende werkvormen. Wierstra (1990, blz.7) vat de kern van de vernieuwing als volgt samen: "Om het onderwijs meer betekenisvol voor leerlingen te maken, trachtte het projectteam curricula te ontwikkelen die onder andere in belangrijke mate zouden zorgen voor leefwereldgericht en participatiegericht natuurkunde-onderwijs". Wierstra noemt natuurkunde-onderwijs leefwereldgericht als de fysische kennis expliciet in verband wordt gebracht met de alledaagse werkelijkheid en met de buitenschoolse ervaringen van de leerlingen. Met participatiegerichtheid wordt bijvoorbeeld bedoeld dat de leerling zelfstandig een onderzoek uitvoert. Daarbij zijn er keuzemogelijkheden voor de leerlingen. Dit onderzoek vindt meestal in groepen plaats. Leerlingen worden in de gelegenheid gesteld over hun onderzoek te rapporteren (Wierstra, 1990).

Het didactisch model van het PLON kan worden getypeerd als een model waarbij de leerstof in thema's van 10-20 lessen over een onderwerp uit het dagelijks leven wordt aangeboden. De thema's hebben een vaste grondstructuur, maar is veel ruimte voor leerlingen en leraar om hierbinnen eigen keuzen te maken. De algemene structuur van een PLON-thema is:

- (i) oriëntatie op inhoud en structuur van het thema;
- (ii) kennismaking met natuurkundige basiskennis en vaardigheden;
- (iii) keuze-onderzoeken door de leerlingen;
- (iv) rapportage van de resultaten uit de onderzoeken;
- (v) verbreding, verdieping, integratie, afsluiting.



In het PLON-project wordt wel gesproken over verschillende categorieën leerlingen zoals praktisch en theoretisch ingestelde leerlingen. Ook is er speciale aandacht voor het vraagstuk van jongens en meisjes in het natuurkunde-onderwijs. Overigens komt men in de publikaties van het PLON geen fundamentele discussies over heterogeen of homogeen groeperen tegen. Impliciet accepteert men de bestaande tweedeling (LBO versus AVO) in het voorgezet onderwijs. Men richt zich vooral op MAVO, HAVO en VWO. In die zin is er gekozen voor min of meer homogene groepering van leerlingen. Daarbinnen worden verschillen tussen leerlingen opgevangen via differentiatie naar belangstelling. Dit in tegenstelling tot andere modellen waarbij het prestatieniveau van leerlingen de basis is voor de groeperingsvorm.

In het PLON-model is gekozen voor verschillende didactische werkvormen: klassikale introducties en afsluitingen, individueel werken en het werken in kleine groepen. Onderzoekend leren is daarbij een belangrijk uitgangspunt.

Het curriculummateriaal van het PLON bestaat uit themaboeken voor de leerlingen met lerarenhandleidingen en apparatuegidsen. Thema's zijn bijvoorbeeld: Mensen en Metalen, Leven in Lucht, Bruggen, Water voor Tanzania, Verkeer, Weersveranderingen, Ioniserende straling.

In het PLON-project zijn, bijvoorbeeld voor MAVO, concrete voorbeelden van andere dan de traditionele toets- en examenvormen uitgewerkt. Ook is enige aandacht besteed aan een andere visie op toetsen en examineren.

### **7.3. Toepassing van het model in verschillende contexten**

Het PLON-project heeft landelijk aandacht getrokken en een groot aantal scholen heeft ervaring met het PLON-model en de PLON-materialen opgedaan. Van Aalst (1986) spreekt van een verschuiving in de visie op het vak, een schat aan concreet lesmateriaal, een kern van goed ingewerkte docenten en lerarenopleiders, een internationaal netwerk op het gebied van de vakdidactiek, als opbrengsten van het PLON-project. Toch blijkt uit het onderzoek van Kuiper (1993) dat de basisideeën en de materialen van het PLON zeer beperkt ingang hebben gevonden in de dagelijkse schoolpraktijk. Bij natuurkunde hebben vakstructuurgerichte methoden duidelijk de overhand.

Leefwereldgerichte methoden worden weinig gebruikt. Participatiegerichte werkvormen komen eveneens weinig voor. Klassikale instructie en klassikaal gebruik van de vraag- en antwoordmethode zijn de meest gebruikte werkvormen. Overigens blijkt dat docenten die in vernieuwingsprojecten kennis hebben gemaakt met PLON daar doorgaans positief over spreken en dit komt ook in hun lesuitvoering tot uitdrukking (Kuiper, 1993, blz. 182 e.v.). Voorts dient vermeld te worden dat in het advies 'Basisvorming in het Onderwijs' van de Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid (WRR, 1986) en in de Wet op de Basisvorming grote aandacht is besteed aan de twee vernieuwingskenmerken zoals die onder meer in het PLON-project naar voren zijn gebracht (leefwereldgerichtheid en participatiegerichtheid).

Het onderzoek naar de effecten in het PLON-project is opgezet vanuit de centrale vraag: in hoeverre leidt het PLON-curriculum en met name de leefwereld -en participatiegerichtheid van het curriculum tot onderwijs dat door

leerlingen als betekenisvol wordt ervaren en wat zijn de gevolgen hiervan voor de cognitieve opbrengsten?

Uit de verschillende deelonderzoeken komt naar voren dat de PLON-leerlingen de lessen als meer participatiegericht en slechts enigszins meer leefwereldgericht ervaren dan leerlingen uit de controlegroep. Er blijkt een positieve correlatie te bestaan tussen de twee vernieuwingskenmerken en de attitude van de leerlingen en de waardering voor de lessen. Uit het onderzoek blijkt dat PLON-leerlingen niet beter, maar minstens even goed scoren als de controle leerlingen op toetsen waarin traditioneel-fysische kennis wordt getoetst. Het blijkt dus dat realisering van de twee vernieuwingskenmerken (leefwereld en participatie) niet ten koste hoeft te gaan van reguliere kennis. Overigens zijn er in later onderzoek kanttekeningen geplaatst bij het kenmerk 'leefwereld' als bron van 'misconcepties' (vgl. Volman, Vermeulen & Terwel 1995).

## 7.4 Evaluatie en implicaties voor theorie en research

Het PLON-model is een open didactisch model met goed op elkaar afgestemde vernieuwingskenmerken. Het model is adequaat beschreven en in concreet lesmateriaal uitgewerkt. Het onderzoek is van goede kwaliteit en de conclusies zijn zorgvuldig geformuleerd. Er is gebruik gemaakt van een quasi-experimenteel design. De onderzoeksresultaten zijn overwegend positief, maar toch enigszins teleurstellend op het punt van de cognitieve opbrengsten. Het is een gemis dat bij de cognitieve opbrengsten niet ook is getoetst of er verschillen waren tussen de experimentele leerlingen en de controle leerlingen op opgaven in contexten. Interessant is dat in het onderzoek van Van der Valk (1992) voorbeelden werden gevonden van 'misverstaan': leerlingen kunnen elkaar niet altijd begrijpen en ook tussen leraar en leerlingen treden soms misverstanden op ondanks het feit dat beiden hun best doen elkaar te begrijpen.

Het lijkt gewenst nader onderzoek te doen naar de effecten van leefwereldgericht en participatiegericht onderwijs. Daarbij zou speciaal gelet moeten worden op vraagstukken als 'misverstaan' en 'differentiële effecten' voor sterke en zwakke leerlingen. Het is namelijk nog maar de vraag of het open model, met grote nadruk op (i) contexten uit het dagelijks leven (ii) eigen initiatief en (iii) de differentiatie naar keuze, voor alle leerlingen positief uitwerkt. De vraag zou kunnen zijn: hoe kan de PLON-benadering worden uitgewerkt voor alle leerlingen van LBO tot VWO? De inzet van het PLON-project was tenslotte volgens van Aalst (1986): "Natuurkunde-onderwijs voor velen".

## 7.5 Literatuur

- Aalst, H.F.van (1986). Waar doen we het eigenlijk voor? In: H.M.C. Eijkelhof, E. Holl, B. Pelupessy, A.E. van der Valk, P.A.J. Verhagen, R.F.A. Wierstra, (Red.) *Op weg naar vernieuwing van het Natuuronderwijs*. 's Gravenhage: Stichting voor Onderzoek van het Onderwijs (SVO).
- Berg, G. van den, Terwel, J. & Wierstra, R. (1993). Evaluatie van Leergangen. In: W.J. Nijhof, H.A.M. Franssen, W.Th.J.G. Hoeben & R.G.M. Wolbert.

*Handboek Curriculum: Modellen, Theorieën, Technologieën, pp. 371-391.*  
Amsterdam/Lisse: Swets & Zeitlinger.

- Eijkelfhof, H.M.C., Holl, E., Pelupessy, B., Valk, A.E., van der, Verhagen, P.A.J., Wierstra, R.F.A. (Red.) (1986). *Op weg naar vernieuwing van het Natuuronderwijs*. 's Gravenhage: Stichting voor Onderzoek van het Onderwijs (SVO).
- Hooymayers, H.P. (1986). Verwachtingen van Leraren en PLON-opbrengsten. In: H.M.C. Eijkelfhof, E. Holl, B. Pelupessy, A.E. van der Valk, P.A.J. Verhagen, R.F.A. Wierstra (Red.). *Op weg naar vernieuwing van het Natuuronderwijs*. 's Gravenhage: Stichting voor Onderzoek van het Onderwijs (SVO).
- Kuiper, W.A.J.M. (1993). *Curriculumvernieuwing en Lespraktijk*. Enschede: Universiteit Twente (Dissertatie).
- Verstappen, H. (1986). Terug naar af? In: H.M.C. Eijkelfhof, E. Holl, B. Pelupessy, A.E. van der Valk, P.A.J. Verhagen, R.F.A. Wierstra (Red.). *Op weg naar vernieuwing van het Natuuronderwijs*. 's Gravenhage: Stichting voor Onderzoek van het Onderwijs (SVO).
- Valk, A.E. van der (1992). *Ontwikkeling in energieonderwijs. Een onderzoek bij VWO-leerlingen in realiteitsgericht natuurkundeonderwijs*. Utrecht: CD-bèta Press, Universiteit Utrecht (proefschrift).
- Volman, M., Vermeulen, A. & Terwel, J. (1995). *Onderwijsvernieuwingen in wiskunde, natuurkunde, scheikunde en biologie. Een probleemanalyse van ontwikkelingen in het voortgezet onderwijs*. Amsterdam: Universiteit van Amsterdam, SCO-Kohnstamm Instituut/Instituut voor de Leraren Opleiding
- Wierstra, R.F.A. (1990). *Natuurkunde-onderwijs tussen Leefwereld en Vakstructuur*. Utrecht: Rijksuniversiteit (Dissertatie).
- WRR (1986). *Basisvorming in het onderwijs*. 's Gravenhage: Staatsuitgeverij.

# Hoofdstuk 8

## ADAPTIEF GROEPSONDERWIJS (AGO)

### 8.1 Korte karakteristiek

Het model voor Adaptief Groeps Onderwijs (AGO-model) is ontwikkeld door P. Herfs, N. Mertens, J. Perrenet en J. Terwel. Het model is ontwikkeld voor wiskunde in de eerste fase van het voortgezet onderwijs. Het model is vanuit een combinatie van theoretische perspectieven opgezet en bouwt voort op een eerder onderzoek naar het 'model Freudenthal', een onderzoek dat werd uitgevoerd door Terwel, Herfs, Dekker, en Akkermans (1988)

In de eerste les van de AGO-cyclus zou het onderwijsleerproces in de klas als volgt kunnen verlopen (bijvoorbeeld in een blokkur van 100 minuten). De docent staat voor de klas en de leerlingen zitten in groepen van vier aan tafels. Hij introduceert een nieuw hoofdstuk b.v., vergelijkingen. Hij vertelt wat er in het hoofdstuk aan de orde zal komen. Door middel van een vraaggesprek met de leerlingen probeert de leraar er achter te komen wat leerlingen al van dit onderwerp weten. Het onderwerp vergelijkingen wordt in een situatie uit het dagelijks leven geplaatst: bijvoorbeeld een balans waarop aan de ene kant drie zakken meel zijn geplaatst en aan de nadere kant een zak meel en een gewicht van 6 kilo. De zakken zijn even zwaar en de balans is in evenwicht. De leraar vraagt wat het gewicht is van één zak meel. In een klassediscussie onder leiding van de leraar wordt het vraagstuk opgelost. Bij moeilijke opgaven geeft de leraar een demonstratie van het oplossingsproces. Hij laat zien welke strategie kan worden gebruikt, wat de centrale begrippen zijn en welke metaforen (bijvoorbeeld een machientje) kunnen worden gebruikt. De eerste opgave uit het boek wordt klassikaal behandeld. De leraar laat de leerlingen zo veel mogelijk aan het woord. Dan moet iedereen zelf een opgave maken die daarna in de klas besproken wordt. Ook moeten de leerlingen zelf een opgave bedenken. Zo krijgt de docent een idee over de voorkennis van de leerlingen. Als het klassikale deel is afgesloten gaan de leerlingen in groepjes aan het werk. In de groepen wordt gewerkt aan een opgave over een bokser die voor de wedstrijd moet worden gewogen om te zien of hij terecht in een bepaalde gewichtsklasse is ingedeeld. De leerlingen maken een tekening van een balans met de bokser en zijn bokshandschoenen aan de ene kant en een gewicht aan de andere kant. Na gelach om elkaars tekeningen ontstaat er een discussie over de opgave. Als ze het uiteindelijk eens zijn over de oplossing laten ze dit aan de leraar zien. Hij grijpt dit aan om de opgave klassikaal te behandelen. De leraar besteedt veel aandacht aan het proces van probleemoplossen en aan de cognitieve strategieën die hierbij kunnen worden gebruikt. Hiermee is de eerste les van de AGO-cyclus afgelopen.

Het AGO-model kent verschillende werkvormen: klassikaal werken, samenwerken in kleine groepen en individueel werken. Leerlingen die speciale hulp nodig hebben krijgen speciale instructie van de leraar terwijl andere leerlingen zelfstandig verder werken. Het model kan worden toegepast in volledig heterogene klassen, maar ook in klassen met een gereduceerde

heterogeniteit zoals in het ‘dakpansysteem’. Lesgeven aan heterogene groepen wordt door veel docenten echter als moeilijk ervaren. De zwakkere leerlingen moeten mee kunnen komen, de sterke leerlingen moeten worden uitgedaagd hun leervermogen tot ontwikkeling te brengen. Veel pogingen om te differentiëren binnen heterogene klassen lopen stuk op gebrek aan geschikte didactische procedures en curriculummaterialen. Dit is in de jaren negentig actueel omdat invoering van de basisvorming en fusies in brede scholengemeenschappen voor een bredere instroom van leerlingen zorgen. Het AGO-model is tegen deze achtergrond ontwikkeld. Adaptatie van het onderwijs aan individuele leerlingen staat centraal in het AGO-model. Het model kan zonder problemen binnen het bestaande jaarklassensysteem ingevoerd worden.

Binnen het AGO-model wordt op verschillende manieren gedifferentieerd. Alle leerlingen werken aan dezelfde basisdoelen. Het is echter mogelijk deze doelen op verschillende niveaus te beheersen, dat wil bijvoorbeeld zeggen dat leerlingen verschillende oplossingsstrategieën gebruiken. Sterke leerlingen kunnen zich verdiepen in extra-stof. Ook wordt er gedifferentieerd naar instructievorm. Leerlingen die de basisdoelen nog niet beheersen krijgen speciale instructie, de andere leerlingen maken dan zelfstandig opgaven.

## 8.2 Modelbeschrijving en theoretische achtergrond

De theoretische basis van het model betreft drie perspectieven: cognitietheorieën, motivatietheorieën en de wiskundig-didactische theorie van Freudenthal (Herfs, Mertens, Perrenet & Terwel, 1991).

In cognitie-theorieën wordt de betekenis van voorwaardelijke kennis benadrukt (begrippen, cognitieve strategieën, zelfstuuringsvaardigheden). In het AGO-model wordt deze kennis expliciet onderwezen in klassikale instructies. Als in de diagnostische procedure blijkt dat bepaalde leerlingen onvoldoende van het onderwijs profiteren bijvoorbeeld omdat het hen ontbreekt aan voorwaardelijke kennis, krijgen zij speciale instructie van de leraar in een kleine groep. Het onderzoekend leren in kleine heterogene groepjes wordt effectief geacht op basis van de cognitie-theorieën en de theorie van Freudenthal. Hierbij zijn vooral de reflectie en het socio-cognitief conflict die bij het werken in heterogene groepen naar voren komen van belang. Vanuit een leertheoretisch of motivationeel perspectief moet gelet worden op aansluiting bij de beginkennis; de feedback; continue progressie zodat elke leerling op zijn eigen niveau succes ervaart en beloning en motivatie door de groep. Essentieel voor het AGO-model is de combinatie van de drie genoemde theoretische perspectieven.

Vanuit deze theoretische kaders kunnen de positieve effecten van groepswork in de volgende factoren worden gezocht (Terwel, Perrenet, Mertens & Herfs, 1991):

1. In de kleine groep worden leerlingen door medeleerlingen geconfronteerd met andere oplossingen en gezichtspunten. Dit kan er toe leiden dat een sociocognitief conflict ontstaat. Dit gaat gepaard met gevoelens van onzekerheid, waardoor bij leerlingen de bereidheid ontstaat eigen oplossingen te heroverwegen vanuit een nieuw perspectief. Deze processen bevorderen hogere cognitieve vaardigheden.

2. De kleine groep biedt aan groepsleden de mogelijkheid te profiteren van de kennis in de groep als collectief. Daarbij is te denken aan kennis, vaardigheden en ervaringen die niet bij elke individuele leerling aanwezig is. Leerlingen gebruiken elkaar als 'resources'. Leechor (1988) spreekt in dit verband van 'resource sharing'.
3. Samenwerken in kleine groepen betekent dat leerlingen hun gedachten onder woorden moeten brengen. Dit verwoorden faciliteert het begrijpen via een reorganisatie van cognities. Het geven en ontvangen van uitleg bevordert het leerproces. Groepsleden profiteren niet alleen van de kennis en de inzichten die via 'peer tutoring' worden overgedragen, maar ook door te participeren in het oplossingsproces van de groep kunnen zij effectieve strategieën voor het oplossen van problemen internaliseren.
4. Op basis van motivatietheorieën is eveneens een positief effect van groepswork te verwachten. Samenwerken intensiveert het leerproces. Leerlingen in de leeftijd van twaalf tot zestien jaar zijn sterk op de 'peer-group' ingesteld en zeer geïnteresseerd in interactie met leeftijdsgenoten.
5. In de wiskunde-didactiek worden positieve effecten verwacht van de aard van de opdrachten die in de groepen worden gebruikt. Veelzijdige opdrachten die een beroep doen op verschillende cognities en ervaringen van leerlingen, bieden leerlingen de mogelijkheid hun sterke punten in te brengen bij het zoeken naar oplossingen.

Het AGO-model kent een aantal fasen die binnen een periode van 8 tot 15 lesuren plaatsvinden. De componenten van het AGO-model zijn de volgende (Terwel, 1986; Herfs, Mertens, Perrenet & Terwel, 1991; Terwel, Perrenet, Mertens & Herfs, 1991):

1. *Klassikale introductie*  
De klassikale introductie is bedoeld om leerlingen te motiveren, om een overzicht van de leereenheid te geven en om de benodigde voorkennis op te halen.
2. *Samenwerken in kleine heterogene groepen*  
Na de klassikale introductie werken de leerlingen in kleine, qua capaciteit en sexe heterogene groepen van vier leerlingen. De groepen werken aan opdrachten (in contexten) die ontworpen zijn voor groepswork. Het betreft hier de basisstof. Er zijn regels voor de samenwerking (Terwel, 1986).
3. *Diagnostische toets*  
Dan volgt een diagnostische toets, die elke leerling individueel maakt. Deze toets dient ervoor om na te gaan hoe ver elke leerling gekomen is. De leraar kijkt deze toets na. Hij bespreekt de toetsresultaten met de klas. Hij beslist op grond van de resultaten, hoe het verder gaat. De toets geeft feedback aan zowel leraar als leerling.
4. *Alternatieve leerroutes*  
Leerlingen die achterblijven en waarvan de kennis duidelijke hiaten vertoont, krijgen in een groep van bijvoorbeeld 6 of 10 leerlingen, aange-

paste (speciale) instructie van de leraar. De overige leerlingen werken zelfstandig aan individuele opdrachten. Zij kunnen elkaar hulp vragen.

5. *Individueel werken in kleine heterogene groepen aan verschillende taken met onderlinge hulp*

In deze fase werken alle leerlingen zelfstandig. Ze zitten wél in dezelfde heterogene groepjes als bij component 2, alleen de werkwijze verschilt. Men werkt zelfstandig aan verschillende opdrachten. Leerlingen kunnen elkaar om hulp vragen. De leraar begeleidt leerlingen individueel.

6. *Klassikale reflectie en vooruitblik*

Tenslotte sluit de leraar de cyclus klassikaal af. Hij recapituleert de belangrijkste begrippen en procedures. De leraar bespreekt enkele opgaven en introduceert vervolgens een nieuwe leereenheid.

In de praktijk van het AGO-onderzoek werd na de zesde fase een eindtoets afgenomen. Dit was een onderzoeksinstrument, maar voor de leerlingen gold het als een proefwerk. Dit is dan een zevende component van het model.

Naast deze componenten zijn er nog drie kenmerken van het model geformuleerd: taakgerichtheid, wiskunde in contexten en niveaus in het leerproces.

Er is specifiek curriculummateriaal voor het werken met het AGO-model vereist (Herfs, Mertens, Perrenet & Terwel, 1991). Belangrijk zijn vooral de (groeps)opgaven. Deze moeten zo mogelijk in contexten uit het dagelijks leven zijn geplaatst en geschikt zijn om in groepen te maken. Dit laatste betekent dat er oplossingen en oplossingsmogelijkheden op verschillende niveaus mogelijk moeten zijn en dat de opgaven aanleiding geven tot groepsdiscussie. Verder moet er ook differentiatie zijn in de opgaven die individueel gemaakt worden. Zo zijn er extra-opgaven nodig waarbij dieper op de wiskunde wordt ingegaan. Ook moeten er diagnostische toetsen voorhanden zijn of door de docent gemaakt worden.

Voor het onderzoek naar de uitvoerbaarheid en de effectiviteit van het AGO-model zijn twee hoofdstukken van een bestaande methode bewerkt (Herfs, Mertens, Perrenet & Terwel, 1991; Terwel, Perrenet, Mertens & Herfs, 1991). De methode, Wiskunde Lijn, legt veel nadruk op individueel werken en differentiatie. Het ontwikkelde materiaal bestaat uit lesmateriaal voor leerlingen, een algemene handleiding voor docenten en een specifieke handleiding bij het lesmateriaal. In relatie tot het AGO-project is door W. van Overeem de methode 'Moderne Wiskunde' volgens het AGO-model bewerkt. Deze aanpak en dit curriculum-materiaal wordt momenteel gebruikt op 'De Werkplaats' in Bilthoven. Door M. de Heide (1989) is het AGO model uitgewerkt voor een onderdeel uit het vakgebied Geschiedenis. Verder is nog geen materiaal ontwikkeld.

Voor docenten is een korte training georganiseerd. Hierin werd met behulp van schriftelijk materiaal en een video het model globaal besproken (Herfs, Mertens, Perrenet & Terwel, 1991). Ook werd bekeken in hoeverre de docenten veranderingen in hun werkwijze aan zouden moeten brengen.

Door de nadruk op groepswork en individueel werk is de taak van de leraar veranderd. Hij is tijdens deze onderdelen meer begeleider en manager dan de overdrager van kennis. Als logisch gevolg hebben de leerlingen meer verantwoordelijkheid voor hun eigen leren, maar vooral ook voor dat van hun medeleerlingen. Andere leerlingen worden een bron van kennis, het zogenaamde ‘resource sharing’. De leerlingen worden geacht elkaar te helpen en hun eigen werkwijze uit te leggen.

### 8.3 Toepassing model in verschillende contexten

Er zijn twee onderzoeken naar het AGO-model gedaan. In het eerste onderzoek stond de vraag naar de uitvoerbaarheid van het model centraal (Terwel, Herfs, Perrenet & Van der Ploeg, 1988). Het AGO-model bleek goed uitvoerbaar.

In het tweede onderzoek ging de aandacht uit naar de effecten van het gebruik van het model (Herfs, Mertens, Perrenet & Terwel, 1991). Zowel cognitieve als affectieve effecten kwamen aan de orde. Het betreft een pretest-posttest design met een experimentele groep (4 scholen, 9 leerkrachten, 15 klassen) en een controlegroep (2 scholen, 4 leerkrachten, 8 klassen) (totaal aantal leerlingen: 572). De eerste hypothese van het onderzoek, “AGO leidt tot betere cognitieve en affectieve resultaten dan onderwijs dat niet volgens AGO-kenmerken is opgezet”, kon maar ten dele aangenomen worden. Leerlingen in de AGO-situatie haalden hogere cognitieve resultaten op wiskundegebied dan de leerlingen in de controle-situatie. Er was echter geen effect op de attitude van AGO-leerlingen, in sommige gevallen was er zelfs een negatief effect. AGO leidt dus niet tot een meer positieve houding van leerlingen ten opzichte van wiskunde. De tweede hypothese betreft de mate waarin de AGO-kenmerken gerealiseerd zijn in relatie tot de resultaten. Hoe meer groepswork gerealiseerd wordt, hoe beter de leerresultaten. Voor individueel werk geldt het omgekeerde. Ook het werken met een remediërende groep leverde niet het beoogde resultaat op.

Uit nadere analyses naar differentiële effecten blijkt dat AGO-meisjes aanzienlijk hoger scoren dan de meisjes in de controlegroep (Busato, ten Dam, van den Eeden & Terwel (ter perse)). Het blijkt dus mogelijk de prestaties van meisjes bij wiskunde te verhogen. De bestaande kloof tussen jongens en meisjes in de experimentele groep werd echter niet kleiner. De jongens blijken minstens evenveel te profiteren van het vernieuwde onderwijs.

In een studie naar differentiële effecten van de component groepswork in het AGO-model werd een verschil gevonden tussen zwakke en sterke leerlingen. Het lijkt er op dat zwakke leerlingen minder van de component ‘groepswork’ profiteren dan sterke leerlingen (Terwel & van den Eeden, 1992). In een ander studie bleek dat zwakke leerlingen extra gevoelig zijn voor de kwaliteit van hun leeromgeving (Van den Eeden & Terwel, 1994). Ook de relatieve positie van een leerling ten opzichte van het klasgemiddelde blijkt een effect te hebben op de prestaties in wiskunde (Terwel & Van den Eeden, 1994).

In een kleinschalig onderzoek van de Heide (1989) werd het AGO-model toegepast op het vak geschiedenis in het voortgezet onderwijs. Ook hier werden positieve effecten gevonden in vergelijking met een controlegroep.



## 8.4 Evaluatie en implicaties voor theorie en research

Het onderzoek is uitgevoerd in de normale praktijk van het voortgezet onderwijs. Daarbij is gebruik gemaakt van een pretest-posttest-control-group design. Er is gewerkt met bestaande klassen. Random toewijzing van leerlingen en leraren aan klassen was om praktische redenen niet mogelijk. Onder meer door middel van voormetingen is vastgesteld of leerlingen en leraren in de twee condities vergelijkbaar waren. De resultaten op de voormeting naar de wiskundige begaafdheid van leerlingen gaven geen significant verschillen te zien tussen de experimentele leerlingen en de controlegroep. Bij de analyse van de gegevens is onder meer gebruik gemaakt van het random-coëfficiënt model voor multilevel-analyse. Daarbij is langs statistische weg gecontroleerd voor initiële verschillen op leerlingniveau en voor het gemiddelde en de tijd op klasniveau.

Het onderzoek heeft aanleiding gegeven tot een vervolgonderzoek waarin speciaal wordt gelet op de betekenis van sociale en cognitieve strategieën bij het leren in kleine groepen. Daarbij wordt in het bijzonder gelet op differentiële effecten voor sterke en zwakke leerlingen (Van Hout-Wolters & Terwel 1991). Het onderzoek is momenteel in uitvoering aan de Universiteit van Amsterdam. De eerste resultaten laten zien dat vooral zwakke leerlingen blijken te profiteren van instructie en training in het gebruik van sociale en cognitieve strategieën (zie voor enkele voorlopige bevindingen Terwel, 1994 en Terwel, Hoek & van den Eeden, 1995).

## 8.5 Literatuur

- Berg, G. van den, Terwel, J. & Wierstra, R.F.A. (1993). Evaluatie van leergangen. In: W.J. Nijhof, H.A.M. Franssen, W.Th.J.G. Hoeben & R.G.M. Wolbert (red.) *Handboek Curriculum. Modellen. Theorieën. Technologiën*. Amsterdam/Lisse: Swets & Zeitlinger B.V.
- Busato, V.V., ten Dam, G., van den Eeden, P. & Terwel, J. (1995, ter perse). Gender-related effects of co-operative learning in a mathematics curriculum for 12-16-year-olds. *Journal of Curriculumstudies*.
- Eeden, P. van den, & Terwel, J. (1994). Evaluation of a mathematics curriculum: differential effects. *Studies in Educational Evaluation*, 20, 457-475.
- Heide, M. de (1989). *Geschiedenis en Adaptief onderwijs*. Utrecht: vakgroep onderwijskunde, Universiteit van Utrecht.
- Herfs, P.G.P., Mertens, E.H.M., Perrenet, J.Chr. & Terwel, J. (1991). *Leren door samenwerken*. Amsterdam/Lisse: Swets & Zeitlinger B.V.
- Hout-Wolters, B.H.A.M, van & Terwel, J. (1991). *Differentiële effecten van het leren in kleine groepen bij wiskunde 12-16*. Amsterdam: Universiteit van Amsterdam/ILO (onderzoeks aanvraag).
- Terwel, J. (1986). Basisvorming en het ontwerpen van onderwijsleersituaties voor 12-16-jarigen. *Pedagogisch Tijdschrift*, 11, nr. 6, pp.354-366.

- Terwel, J., Herfs, P., Dekker, R. & Akkermans., (1988) Implementatie en effecten van interne differentiatie. 's Gravenhage: SVO, selectareeks.
- Terwel, J., Herfs, P., Perrenet, J. & Ploeg, D. van der (1988). Ontwerpen van Adaptief Onderwijs. Een empirisch onderzoek naar de uitvoering van een model voor Adaptief Groepsonderwijs in de eerste fase voortgezet onderwijs bij wiskunde. Utrecht: Afdeling Onderwijsonderzoek/ISOR, Rijksuniversiteit.
- Terwel, J., Perrenet, J., Mertens, E. & Herfs, P. (1991). Effecten van een curriculuminnovatie in het voortgezet onderwijs bij wiskunde. *Pedagogisch Tijdschrift*, 16, nr.5/6, pp. 308-321.
- Terwel, J. & Eeden, P. van den (1992). Differentiële effecten van het werken in kleine groepen: theorie, hypothesen en analyse. *Pedagogische Studiën*, 69, 51-66.
- Terwel, J., Herfs, P. G. P., Mertens, E. H. M. & Perrenet, J. Chr., (1994). Co-operative learning and adaptive instruction in a mathematics curriculum. *Journal of Curriculum Studies*, 26, no. 2, 217-233.
- Terwel, J.(1994). *Samen onderwijs maken. Over het ontwerpen van adaptief onderwijs*. Groningen: Wolters-Noordhoff (Inaugurele rede Universiteit van Amsterdam).
- Eeden, P. van den, & Terwel, J. (1994). Evaluation of a mathematics curriculum: differential effects. *Studies in Educational Evaluation*, 20, 457-475.
- Terwel, J. & Eeden, P. van den (1994). Effecten van classesamenstelling en kwaliteit van instructie bij wiskunde. De resultaten uit twee projecten. *Pedagogisch Tijdschrift*, 19, no. 2, 155-173.
- Terwel, J., Hoek, D., & Eeden, P. van den (1995). *Teaching students how to work effectively in cooperative groups*. Paper presented at the convention of the International Association for the Study of Cooperation in Education (IASCE), Brisbane, Australia, July 1995.

# Hoofdstuk 9

## SITUATED COGNITION/COGNITIVE APPRENTICESHIP (SC/CA)

### 9.1 Korte karakteristiek

Situated Cognition is een complex begrip, een paradigma dat vele aspecten in zich verenigt. Situated cognition steunt op verschillende disciplines zoals psychologie, antropologie en sociologie. Situated Cognition wordt vaak in één adem genoemd met andere begrippen en theorieën zoals Situated Learning en Cognitive Apprenticeship. Vertegenwoordigers van dit paradigma zijn onder anderen Greeno, Collins, Newman, Brown (cognitive sciences) en Lave (antropologie).

Het model Cognitive Apprenticeship bestaat uit vier componenten: inhoud, methoden, volgorde en context. De methoden zijn: modelling, coaching, scaffolding, articulation, reflection en exploration. Deze methoden zijn min of meer als achtereenvolgende stadia in het onderwijsleerproces op te vatten.

Een reeks van lessen volgens dit model zou als volgt kunnen verlopen. De leraar introduceert het onderwerp 'wiskundige functies'. Hij laat zien dat wiskundige functies in allerlei praktische situaties voorkomen. Hij demonstreert hoe ontwerpers van een fiets bij het ontwerpen van de versnelling voor keuzen en problemen staan die zij met behulp van het functiebegrip kunnen verhelderen en oplossen. De leraar voert zelf een volledige analyse van zo'n praktijksituatie uit, bijvoorbeeld wat de consequenties zijn van de keuze van verschillende achtertandwielen. Hij legt uit en doet voor wat dit betekent voor de fietser onder bepaalde omstandigheden zoals helling en wind. Dan worden leerlingen in de gelegenheid gesteld om zelf contextrijke problemen rondom het functiebegrip op te lossen. Dat kan bijvoorbeeld aan de hand van opgaven in situaties uit het dagelijks leven en door gebruik te maken van een computerprogramma als Coach. Leerlingen kunnen met behulp van dit programma praktijksituaties simuleren, zonder dat zij zelf ingewikkelde berekeningen hoeven uit te voeren. Ze voeren bepaalde waarden in voor tandwielen, trapkracht, trapsnelheid, windsnelheid, helling enz. De computer berekent uitkomsten bijvoorbeeld in termen van te leveren vermogen bij bepaalde condities. De leerlingen nemen kennis van uitkomsten, interpreteren, trekken bepaalde conclusies. Ze proberen het achterliggende basismodel (vermogen = kracht \* snelheid) te reconstrueren en te elaboreren, en worden daarbij begeleid door de leraar. Vervolgens voeren zij zelf in tweetallen praktijkproeven uit, verrichten metingen, doen analyses en vatten uitkomsten samen in tabellen en grafieken. Dan rapporteren zij aan elkaar wat de bevindingen zijn. Samen reflecteren zij daarop. Tenslotte worden leerlingen voor nieuwe complexe opgaven gesteld. Eventueel bedenken leerlingen zelf bepaalde opgaven. Deze lossen zij zelfstandig op zonder hulp van de leraar of zonder gebruik te maken van de computer. De evaluatie en beoordeling vindt plaats in authentieke situaties.

Greeno werkt samen met andere wetenschappers die met elkaar een denkrichting of school vertegenwoordigen. In deze samenwerking zijn drie instituties betrokken: de Stanford School of Education (Greeno), de Universiteit van Berkeley (Schoenfeld) en het Institute for Research on Learning (I.R.L.). Deze laatste instelling is gelieerd aan Xerox. Brown is een medewerker van dit instituut. Brown is één van de auteurs van het artikel over Cognitive Apprenticeship (Collins, Brown, Newman 1989).

Vertegenwoordigers van het Situated Cognition paradigma bekritisieren de klassieke zogenaamde 'information processing' theorie. Kernpunt van kritiek betreft de autonome plaats die aan kennis wordt toegekend. De 'information processing' theorie gaat er namelijk vanuit dat het verwerven, opslaan en oproepen van kennis kan worden losgemaakt van de context waarin die kennis wordt gebruikt (de Bruijn, 1993).

Het paradigma Situated Cognition wordt in de eerste plaats gebruikt als theorie voor het beschrijven, analyseren en verklaren van onderwijsleerprocessen. In toenemende mate ontleen ontwerpers ideeën aan dit denkkader voor de constructie van onderwijs. Hier ziet men dus een overgang van descriptie naar prescriptie. Als theorie is Situated Cognition of Situated Learning ontwikkeld en toegepast op diverse gebieden van het leren van kinderen en volwassenen in 'communities of practice'. Voorbeelden zijn: (i) het leren rekenen op straat door Braziliaanse kinderen bij het verkopen van snoep (Candy Sellers) (ii) het deelnemen aan een programma van de Weight Watchers en het leren rekenen met grammen en calorieën (iii) het proces van deelname aan een beweging als de Anonieme Alcoholisten (iv) de inwijding en opleiding van vroedvrouwen in Yucatán, Mexico of (v) het leren omgaan met geld door buitenlandse vrouwen in Nederland.

Situated Cognition is te zien als een theoretische stroming die de bestaande praktijk in het onderwijs en de gevestigde dominante stromingen in de cognitieve psychologie kritisch analyseert. In deze analyses worden voorbeelden gebruikt uit 'communities of practice' waarin het leren is ingebed in praktische situaties. Leren wordt gedefinieerd als "becoming a member of a community of practice". Een leerling heeft vanaf het begin de volledige beroepsituatie om zich heen. Binnen deze context verwerft hij de vaardigheden, houdingen en identiteit van een geschoolde vakman in een proces van leerling, gezelschap naar meester (van nieuwkomer naar oudgediende). Situated Cognition is een brede term die niet onmiddellijk verwijst naar constructie van onderwijs, maar de theorie van Cognitive Apprenticeship biedt voor ontwerpers van onderwijs een nieuw gezichtspunt en min of meer concrete aanwijzingen.

## 9.2 Modelbeschrijving en theoretische achtergrond

Centraal in het denken van Greeno staat het begrip Situated Cognition. Dit betreft de directe interactie van het individu met zijn omgeving. Kernpunt in Situated Cognition is, dat de interactie van mensen met hun omgeving niet tot stand komt door middel van een interne representatie van die omgeving. Centraal staan niet de objecten en de representaties daarvan maar relaties tussen mensen en objecten in hun omgeving. De omgeving levert de 'affordances for

reasoning'. Het betreft een filosofisch diepgaande kwestie, rakend aan ontologische en epistemologische uitgangspunten. In het denkkader achter het begrip Situated Cognition spelen ideeën van de filosoof Heidegger en de psycholoog Gibson een belangrijke rol. Greeno zet zich af tegen de cognitieve psychologie waarin de mens als een informatieverwerkend systeem wordt opgevat. Tegenover dit reductionisme stelt hij de directe waarneming van de omgeving als een totaliteit. Een grasveld geeft de mogelijkheid (affordance) om er over te lopen. En een goed leermiddel nodigt uit tot denken en reflecteren. Mensen in een bepaalde situatie wentelen een belangrijk deel van het denkproces af op de situatie. Zij gebruiken elementen uit de omgeving om het denkproces te vereenvoudigen of te versnellen. Greeno noemt verschillende voorbeelden om dit te verduidelijken (Greeno 1988). Een prachtig voorbeeld betreft de Braziliaanse Candy Sellers: zij gebruiken informele rekentechnieken om de prijs te bepalen. Hierbij maken ze gebruik van de specifieke situatie. Soortgelijke voorbeelden zijn te vinden bij mensen die inkopen doen in de supermarkt of bij vrachtwagenchauffeurs die produkten in containers moeten stapelen.

Vanuit een antropologisch gezichtspunt wordt door Lave (1991) nadere invulling gegeven aan begrippen als Situated Learning en Cognitive Apprenticeship. Hij schetst de vervreemding die inherent is aan de wijze waarop het onderwijs in de westerse wereld is georganiseerd en haalt voorbeelden aan uit andere culturen waarbij het leren onderdeel uitmaakt van een authentieke dagelijkse praktijk.

Voor ontwerpers van onderwijs zijn de ideeën van Situated Cognition en Situated Learning nog het meest concreet terug te vinden in het artikel van Collins, Brown & Newman (1989). De Bruijn (1993) heeft dit model van Cognitive Apprenticeship voor Nederland nader uitgewerkt in een curriculum voor het leren omgaan met geld voor laag opgeleide volwassenen, waaronder buitenlandse vrouwen.

Collins et al (1989) stellen een nieuw model van 'leerlingschap' voor om leerlingen op school de kennis en vaardigheden te laten verwerven op gebieden als lezen, schrijven en wiskunde. Daarbij is het nodig dat we begrijpen wat de aard is van de praktijk zoals uitgeoefend door een expert op een bepaald gebied. Hoe gaat een expert te werk bij het schrijven van een tekst? Hoe organiseert hij zijn ideeën. Wat zijn de belangrijkste cognitieve en metacognitieve strategieën die een expert toepast? Hoe worden deze geïntegreerd? Welke vaardigheden en kennis zijn op het lager niveau van uitvoering nodig om zijn ideeën in teksten vorm te geven? Vervolgens moet men zoeken naar methoden om deze cognitieve en metacognitieve strategieën en specifieke vaardigheden op een geïntegreerde wijze aan bod te laten komen in het onderwijs. Juist omdat integratie zo belangrijk is, kan dit het best gebeuren door een stapsgewijze benadering van volledig vakmanschap zoals dat plaatsvindt in het leerlingwezen of het gildenstelsel: door te kijken, door het zelf te doen onder begeleiding van een gezelschap of meester en tenslotte door een complexe taak zelfstandig uit te voeren. De belangrijkste methoden binnen het model Cognitive Apprenticeship worden hieronder kort aangeduid.

1. *Modelling*  
Een ervaren professional voert een complexe taak op zodanige wijze uit dat leerlingen een helder beeld krijgen van de processen die moeten worden doorlopen om de taak te volbrengen. Tijdens het uitvoeren van de taak expliciteert de expert zijn denkproces. Het gaat er om dat leerlingen een mentaal model kunnen opbouwen en een beeld krijgen van de domeinspecifieke kennis en de cognitieve strategieën die hiervoor vereist zijn.
2. *Coaching, scaffolding en fading*  
Terwijl de leerlingen een taak uitvoeren observeert de leraar en geeft zonnodig begeleiding. Soms stelt de leraar vragen, geeft suggesties, benadrukt het model of de strategie. Het kan ook zijn dat de taak zo complex voor een leerling is dat de leraar delen van de taak overneemt; bijvoorbeeld een tekenleraar die bij tekenen naar een levend model delen van de tekening bijvoorbeeld van de hand of het gezicht overneemt. De leerling kan met deze hulp toch tot een bevredigend resultaat komen en krijgt nogmaals de kans een expert in actie te zien. Ook het gebruik van de zakrekenmachine of de computer kan voor dit doel (scaffolding) worden gebruikt. Gaandeweg wordt de begeleiding gereduceerd (fading).
3. *Articulation en reflection*  
Het begrip articulatie betreft het zelfstandig onder woorden brengen van het oplossingsproces en van de leerresultaten. De leerling brengt zijn bevindingen bijvoorbeeld in de groep naar voren. Leerlingen worden in de gelegenheid gesteld hun oplossingen te vergelijken met die van medeleerlingen of met oplossingen van een expert. Op heel natuurlijke wijze gebeurt dit in technische, ambachtelijke en kunstzinnige opleidingen. Werkstukken van leerlingen worden besproken en vergeleken. Vormen van cooperative learning kunnen hierbij een belangrijke rol vervullen.
4. *Exploration en evaluation*  
In deze fase worden leerlingen uitgedaagd zelfstandig onderzoek te doen op basis van eigen vraagstellingen. Bij de evaluatie is het van belang dat dit niet wordt losgemaakt van de praktische en sociale context waarbinnen het werk tot stand is gekomen. Hier lijken vormen van authentieke evaluatie ('authentic assessment') op hun plaats, bijvoorbeeld in de vorm van verslagen of 'portfolio's die uitgebreid worden besproken (zie Terwel, 1993).

### 9.3 Toepassing van het model in verschillende contexten

Hiervoor zijn al vele voorbeelden gegeven van situaties waarop het model is toegepast. De toepassingsmogelijkheden zijn tweeledig. Ten eerste is er de toepassing van het model als beschrijvings- en analyse-kader. Ten tweede wordt het model toegepast bij het ontwerpen van curricula en instructie. Voor ontwerpdoeleinden is het model echter minder frequent toegepast. Een radicale toepassing van het model zou misschien betekenen dat het

geïnstitutionaliseerde onderwijs geheel zou worden afgeschaft. Het model lijkt voor een belangrijk deel te zijn ingegeven door onvrede met het bestaande stelsel van onderwijs met zijn vakkensplitsing, verkokering, decontextualisering en de daaruit voortkomende vervreemding bij de leerlingen. De meeste auteurs gaan niet zo ver en proberen het model vruchtbaar te maken voor toepassing in het reguliere onderwijs. Het artikel van Collins, Brown & Newman (1989) is daar een duidelijk voorbeeld van. In Nederland is recentelijk door de Bruijn (1993) een poging gedaan deze ideeën te operationaliseren. Zij heeft een gecomputeriseerde leeromgeving ontworpen voor het leren van volwassenen in de basiseducatie. Het onderzoek toont aan dat het mogelijk is onderwijs te ontwerpen vanuit de theorie van Situated Cognition. Voorts heeft zij onderzocht hoe het model in de praktijk is uitgevoerd. Het onderzoek heeft echter nauwelijks gegevens opgeleverd over de leereffecten bij de leerlingen. Twee belangrijke conclusies zijn uit dit onderzoek te trekken. Ten eerste blijkt dat het zonder meer beschikbaar stellen van instructiemateriaal met het oog op ‘modelling’ niet voldoende is. Leerlingen gebruiken dit voorbeeld-materiaal onvoldoende en exploreren de modellen niet. Ten tweede blijkt dat cooperative learning een belangrijke middel kan zijn in de fase van articulatie omdat bij het samenwerken het hardop-denken op een natuurlijke wijze wordt gestimuleerd.

Over toepassing van dit model in een breder kader kan nog weinig worden gezegd. In het laboratorium van Greeno is de theorie van Situated Cognition in diverse onderzoekssituaties vormgegeven en onderzocht. Zo zijn er ‘leermiddelen’ (devices) ontwikkeld zoals ‘the winch’ en ‘the tanks’ (Terwel, 1991; Terwel & Rijlaarsdam, 1992). Hiermee wordt onder meer onderzocht welke intuïtieve noties leerlingen bezitten met betrekking tot het begrip ‘functie’. Leerlingen werken in het laboratorium in tweetallen en denken hardop bij het werken met de bijvoorbeeld de ‘winch’. Deze leermiddelen zijn ook in gesimuleerde vorm in computerprogramma’s uitgewerkt.

Meer in het algemeen kan worden gezegd dat het de theorie van Situated Cognition en het model Cognitive Apprenticeship containertheorieën zijn waarvan de elementen zoals ‘modelling’, ‘articulation’ en ‘cooperation’ ook in andere modellen voorkomen en in ander onderzoek empirisch zijn getoetst.

## 9.4 Evaluatie en implicaties voor theorie en research

Situated Cognition blijkt een inspirerende theorie te zijn die voor veel onderzoekers een nieuwe impuls betekent. De hernieuwde belangstelling voor leren in een praktische en sociale context kan van grote betekenis zijn voor het onderwijs. Voor onderwijskundig ontwerpers, didactici en leraren kan deze theorie nieuwe wegen wijzen (of de waarde van klassieke, authentieke methoden opnieuw leren zien vanuit een cognitief perspectief).

Het model Cognitive Apprenticeship is tot nu toe nauwelijks aan kritisch, empirisch onderzoek onderworpen. Het onderzoek van de Bruijn (1993) is één van de uitzonderingen. Dit onderzoek is zorgvuldig opgezet. Het is echter te kleinschalig en te specifiek om het model in bredere zin te beproeven. Het onderzoek van de Bruijn geeft enige aanwijzingen over de mogelijkheden van operationalisatie en implementatie van dit model. Twee hoofdvragen blijven

grotendeels onbeantwoord: is het toepasbaar in de praktijk van het onderwijs en wat zijn de leereffecten? Het centrale uitgangspunt van Lave is dat leren niet volgens gebruikelijke omschrijvingen kan worden gedefinieerd. De essentie van leren is: “a proces of becoming a member of a sustained community of practice” (Lave, 1991). Een leerling in deze betekenis werkt vanaf het begin in de complexiteit van de ambachtelijke of professionele omgeving. Leerlingen worden voortdurend omgeven door de karakteristieke activiteiten van het beroep of het dagelijkse leven binnen een bepaalde praktijkgemeenschap. Het is de vraag of een school in de westerse betekenis van het woord ooit zo’n ‘community of practice’ kan zijn (of men zou scholen moeten omvormen naar het idee van radicale onderwijshervormers waarin de school als werkplaats wordt gezien en de mensen daarbinnen worden aangeduid als langer en korter lerenden of als werkers en medewerkers). Dit aspect wordt door Collins, Brown & Newman (1989) niet meer genoemd, hoewel zij zich uitdrukkelijk op Lave beroepen. Voorts kan men zich afvragen of de brede oriëntatie aan sociologische, filosofische, antropologische en psychologische en linguïstische stromingen niet verwarrend en soms zelfs afstotend werkt (bijvoorbeeld als men refereert aan Heidegger). Voor leraren die dagelijks moeten werken in klassen met 25 of 30 leerlingen lijkt het paradigma van leerling, gezelschap en meester misschien wel een aantrekkelijke gedachte, maar tegelijk een haast onbereikbaar ideaal. Het is waarschijnlijk niet voor niets dat Cognitive Apprenticeship vooral toepassing heeft gevonden in leeromgevingen waarin de computer als coach optreedt. Wanneer een echte leraar als model, expert en coach zou optreden zou de theorie wellicht nog beter tot haar recht komen, maar dan zouden de klassen aanzienlijk kleiner moeten zijn dan thans het geval is.

## 9.5 Literatuur

- Bruijn, H.F.M. de (1993). *Situated Cognition in a computerized learning environment for adult basic education students*. Enschede: Universiteit Twente (Dissertatie).
- Collins, A., Brown, J.S., Newman S.E. (1989). Cognitive Apprenticeship: Teaching the Crafts of Reading, Writing, and Mathematics. In: L.B. Resnick (Ed.) *Knowing, Learning and Instruction* (pp. 453-494). Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- Glaserfeld, E. von (Ed.) (1991). *Radical Constructivism in Mathematics Education*. Dordrecht: Kluwer.
- Greeno, J.G. (1988). *A Perspective on Thinking*. Paper, Institute for Research on Learning, California.
- Lave, J. (1991). Situating Learning in Communities of Practice. In: L.B. Resnick, J.M. Levine, & S.D. Teasley (Eds.), *Perspectives on Socially Shared Cognition* (pp. 63-82). Washington DC: American Psychological Association.
- Terwel, J. (1991). *Modellen en leermiddelen voor de school van morgen* (with a summary in English). Stanford/Utrecht: Rijksuniversiteit Utrecht, vakgroep onderwijskunde/ISOR.



- Terwel, J. & Rijlaarsdam, G. (1992). Begeleiden van leerlingen bij hun leerproces In: N. Deen, H. Hermans, R. Fiddelaars & M. Krüger, M (Red.), *Handboek leerlingbegeleiding* Samson: Alphen a/d Rijn: Samson H.D. Tjeenk Willink
- Terwel, J. (1993). *Recente ontwikkelingen in het denken over curriculum, cognitie en leren*. Verslag van een bezoek aan de Annual Meeting of the American Educational Research Association (AERA) in Atlanta, april 1993). Amsterdam: Instituut voor de Lerarenopleiding, Universiteit van Amsterdam.

# Hoofdstuk 10

## COGNITIVELY GUIDED INSTRUCTION (CGI)

### 10.1 Korte karakteristiek

Cognitively Guided Instruction is ontwikkeld door Elizabeth Fennema, Thomas Carpenter en Penelope Peterson. Zij geven niet zozeer prescripties voor de vormgeving van het instructieproces. Ook wordt er geen specifiek curriculummateriaal aangeboden. Voorop staat dat docenten in staat worden gesteld kennis en inzicht te verwerven omtrent leerprocessen van leerlingen. Op grond van deze inzichten moeten de leraren volgens de auteurs zelf verantwoorde beslissingen kunnen nemen ten aanzien van de instructie en begeleiding van leerlingen.

Het volgende (vertaalde) citaat is afkomstig van een observator in een klas waarvan de docent werkt volgens de principes van CGI: “Tommy en Danny waren samen aan het werk. Ondanks dat het moeilijk was om te horen wat ze zeiden, kon je zien dat Tommy op zijn vingers aan het tellen was en dat Danny het proces bijhield op een stuk papier. Toen ze het antwoord vonden keken ze elkaar aan en knikten met hun hoofden: ze hadden het weer mooi opgelost. Ik was verbaasd om te zien hoe alle kinderen samenwerkten en hun antwoorden aan elkaar lieten horen en zien. Het leek er op dat ze een soort gezamenlijke taal hadden geleerd en dat ze echt met elkaar wilden communiceren. Als een kind zijn oplossing gevonden had, wilde hij dit delen met een ander. Op een gegeven moment zag ik Maria en Mark een antwoord uitwisselen. Maria had het goede antwoord gevonden, Mark niet. Ze gingen echter verder dan alleen hun antwoord geven. Ze discussieerden over de oplossingsstrategie totdat Mark zijn fout inzag. Toen de groep weer bij elkaar was vertelde Mark aan juffrouw J. dat hij het antwoord fout had. Hij vertelde haar wat hij verkeerd had gedaan en hoe hij en Maria ontdekten hadden wat hij fout had gedaan. Hij vond het niet vervelend om zijn fout toe te geven. Het leek alsof het een onderdeel was van wat in deze klas verwacht werd.” (Fennema, Franke, Carpenter & Carey, 1993).

De aanleiding tot de ontwikkeling van CGI was de discrepantie tussen wat er aan onderzoek wordt gedaan en aan concepten wordt bedacht op wiskundegebied door onderzoekers en tussen wat docenten weten over lesgeven in de klas bij wiskunde (Knapp & Peterson, 1991). Het model is ontwikkeld voor wiskunde in het basisonderwijs. Het richt zich op het deelgebied optellen en aftrekken.

De docenten krijgen kennis aangeboden over hoe leerlingen in het algemeen met wiskunde problemen omgaan. Op grond van deze kennis kan de docent het wiskunde-‘gedrag’ van zijn eigen leerlingen beter leren kennen zodat de instructie beter op de individuele leerling afgestemd kan worden. Hoe deze afstemming precies moet vinden is aan de docent om te beslissen.

Het model kan binnen het jaarklassensysteem ingevoerd worden. Hoe de instructie in de klas georganiseerd wordt bepaalt de docent zelf.

## 10.2 Modelbeschrijving en theoretische achtergrond

De ideeën die in de CGI cursus aan de docent worden overgedragen zijn gebaseerd op het constructivisme en kennis omtrent leerprocessen van leerlingen op dit specifieke gebied van de wiskunde.

In de CGI-cursus krijgen docenten gedetailleerde kennis over een deelgebied van de wiskunde aangeboden, optellen en aftrekken. Het gaat hier om verschillende probleemttypen, oplossingsstrategieën die leerlingen gebruiken en om al aanwezige wiskundekennis die leerlingen bezitten voordat ze echt wiskundeles krijgen. Daarnaast worden een aantal principes aangereikt over het leren van wiskunde, die gebaseerd zijn op het (neo)constructivisme en die een cognitief perspectief op leren en onderwijzen weergeven. De auteurs geven de principes van CGI als volgt weer (Knapp & Peterson, 1991, pp. 5-6; Carpenter, Fennema, Peterson, Chiang & Loef 1989, p. 525):

- (1) kinderen ontvangen wiskundige kennis niet, ze construeren het
- (2) wiskunde-instructie moet de constructie van kennis door leerlingen vergemakkelijken in plaats van de kennis van de docent representeren
- (3) wiskunde-instructie moet voortbouwen op de al aanwezige kennis en begrip van leerlingen en de ontwikkeling van wiskundige ideeën bij kinderen moet de basis vormen voor de sequentie van de wiskundige onderwerpen
- (4) 'number facts' moeten in de context van probleemoplossen geleerd worden en gerelateerd zijn aan begrip
- (5) de leraar moet tijdens zijn instructie begrip bij de leerling ontwikkelen door de nadruk te leggen op de relatie tussen vaardigheden en probleemoplossen, met probleemoplossen als de focus van instructie

CGI is gebaseerd op het idee dat het proces van onderwijzen en leren in echte praktijksituaties te complex is om van te voren helemaal vastgelegd te worden (Carpenter & Fennema, 1992). Lesgeven is vooral een kwestie van probleemoplossen. Docenten moeten constant over het leerproces nadenken en beslissingen nemen. De ontwerpers van CGI willen docenten de kennis aanreiken die het hen mogelijk maakt om goede beslissingen te nemen in plaats van precies voor te schrijven hoe docenten moeten handelen. Ze gaan er van uit dat kennis over de strategieën die de leerlingen gebruiken en de verschillende probleemttypen die er zijn het voor docenten beter mogelijk maakt om de wiskundevaardigheden en -kennis van hun eigen leerlingen te leren kennen. Als dit gebeurt kunnen de docenten hun instructie vervolgens weer op de individuele leerling afstemmen. Op deze manier zullen de wiskundeprestaties van de leerlingen verbeteren.

In de CGI-workshop kregen de docenten de kennis aangeboden. Vervolgens kregen ze gelegenheid om op grond van deze kennis hun instructie te plannen. De training voor docenten was op dezelfde principes gebaseerd als beoogde instructie door de docenten in de klas (practise what you preach). De ontwerpers gingen er van uit dat de docenten al over veel relevante kennis beschikten waarop verder gebouwd moest worden.

Er zijn geen prescripties voor de groepering van de leerlingen, de docent bepaalt dit zelf. De onderzoekers hadden gedacht dat CGI-docenten meer

verschillende groeperingsvormen zouden hanteren dan de controlegroep, zij gebruikten echter nog steeds hoofdzakelijk klassikale en individuele groeperingsvormen.

De docent bepaalt zelf de didactische werkvormen. De onderzoekers wilden graag dat er meer aandacht werd besteed aan de manier waarop leerlingen problemen oplossen. In de praktijk gebeurde dit ook. Door de docenten werd expliciet naar oplossingsmethoden gevraagd (HOE heb je dat gedaan?), er werd over gepraat en gediscussieerd. Belangrijk hierbij is dat het oplossen van problemen op verschillende manieren kan. De docenten die de CGI-workshop hadden gevolgd besteedden ook inderdaad meer aandacht aan de verschillende oplossingsstrategieën van hun leerlingen. Het aanmoedigen van het gebruik van verschillende oplossingsstrategieën en het expliciet vragen stellen aan de leerlingen over hun oplossingsmethoden maakt het mogelijk om de instructie aan te passen aan de al bestaande kennis van leerlingen en hun oplossingsmanieren.

Er is geen materiaal ontwikkeld voor CGI; de materiaalkeuze ligt bij de docent. Door de ontwerpers en cursusleiders werd de suggestie gedaan om meer woordproblemen te gebruiken en dit werd door de docenten ook vaak gedaan (Knapp & Peterson, 1991). Een aantal docenten paste het bestaande materiaal zelf aan of ontwikkelde zelf nieuw materiaal (Carpenter & Fennema, 1992).

Uit het idee dat de leerling zijn eigen kennis construeert en dat het instructieproces hier op aan moet sluiten volgt als vanzelf dat de instructie leerlinggericht in plaats van docentgericht is. Leerlingen worden meer verantwoordelijk voor hun eigen leren en de docent begeleidt dit proces. De ontwerpers van CGI schrijven echter nergens voor hoe de leraar moet handelen.

Ook voor toetsing zijn geen prescripties gegeven. In de praktijk bleek dat docenten die de workshop gevolgd hadden en die achter de CGI-ideeën stonden geen echte toetsmomenten en toetsen gebruikten, maar gedurende het hele leerproces onderzochten wat hun leerlingen konden en welke strategieën ze gebruikten. Er is dus sprake van een constante toetsing. Om goed de instructie op de leerlingen af te kunnen stemmen is het ook nodig om steeds goed op de hoogte te zijn van het kunnen van de leerlingen.

### 10.3 Toepassing model in verschillende contexten

Er zijn een aantal studies naar CGI gedaan. In een experimentele studie (Carpenter, Fennema, Peterson, Chiang & Loef, 1989) werden 20 docenten die de CGI-workshop hadden gevolgd vergeleken met 20 docenten uit de controlegroep.

De uitkomsten van dit onderzoek waren als volgt. Er was geen significant verschil in keuze van groeperingsvorm tussen docenten uit de CGI-groep en de controle-groep. CGI-docenten hadden meer aandacht voor probleemoplossen, terwijl controle-docenten meer gericht waren op cijferfeitjes (number facts). In de CGI-klassen werd meer aan probleemoplossen gedaan, in de controle klassen werd meer gedrild. De CGI-docenten hadden meer aandacht voor de proces-kant van rekenen terwijl de controle-docenten vooral op de uitkomsten, de produkten gericht waren. CGI-docenten verschilden significant van de

controle-docenten in de kennis over de strategieën die hun leerlingen gebruikten. Ze konden de prestaties van hun leerlingen echter niet beter voorspellen. De CGI-docenten waren meer cognitief georiënteerd dan de controlegroep, de twee groepen waren even sterk de mening toegedaan dat leerlingen hun eigen kennis moeten construeren. De CGI-docenten vonden meer dat wiskunde als een geïntegreerd geheel onderwezen moet worden en dat instructie de constructie van kennis door de leerlingen moet vergemakkelijken. Om de prestaties van de leerlingen te meten zijn een aantal testen gebruikt. De leerlingen uit de experimentele groep scoorden beter wat betreft herinnering van 'number facts' en complexe woordproblemen met optellen en aftrekken. Er werden geen verschillen gevonden ten aanzien van basiscijfervaardigheden en gevorderde problemen. Bij de eenvoudige woordproblemen (Simple Addition and Subtraction Word Problems) werd een interactie-effect gevonden. Van de klassen die laag op de pretest scoorden deden de CGI-klassen het na het experiment beter. Van de klassen die hoog scoorden deden de controle-klassen het later beter. CGI-leerlingen hadden meer vertrouwen in hun wiskundig kunnen dan controle-leerlingen. Ook hadden ze meer cognitief getinte ideeën. Er was geen verschil in de aandacht die beide groepen leerlingen voor de wiskundelessen hadden.

Later is er verder onderzoek gedaan naar dezelfde experimentele groep (Peterson, Carpenter & Fennema, 1989). De kennis van docenten over de probleemoplossingsvaardigheden was positief gecorreleerd met de prestaties van leerlingen wat probleemoplossen betreft en met de ideeën van leerlingen over leren en wiskundige kennis. De kennis van docenten over probleemoplossingsstrategieën in het algemeen hadden geen relatie met de prestaties van leerlingen, hun vertrouwen in hun kunnen en hun ideeën over wiskunde. Er was ook een (niet significante) relatie tussen de overtuigingen op wiskundegebied van de docenten en de prestaties van de leerlingen. De kennis van docenten over de probleemoplossingsvaardigheden van hun leerlingen was positief gecorreleerd met het volgende gedrag van docenten: vragen naar oplossingsproces en luisteren naar het antwoord van de leerling. De kennis was negatief gecorreleerd met het volgende gedrag: uitleggen van het oplossingsproces en controleren van het werk van leerlingen. De onderzoekers denken op grond van deze resultaten dat docenten die beter de oplossingen van hun leerlingen kunnen voorspellen dat kunnen omdat ze de leerlingen expliciet vragen hun oplossingsstrategieën te verbaliseren. Om deze ideeën nader te onderzoeken is er een case-studie verricht waarin een expert-docent werd vergeleken met een docent die weinig expert was. Deze twee docenten werden geselecteerd op grond van de resultaten van hun leerlingen. De leerlingen van de expert-docent scoorden het hoogst bij het oplossen van wiskunde-problemen, die van de niet expert-docent scoorden het slechtst. De expert-docent kon de kennis van haar leerlingen beter inschatten, toetste de kennis van haar leerlingen regelmatig gedurende het instructieproces en paste het instructieproces hier op aan. Ze probeerde de procedurele kennis van leerlingen te ontwikkelen in de context van probleemoplossen en conceptueel begrip. De docent die niet expert was kon de kennis van haar leerlingen minder goed aangeven. Zij toetste de kennis van haar leerlingen weinig en deed minder pogingen om het instructieproces op de al aanwezige kennis van de leerlingen

aan te passen. Zij leerde haar leerlingen procedures aan en probeerde nauwelijks om conceptueel begrip te ontwikkelen.

Verder is er een case-studie (Fennema, Franke, Carpenter & Carey, 1993) gedaan naar een docent die cognitief georiënteerd was in haar ideeën en die intensief gebruik maakte van wat ze in de workshop had geleerd. Dit onderzoek werd verricht omdat de onderzoekers wilden weten wat zo'n docent nu daadwerkelijk in de klas doet.

Drie jaar na de workshop werden de leraren uit de experimentele groep gedurende een uur telefonisch geïnterviewd om te onderzoeken in hoeverre ze nog CGI toepasten en hoe hun ideeën over leren en instructie zich ontwikkeld hadden (Knapp & Peterson, 1991). Bij alle docenten blijft iets van de CGI-principes hangen, maar ongeveer de helft gebruikt het als basis voor hun instructie. Een derde van de docenten begon enthousiast, maar na drie jaar was er niet zo veel meer van over. Een kwart van de docenten gebruikte de CGI-principes vanaf het begin weinig. Als belangrijkste belemmeringen voor het gebruik van CGI werd de tijd die het kostte genoemd. Ook het feit dat CGI geen kant en klaar programma is beschouwde men als belemmerend; de docenten moesten er zelf nog veel aan doen.

#### 10.4 Evaluatie en implicaties voor theorie en research

Het onderzoek maakt een solide indruk. Een sterk punt is de expliciete poging de kloof tussen theorie en praktijk te dichten. Men maakt gebruik van kennis uit de 'cognitive sciences' (constructivisme) en van domeinspecifieke kennis omtrent leren en onderwijzen bij wiskunde. Het is een voorbeeld van een geslaagde integratie van leerpsychologie en vakdidactiek. Er is veel aandacht besteed aan het proces van onderwijzen en leren. Voor zover er uitspraken worden gedaan op het niveau van de leraar zijn deze gebaseerd op een kleine N (experimentele groep: 20, controlegroep: 20). De studies lijken voornamelijk gericht op het didactisch handelen van docenten. Op het niveau van de leerlingen is voornamelijk naar klassegemiddeldes gekeken en niet naar de effecten van variabelen op klassenniveau op het leerproces op het individuele niveau (Peterson, Carpenter & Fennema, 1989, p. 562; Carpenter, Fennema, Peterson, Chiang & Loef, 1989, p. 516). Het onderzoek geeft weinig informatie omtrent differentiële effecten. Helpt het voor elke leerling even goed of profiteren sommige leerlingen er meer van dan andere? De verschillen in prestaties tussen de leerlingen vallen over het geheel genomen ten gunste uit van de experimentele groep, maar groot zijn deze verschillen niet en er waren ook onderdelen waarop geen verschil kon worden aangetoond (Carpenter, Fennema, Peterson, Chiang & Loef, 1989, blz. 526).

De vraag naar de overdraagbaarheid van CGI blijft vooralsnog onbeantwoord. Is CGI 'generaliseerbaar' naar andere vakgebieden of domeinen?. Ditzelfde geldt voor de leeftijdsgroep. Het gaat hier om 6 en 7 jarige kinderen. Zijn leerlingen van andere leeftijden ook nog zo open om hun oplossingsstrategieën te vertellen? Bovendien vergt het uitleggen van je eigen oplossingsstrategie ook de nodige verbale vaardigheden. Dit kan voor sommige leerlingen, bijvoorbeeld allochtone, een probleem zijn.

Bij alle docenten blijft iets van de CGI-principes hangen, maar ongeveer de helft gebruikt het als basis voor hun instructie. Een derde van de docenten begon enthousiast, maar na drie jaar is er niet zo veel meer van over. Een kwart van de docenten gebruikte de CGI-principes vanaf het begin weinig. Een eenmalige CGI-workshop heeft dus maar bij iets minder dan de helft een sterk en blijvend effect (Knapp & Peterson, 1991).

## 10.5 Literatuur

- Carpenter, T.P. & Fennema, E. (1992). Cognitively Guided Instruction: Building on the knowledge of students and teachers. *International Journal of Educational Research*, 17, pp. 457-470. Special Issue: Researching educational reform: The case of school mathematics in the United States. Secada, W. (Ed.)
- Carpenter, T.P., Fennema, E., Peterson, P.L., Chiang, C. & Loef, M. (1989). Using Knowledge of Children's Mathematics Thinking in Classroom Teaching: An Experimental Study. *American Educational Research Journal*, winter, vol 26, no. 4, pp. 499-531.
- Fennema, E., Franke, M.L., Carpenter, T.P. & Carey, D.A. (1993). Using Children's Mathematical Knowledge in Instruction. *American Educational Research Journal*, 30, 3, pp. 555-583.
- Knapp, N.F. & Peterson, P.L. (1991). *What does cgi mean to you? Teachers' ideas of a research-based intervention four years later*. Paper presented at the annual meeting of the American Educational Research Association, Chicago, April 1991.
- Peterson, P.L., Carpenter, T. & Fennema, E. (1989). Teachers' Knowledge of Students' Knowledge in Mathematics Problem Solving: Correlational and Case Analysis. *Journal of Educational Psychology*, 81, 4, pp. 558-569.
- Peterson, P.L., Fennema, E., Carpenter, T.P. & Loef, M. (1989). Teachers' Pedagogical Content Beliefs in Mathematics. *Cognition and Instruction*, 6, pp. 1-40.

# Hoofdstuk 11

## VERGELIJKING en CONCLUSIE

### 11.1 Vergelijkingsdimensies

De modellen zijn op verschillende dimensies te vergelijken. Er is gekozen voor een vergelijking op een beperkt aantal dimensies die vanuit onze definitie van didactische modellen en vanuit onze vraagstelling relevant zijn. Voor meer gedetailleerde gegevens verwijzen we naar de beschrijvingen van de modellen en naar de oorspronkelijke bronnen die bij elk model worden genoemd. De vergelijking vindt plaats aan de hand van de volgende dimensies:

1. Uitgangspunten
2. De leraar
3. De leerlingen
4. De taaksituatie
5. De adaptatie

De keuze voor deze dimensies komt voort uit het inzicht dat een didactisch modellen is op te vatten als een geheel van ontwerpregels om te komen tot afstemming tussen de leraar, de leerlingen en de taak. Een dergelijk model is gebaseerd op bepaalde uitgangspunten en is gericht op het bereiken van bepaalde doelstellingen bij de leerlingen. We geven nu een beschrijving van de negen modellen per dimensie.

### 11.2 Uitgangspunten

Complex Instruction (CI) is een poging tot oplossing van het vraagstuk van onderwijs in klassen met leerlingen uit verschillende culturen of etnische groepen. Speciale aandacht wordt besteed aan verschillen in taal en status van leerlingen in multiculturele klassen. Het gaat er om de klas en groep zo te onderwijzen dat elke leerling zich de kennis en vaardigheden eigen kan maken. Er is onder meer gebruik gemaakt van sociologische theorieën. Belangrijke begrippen zijn: het 'equal access' principe, 'resource sharing', multi-ability taks en 'status treatment'. Speciale aandacht wordt besteed aan de participatie van alle leerlingen.

De Klassikale Algoritmische Methode (KAM) is ontwikkeld als antwoord op het hardnekkige probleem van de werkwoordspelling. Omdat vereenvoudiging van spelling op grote weerstanden stuit en (dus) niet mogelijk is, wordt getracht de spellingsdidactiek te verbeteren. Deze methode is gebaseerd op de Sovjet-psychologie (cultuurhistorische theorie, handelingstheorie). Het betreft een gestructureerde aanpak waarbij op basis van begrippen en schrijfregele, een algoritme wordt opgebouwd waarmee wordt geoefend op hardnekkige werkwoordsproblemen.

Team Assisted Individualisation (TAI) is speciaal ontwikkeld voor heterogene klassen. Het is een poging de voordelen van individuele studiesystemen (Geprogrammeerde Instructie) te combineren met de voordelen van



‘cooperative learning’ en daarbij eenzijdigheden te vermijden. TAI is onder meer gebaseerd op sociaal-psychologische theorievorming. Centraal staat daarbij de motivatie van leerlingen door middel van beloningen. De individuele leerling en de groep worden beloond voor hun prestaties. Daarbij wordt gebruik gemaakt van competitie tussen groepen en samenwerking binnen groepen. Centrale begrippen zijn: ‘individual accountability’ en ‘group reward’. Elementen uit behaviouristische theorieën zijn hierin herkenbaar. In vergelijking met CI wordt bij TAI gebruik gemaakt van extrinsieke motivatie, terwijl CI is gebaseerd op intrinsieke motivatie op basis van aantrekkelijke leertaken.

Theorie Uit Experimenten (TUE) is ontstaan uit behoefte aan onderwijsvernieuwing binnen scheikunde. De oude manier was te veel gericht op feitenkennis en te weinig op inzicht. Het model vertrekt vanuit een vakdidactisch uitgangspunt. TUE is een empirische methode voor het scheikunde-onderwijs. Vanuit de waarneming van de leerlingen worden begrippen opgebouwd. Deze methode staat tegenover een aanpak waarbij wordt uitgegaan van een axiomatische opbouw. TUE beoogt een brug te slaan tussen leefwereld en officiële chemie. De doelstellingen van TUE zijn gericht op begripsontwikkeling waarbij het eigen denken van leerlingen het vertrekpunt vormt. Theoretisch gezien is er verwantschap met radicaal constructivistische stromingen.

Differentiatie Binnen Klasseverband (DBK) is ontwikkeld met het oog op de invoering van de (verlengde) brugperiode. Centraal staat het vraagstuk van het omgaan met heterogeniteit van klassen in de verlengde brugperiode. Het natuurkunde-onderwijs moest ook voor zwakke leerlingen motiverend zijn. Het grondmodel (Basisstof-Herhalingsstof-Extrastof-model) is gebaseerd op een aanpassing van de strategie voor mastery learning en is gaat terug op behaviouristische theorieën.

Project Leerpakketontwikkeling Natuurkunde (PLON) is ontstaan vanuit de ervaring dat natuurkunde voor veel leerlingen moeilijk en vervelend is. Men beoogde het natuurkunde-onderwijs meer betekenisvol te maken en leerlingen een actievere rol in het leerproces te laten spelen. De theoretische basis gaat terug op ideeën uit buitenlandse natuurkunde projecten, maar ook op de ‘realistische’ stroming in de wiskunde. Belangrijke begrippen zijn onder meer contexten, betekenisvol onderwijs, leefwereld, participatiegericht onderwijs. Evenals bij TUE gaat het om de onderwijs tussen leefwereld en vakstructuur. Bij PLON zijn de keuzen minder radicaal en wordt een meer veelzijdig geheel van werkvormen gehanteerd.

Adaptief Groepsonderwijs (AGO) is ontwikkeld met het oog op wiskunde-onderwijs in heterogene klassen. Centraal staat adaptatie van het onderwijs aan individuele verschillen tussen leerlingen. Het model is onder meer gebaseerd op cognitieve theorieën omtrent het leren in groepen en op de wiskunde-didactische theorie van Freudenthal. In vergelijking met TUE wordt in het AGO-model naast groepswork ook gebruik gemaakt van klassikale instructie en individueel werken.

Situated Cognition/Cognitive Apprenticeship (CA) is mede ontstaan uit onvrede met bepaalde ontwikkelingen in de ‘cognitive sciences’ met name de

opvatting in de informatieverwerkingstheorie dat de interactie van mensen met hun omgeving tot stand zou komen door middel van een interne representatie van die omgeving. Situated Cognition gaat daarentegen uit van een directe relatie van mensen met hun omgeving. De gedachte van de mens als een informatieverwerkend systeem wordt afgewezen. Tegenover dit reductionisme wordt de directe waarneming van de omgeving als een totaliteit gesteld. Cognitive Apprenticeship sluit aan bij antropologisch onderzoek waarin leren wordt opgevat als een proces waarin een leerling lid wordt van een groep ('becoming a member of a community of practice'). De metafoer van het leerlingenschap wordt gebruikt om de complexiteit van leren en onderwijzen te illustreren.

Cognitively Guided Instruction (CGI) is ontstaan uit de discrepantie tussen wat er aan onderzoek wordt gedaan en aan theorie is ontwikkeld enerzijds en wat docenten in de klas doen anderzijds. Centraal staat het vraagstuk van de afstemming van de instructie op de mogelijkheden van de leerling. De theoretische basis van CGI wordt gevormd door de cognitive sciences en met name het constructivisme.

### 11.3 De leraar

Hoewel in alle modellen de leraar uiteraard een belangrijke rol vervult bij het stimuleren van de cognitieve ontwikkeling van de leerlingen, zijn er vijf modellen te noemen waarin de leraar een bijzondere, expliciete rol vervult.

Bij de 'klassikale, algoritmische methode' van Zuidema, draagt de leraar als expert in het vakgebied begrippen, regels en algoritmen over. Daarbij wordt, op basis van inzichten uit de Sovjet-psychologie, een gestructureerde aanpak gehanteerd.

In het model 'Complex Instruction' van Cohen, wordt eveneens uitdrukkelijk gebruik gemaakt van de leraar als expert en autoriteit (wel moet hierbij in het oog worden gehouden dat delegatie van autoriteit ook een belangrijk kenmerk is). Hier is de leraar niet alleen vakexpert, maar ook en vooral expert en autoriteit op het gebied van groepsprocessen. De leraar observeert in de klas en in de groepen en let daarbij in het bijzonder op de status en de participatie van leerlingen. Cohen heeft een speciale 'Status Treatment' ontwikkeld die leraren kunnen toepassen in situaties van ongelijkheid in status en participatie. De achterliggende gedachte is: wie niet participeert, die niet leert. De leraar, met per definitie de hoogste status in de klas, grijpt bewust en actief in op de statusverhoudingen in de klas. Deze treatment is gebaseerd op sociologische en sociaalpsychologische theorieën omtrent status en macht, en is door Cohen uitgewerkt voor klassen met leerlingen uit verschillende etnische groepen.

Bij het TAI-model en het AGO-model vervult de docent een belangrijke rol in de fase van de 'alternatieve leerwegen' voor sterke en zwakke leerlingen. De docent geeft in deze fase speciale instructie aan een kleine groep leerlingen die de basisdoelstellingen nog niet hebben bereikt.

In het model 'Situated Cognition' zoals bij Greeno, Lave, en met name bij het model 'Cognitive Apprenticeship' van Collins et al., is de rol van de volwassene, de vakman, de leraar, de computer als coach, ook belangrijk. De

taak van de leraar is cruciaal bij het demonstreren van een complexe taak in een natuurlijke omgeving (modellering). Het expliciteren van het denkproces door de leraar bij het uitvoeren van een complexe taak is essentieel voor het verhelderen van de cognitieve en metacognitieve strategieën die bij een bepaalde taak aan de orde kunnen komen. Ook in het verdere verloop van het leerproces is de leraar van grote betekenis (coaching, scaffolding).

De docent in het model Cognitively Guided Instruction vormt de spil waar alles om draait. De docent moet beschikken over visie, inzicht in de cognitieve processen bij zijn leerlingen en hij moet zijn handelen op de leerling afstemmen. Klasse-organisatie en lesmateriaal zijn secundair. Dat is ook de reden dat in het project zeer veel aandacht is besteed aan de training en begeleiding van de docenten. Men lijkt minder te investeren in materiaal, organisatie en procedures en meer in de verandering van mensen.

## 11.4 De leerlingen

In verschillende modellen speelt de groep een belangrijke rol bij de cognitieve ontwikkeling van de leerlingen. Dat geldt in het bijzonder voor ‘Team Assisted Individualisation’ (TAI) van Slavin, het model Complex Instruction (CI) van Cohen, ‘Theorie uit Experimenten’ (TUE), het PLON-model en het AGO-model. Overigens vervult de groep in deze modellen verschillende functies. Deze worden hieronder kort aangegeven.

Bij TAI heeft de groep primair een motiverende en een begeleidende functie. De groep fungeert als team in een wedstrijd. Individuen worden in de groep onder een zekere druk gezet om te presteren. Hulp aan zwakke leerlingen is belonend voor de groep. TAI is in feite een systeem voor continue progressie (individueel systeem) waarbij de groep als accelerator optreedt.

Bij CI vervult de groep een centrale rol in het delegeren van autoriteit, het leren functioneren in verschillende rollen en het leren kennen van normen en regels voor de samenwerking. Dit alles dient om een gelijkwaardige participatie van leerlingen te bewerkstelligen en daarmee de cognitieve ontwikkeling van alle leerlingen te stimuleren. Leerlingen werken samen in een proces van ‘resource sharing’. Het geven en ontvangen van hulp wordt doelbewust ingezet voor de cognitieve ontwikkeling van leerlingen.

In het model TUE heeft de groep zo’n dominante plaats in het gehele didactisch ontwerp dat het er op lijkt dat de groep haast alle onderwijsfuncties moet overnemen, al gaat er uiteraard van het lesmateriaal een structurerende functie uit.

In het PLON-model heeft de groep twee functies (i) het verhogen van de participatie van de leerlingen en (ii) het inspelen op verschillen tussen leerlingen door keuze uit verschillende onderwerpen bij het uitvoeren van groepsopdrachten (bijvoorbeeld voor meer praktisch of meer theoretisch ingestelde leerlingen).

In het AGO-model wordt de groep gezien als een didactisch potentieel. Verschillen tussen leerlingen zijn niet alleen een hindernis en een opgave maar ook een mogelijkheid waar de docent gebruik van kan maken bij zijn onderwijs. Leerlingen kunnen elkaar helpen. In de klas en in de groep kunnen

verschillende oplossingswijzen tot onderwerp van discussie en reflectie worden gemaakt.

De sociale ontwikkeling krijgt in drie modellen bijzondere aandacht. Binnen CI wordt de groep uitdrukkelijk ingezet om te leren functioneren in een multiculturele samenleving. Dat geldt ook, zij het op een andere wijze, bij TAI. Bij het model 'Situating Cognition' in het bijzonder bij de antropologische variant van Lave (situated learning) krijgt de sociale ontwikkeling en de ontwikkeling van de identiteit van de leerling een sterk accent. Leren is in dit model deel gaan uitmaken van een duurzame werkgemeenschap. De leerling maakt zich de cultuur van de groep eigen.

## 11.5 De taaksituatie

Geen der genoemde modellen is te beschouwen als een 'lege doos' of formeel raster dat op alle schooltypen, vakinhouden en taken van toepassing is. De beschreven modellen zijn arrangementen die binnen bepaalde situaties en vakgebieden zijn ontwikkeld. Toepassing op andere situaties is in principe wel mogelijk maar dan is een vertaalslag nodig die met aanzienlijke inspanningen gepaard gaat. Een voorbeeld hiervan is het model Complex Instruction. Het model is oorspronkelijk tot ontwikkeling gebracht binnen natuuronderwijs op de basisschool in Californië. Later is dit model ook gebruikt in het voortgezet onderwijs voor andere vakken zoals Maatschappijleer en Geschiedenis. Momenteel wordt het model 'vertaald' en bewerkt voor de Nederlandse situatie voor de vakken Wiskunde en Nederlands. Dit is een proces van jaren waarbij de uitgangspunten opnieuw moeten worden doordacht met het oog op de nieuwe context. Bijvoorbeeld de uitwerking van 'multi-ability tasks' in een lessenreeks Nederlands vraagt een investering van ontwikkelaars, begeleiders en onderzoekers die niet moet worden onderschat. Ook de 'vertaling' van 'status treatment' voor de Nederlandse situatie blijkt geen eenvoudige opgave, bijvoorbeeld omdat in onze cultuur het geven van complimenten andere reacties kan oproepen dan in de Verenigde Staten.

Sommige modellen zoals het model Theorie Uit Experimenten (TUE) zijn zelfs zo zeer gebonden aan het unieke vakgebied, i.c. scheikunde, dat overdracht naar andere situaties en vakgebieden op het eerste gezicht niet mogelijk lijkt. Bij nadere analyse blijkt echter dat de basisideeën herleidbaar zijn tot theoretische stromingen (bijvoorbeeld constructivisme) met een lange historie. Ook in andere disciplines en schoolvakken zijn elementen hiervan aanwezig (vgl. de discussie over zelfontdekkend leren of over sturend versus banend onderwijs).

## 11.6 Adaptatie als afstemming op voorkennis

Een didactisch model zou men kunnen zien als een bewuste poging tot adaptatie of afstemming. Daarbij kan men gebruik maken van twee hoofdbenaderingen: structurele en situationele strategieën. Bij een structurele benadering is te denken aan vooraf geplande, meer of minder permanente maatregelen die voorafgaande aan de instructie worden genomen (bijvoorbeeld het indelen van leerlingen in permanente stromen in de school of de vorming

van vaste niveaugroepen in de klas op basis van een toets). Een situationele benadering daarentegen betreft een vorm van afstemming tijdens of na afloop van de instructie (bijvoorbeeld het geven van speciale instructie of begeleiding in de klas aan individuele leerlingen bij gebleken achterstand of onbegrip).

Een structurele aanpak heeft een meer permanent karakter en is gebaseerd op de gedachte dat begaafdheden en prestatie van leerlingen in de tijd gezien relatief stabiel zijn. Een situationele benadering heeft een meer tijdelijk karakter en gaat uit van de idee dat begaafdheden en prestaties veranderbaar zijn.

In alle negen modellen wordt situationele adaptatie in een of andere vorm toegepast. Overigens is het belangrijk op te merken dat binnen elk model nog weer verschillende opties bestaan. Bovendien komen in de praktijk vaak combinaties voor van structurele en situationele afstemming. Bijvoorbeeld het PLON-model wordt het meest toegepast in HAVO-VWO klassen. Hoewel het PLON-model op zichzelf beschouwd als een voorbeeld van een situationele benadering kan worden gezien, is de diversiteit in de leerlingenpopulatie a priori al sterk ingeperkt door structurele maatregelen. Dit model zal men dan ook in de praktijk van het VBO niet of nauwelijks tegenkomen. In de praktijk is het PLON-curriculum toegepast in een onderwijssituatie waarbij gebruik is gemaakt van zowel situationele als structurele adaptatie.

Situationele modellen verschillen naar de mate van detaillering van de aanwijzingen voor het omgaan met verschillen tussen leerlingen. In sommige modellen worden globale aanwijzingen gegeven. Er worden processen in gang gezet waarvan men aanneemt dat daarbinnen adaptatie aan individuele verschillen plaatsvindt. Men ziet dat bij TUE, PLON, Situated Cognition en CGI. Men creëert wel mogelijkheden maar het zijn de actoren zelf die de adaptatie tot stand moeten brengen.

In vier van de modellen, TAI, DBK, CI en AGO, worden meer gedetailleerde aanwijzingen gegeven met het oog op individuele verschillen.

Beide oplossingen (globale versus gedetailleerde aanwijzingen) hebben voor en nadelen. De globale oplossing legt het afstemmingsvraagstuk bij de betrokkenen zelf: bijvoorbeeld de leerling kiest en werkt samen in de groep, de leraar begeleidt. Kunstmatige constructies en veel administratieve rompslomp worden zo vermeden. Het risico bestaat echter dat er niet wordt ingespeeld op verschillen, dat de voortgang van een leerling niet wordt bewaakt, of dat de differentiatie last op een hoger niveau in de schoolorganisatie (meso-niveau) wordt afgewenteld, door het vormen van homogene streams waarbij de leerlingen in de laagste stroom het gelag betalen.

De gedetailleerde oplossing vergt ingrepen in het lesverloop en in de organisatie van de klas. Bij het DBK model is een soort compromis gevonden tussen klassikale en individuele voortgang. De organisatorische en administratieve maatregelen vragen veel van de leraar. Bij TAI is er een complexe organisatie en administratie nodig. Het lijkt er op dat expliciete differentiatie maatregelen in de klas vooral worden toegepast bij traditionele vakinhouden (regels, begrippen, algoritmen). Bij TAI zijn het de leerlingen zelf die een deel van de administratieve handelingen verrichten (toetsing,

verwerking van gegevens). Dit kan alleen bij antwoorden van het type goed/fout en niet bij meer complexe leefwereldgerichte thema's. Bij Complex Instruction worden gedetailleerde aanwijzingen gegeven omtrent de klasseorganisatie en de wijze waarop de leraar op verschillen in status moet ingaan. Bij het AGO-model moet de leraar klassikale instructies geven, groepswerk organiseren, observaties verrichten, een diagnostische toets afnemen en deze zelf nakijken, leerlingen individueel en groepsgewijs begeleiden. Daarbij is in bepaalde fasen een tijdelijke hergroepering van leerlingen nodig. Bij het geven van speciale instructie en begeleiding aan zwakke leerlingen (bijvoorbeeld in de remediale groep) moet de leraar hoofdzakelijk afgaan op eigen kennis, inzicht en intuïtie. Evenals bij CGI wordt bij AGO een zware wissel getrokken op de deskundigheid van de leraar. Dit lijkt onvermijdelijk en is inherent aan een cognitief perspectief op leren en onderwijzen.

Wie complexe begrippen en cognitieve vaardigheden bij leerlingen tot ontwikkeling wil brengen, kan het proces niet volledig op papier voorstructureren. De leraar moet ad hoc de juiste beslissingen kunnen nemen om telkens opnieuw de juiste afstemming op de leerling tot stand te brengen.

## 11.7 Conclusie en aanbeveling

De hoofdconclusie is als volgt te omschrijven. Uit onze verkenning blijkt dat er didactische modellen beschikbaar zijn die aan de gestelde criteria voldoen en die toegepast kunnen worden voor groepsonderwijs (de jaarklas). De beschreven modellen zijn in de meeste gevallen uitvoerbaar en effectief gebleken in het funderend onderwijs (basis- en voortgezet onderwijs). In de projecten waarin met een controlegroep is gewerkt, zijn de leereffecten meestal beter dan die in de controlegroep. Opgemerkt moet worden dat bij het vergelijkende onderzoek met betrekking tot TUE en PLON geen effect kon worden vastgesteld in vergelijking met een controlegroep. Wel werd er bij TUE een positief verschil gevonden gelet op de aard van de verworven kennis. Er is dus vooruitgang geboekt, maar dat betekent niet dat met deze modellen het afstemmingsvraagstuk geheel zou zijn opgelost. Zo komt in het AGO-onderzoek, het DBK-onderzoek en in het TUE-onderzoek naar voren dat er differentiële leereffecten optreden. In onderzoek met betrekking tot het PLON-project werden voorbeelden gevonden waarin leraar en leerlingen elkaar niet konden begrijpen (Van der Valk, 1992). Het betreft problemen die ook elders in de literatuur worden aangetroffen en in vervolgonderzoek aandacht verdienen met het oog op het verbeteren van de afstemming.

Daartoe is een bepaalde visie op afstemming van belang. (Terwel, 1994). Afstemming is te zien als de mate waarin het onderwijs aansluit op de voorkennis van de leerling. Voorkennis is het geheel van aanwezige kennis voor het uitvoeren van een bepaalde taak. Deze voorkennis is gestructureerd in schema's of mentale modellen en betreft begrippen, cognitieve en sociale vaardigheden.

We weten nog te weinig over de wijze waarop de cognitieve en sociale ontwikkeling van leerlingen verloopt en welke rol de voorkennis hierin speelt. Dat geldt in het bijzonder voor de ontwikkeling van mentale modellen binnen

de verschillende vakgebieden. Zijn er systematische verschillen tussen leerlingen in de wijze waarop zij mentale voorstellingen opbouwen en wat zijn de didactische implicaties hiervan? Hoe kan de leraar de ontwikkeling van mentale modellen bij leerlingen stimuleren? Welke specifieke didactische aanpakken kunnen hiervoor worden ingezet?

Verbetering van de afstemming van het onderwijs op de leerling vereist nader onderzoek naar de betekenis van verschillen in voorkennis voor het onderwijs. Daarbij moet in het bijzonder worden ingegaan op 'mentale modellen' van leerlingen (schema's, voorstellingen, knowledge objects').

Juist de laatste jaren is meer inzicht ontstaan in de rol van mentale modellen bij het leren. Verschillen tussen leerlingen zijn voor een belangrijk deel te omschrijven als verschillen in mentale modellen. Deze visie heeft nog nauwelijks systematische uitwerking gekregen in didactische modellen voor de heterogene jaarklas, al zijn er duidelijke aanzetten in bijvoorbeeld het onderzoek met betrekking tot het PLON-model, het AGO-model en het CGI-model. Ter afsluiting werken we dit gezichtspunt nader uit in het volgende hoofdstuk.

## Hoofdstuk 12

# THEORETISCHE REFLECTIE EN AANBEVELINGEN VOOR ONDERZOEK

### 12.1 Verder onderzoek: een differentieel perspectief

Deze studie heeft, naast een beschrijving en vergelijking van didactische modellen, ten doel vragen te genereren voor vervolgonderzoek. Vanuit een differentieel perspectief, dat wil zeggen een perspectief dat is gericht op verschillen tussen leerlingen, komen tenminste twee fundamentele vragen voor nader onderzoek in aanmerking. Uit observaties en effectstudies blijkt dat leerlingen op verschillende wijze aan het proces in de klas deelnemen en dat zij op verschillende wijze van het onderwijs profiteren. Voorts blijkt dat leerlingen elkaar niet altijd verstaan en dat ook tussen leraar en leerlingen misverstanden optreden (De Miranda, 1966; Van der Valk, 1992; Terwel, 1994). Hoe komt het dat: (i) leerlingen op verschillende wijze aan het onderwijs deelnemen en (ii) leerlingen elkaar en leraar soms misverstaan? Deze vragen zijn relevant wanneer men streeft naar optimale afstemming van het onderwijs op de leerling.

In het algemeen blijkt dat de kennis en vaardigheid die een leerling reeds bezit op een bepaald vakgebied, de krachtigste voorspeller is van de leerresultaten aan het eind. Deze voorkennis blijkt ook een voorspeller van de wijze waarop leerlingen participeren. Zwakke leerlingen participeren minder goed in de klas en in de kleine groep dan sterke leerlingen. Als men het onderwijs beter wil afstemmen op de leerling dan dient men zich te realiseren dat afstemming een tweezijdig proces is (mutual adaptation). De eerste mogelijkheid is de instructie beter aan te laten sluiten op de kennis en vaardigheden die de leerling reeds heeft. De tweede mogelijkheid is de leerling beter voor te bereiden op het onderwijs, dat wil zeggen dat de leerling een ontwikkeling moet doormaken om met succes aan het onderwijs te kunnen deelnemen. Het is uit het oogpunt van analyse goed deze twee mogelijkheden te onderscheiden. In de onderwijspraktijk moeten deze twee optieken verweven worden, als bij een esculaap. Als men de afstemming wil verbeteren moet men meer inzicht hebben in de voorkennis van de leerling en de wijze waarop leerlingen tot begrip en inzicht komen en hoe zij bepaalde sociale en cognitieve vaardigheden kunnen verwerven.

Op vier thema's gaan daarom we nader in (i) de ontwikkeling van begrip (ii) de ontwikkeling van cognitieve vaardigheden (iii) de ontwikkeling van sociale vaardigheden (iv) mentale modellen en didactisch onderzoek. 'Mentale modellen' zijn in dit kader op te vatten als een samenhangend geheel van begrippen en vaardigheden, ingebed in een geheel van vooronderstellingen.



## 12.2 Ontwikkeling van begrip

Uit vele studies op het gebied van het onderwijs in de natuurkunde blijkt dat leerlingen denkbeelden huldigen omtrent bepaalde verschijnselen en dat deze niet gemakkelijk te beïnvloeden zijn door middel van instructie. Vaak betreft het denkbeelden die niet consistent zijn met datgene wat in het onderwijs wordt aangeboden. Leerlingen proberen nieuwe begrippen in bestaande cognitieve structuren in te passen en dat leidt soms tot fricties en blokkering van het leerproces (Eylon & Linn, 1988; Chi, Slotta & de Leeuw, 1994; Taconis, 1995). Leerlingen hebben bijvoorbeeld een denkbeeld omtrent een verschijnsel opgebouwd waarbij het verschijnsel als ‘ding’ of ‘stof’ wordt opgevat, terwijl de instructie uitgaat van een procesopvatting. De moeilijkheid voor de leerling is om een hem bekend verschijnsel in een andere ontologische categorie te plaatsen. De betekenis van het concept verandert door van categorie te wisselen. Een sprekend voorbeeld is om een walvis niet langer als vis te zien, maar als zoogdier. Veel voorkomende begrippen als warmte, kracht, elektrische stroom, energie worden door leerlingen als ‘stoffelijk’ opgevat terwijl de leraar uitgaat van een abstracte proces-opvatting. Het leerproces dreigt dan vast te lopen door onverenigbaarheid van reeds aanwezige kennis en nieuwe kennis zoals aangeboden in de instructie. Vosniadou (1994) wijst er op dat het niet gaat om het begrip als een op zichzelf staand iets, maar dat deze begrippen zijn ingebed in een geheel van vooronderstellingen. Van der Valk (1992) komt na een diepgaande studie van begripsontwikkeling, in relatie tot het PLON-project, tot de volgende aanbeveling. De didactische opbouw van een begrip als energie dient veelzijdig te zijn in het gebruik van contexten en conceptualisaties van energie. De leraar moet rekening houden met het leefwereldgezichtspunt van zijn leerlingen en niet onmiddellijk het abstracte gezichtspunt van het vak behandelen. Eerst moet, volgens Van der Valk, een ‘tussengezichtspunt’ geboden worden dat begrijpelijk is vanuit het leefwereldgezichtspunt en dat vanuit het vakgezichtspunt weliswaar onvolledig, maar niet onjuist is (Van der Valk, 1992).

## 12.3 Ontwikkeling van cognitieve vaardigheden

Op het gebied van probleemoplossen bij wiskunde en natuurkunde is onder anderen onderzoek gedaan door Van Streun (1989; 1995) Perrenet (1995) Taconis & Ferguson-Hessler (1994) en Taconis, (1995). Opvallend is de overeenstemming waarmee de auteurs pleiten voor een geïntegreerde aanpak waarbij begrippen, procedures en cognitieve strategieën in samenhang aan de orde komen. Zowel Van Streun als Taconis & Ferguson-Hessler en Taconis gaan uit van een schematheorie. Dat is een theorie waarbij het oplossingsproces wordt gezien als een zich ontwikkelende mentale voorstelling. Het combineren van onderwijs in de vakinhouden met het onderwijs in oplossingsmethoden wordt door deze auteurs als essentieel gezien. Van Streun laat zien dat een heuristische aanpak onderwezen kan worden. Zijn aanpak omvat de volgende stappen: probleemverkenning, methoden, planning, uitvoering en terugblik. Bij Taconis & Ferguson-Hessler wordt het probleemoplossen geleerd door het systematisch vergelijken van voorbeelden van problemen en uitwerkingen. Samenwerken en samen reflecteren op overeenkomsten en verschillen (inductief redeneren). Het herkennen van probleemtypen en het kunnen maken

van koppelingen tussen probleemtype en oplossingsprocedure vormt een centraal element in deze aanpak. Uiteindelijk gaat het ook hier om het ontwikkelen van adequate probleemschemata of mentale voorstellingen van problemen, situaties of processen.

## 12.4 Ontwikkeling van sociale vaardigheden

Sociale vaardigheden kunnen worden gezien als doelstelling van het onderwijs en als middel voor leerlingen met het oog op participatie in de klas en in de kleine groep. Leerlingen die niet goed participeren in het onderwijs beschikken veelal niet over de noodzakelijke sociale vaardigheden. Soms is de oorzaak niet in het individu gelegen maar in de klas als groep. De klas als geheel functioneert dan niet goed en dit komt tot uitdrukking in het niet adequaat participeren van bepaalde leerlingen. Vooral bij didactische modellen waarin leerlingen samenwerken in kleine groepen is het van belang expliciet aandacht te besteden aan de ontwikkeling van sociale vaardigheden. Door Webb en Farivar (1994) en Cohen & Lotan (1995), is onderzoek gedaan naar dit vraagstuk. Training in sociale vaardigheden blijkt effectief vooral voor zwakke leerlingen die onvoldoende participeren in de groep of leerlingen uit bepaalde etnische groepen. Het effect van een training in sociale vaardigheden is waarschijnlijk het sterkst wanneer sociale vaardigheden worden verbonden met cognitieve vaardigheden zoals het stellen vragen en het geven van uitleg (elaboratietechnieken). Leraren kunnen leerlingen en klassen begeleiden bij het ontwikkelen van normen, regels en procedures bij het samenwerken (delen van inzichten, samenwerken, consensus bereiken, presenteren van eigen werk, commentaar geven enz.). Leraren kunnen positieve en negatieve situaties naar voren halen en in een klessediscussie betrekken. Ook kan men hypothetische voorbeelden en scenario's met leerlingen bespreken (Webb & Farivar 1994).

## 12.5 Mentale modellen en didactisch onderzoek

In onderzoek naar onderwijzen en leren wordt in toenemende mate nadruk gelegd op de betekenis van 'mentale modellen' voor het leerproces. In theorieën over 'conceptual change' gebruikt men deze term vaak in de betekenis van de voorstelling die een leerling heeft van een bepaald verschijnsel of object. Het gaat dan om de ontwikkeling van begrippen (vgl. Chi, Slotta & de Leeuw 1994; Marton & Entwistle, 1994; Terwel, 1994;). Leerlingen, maar ook experts maken gebruik van schema's, modellen, afbeeldingen, structuren om abstracte begrippen voor te stellen. Men maakt 'objecten' of 'dingen' die als het ware een verstoffelijking zijn van het idee, het abstracte begrip of de relatie. Men gebruikt lichamelijke of zintuiglijke ervaringen bij het construeren van een metafoer die het abstracte begrip representeert. Om een nieuw concept te begrijpen en er mee te kunnen werken creëren mensen metaforen. Dat kan bijvoorbeeld een personificatie zijn of een ruimtelijke structuur. (Sfard, 1995). Marton & Entwistle (1994) spreken van een 'knowledge object'.

Door sommige auteurs wordt benadrukt dat de ontwikkeling van een begrip niet op zichzelf staat, maar is ingebed in een geheel van vooronderstellingen of

conceptuele structuren. Men spreekt in dit verband ook wel van een ‘belief system’ (Vosniadou, 1994).

Vermunt (1992) geeft een nog bredere invulling aan de term ‘mentaal model’. Hij spreekt dan van een mentaal leermodel als een samenhangend stelsel van leerconcepties: concepties en misconcepties over leerprocessen. Bij Vermunt gaat het om een mentale representatie van allerlei aspecten die bij leerprocessen zijn betrokken: wat leren inhoudt, welke verschijnselen er mee samenhangen en hoe leerprocessen het best gestalte gegeven kunnen worden. Een mentaal model is, in de brede opvatting van Vermunt, een persoonlijke theorie over leren en instructie.

Vanuit een differentieel perspectief kan men vragen naar de didactische betekenis van mentale modellen. Als deze modellen strikt individueel zouden zijn, kan men leerlingen ook slechts individueel benaderen. Dat zou didactisch betekenen dat leerlingen niet op zinvolle wijze in klassen of groepen te onderwijzen zijn. Het blijkt echter dat mentale modellen (in de smalle maar ook in de brede betekenis) te rubriceren zijn. Daarmee zijn in principe ook de leerlingen die deze modellen ‘aanhangen’ ook te rubriceren. Dat biedt de mogelijkheid van een aangepaste instructie voor diverse categorieën leerlingen. Een derde mogelijkheid is om leerlingen een gevarieerde instructie te geven die resulteert in een situatie waarbij een bepaalde leerling in de klas altijd wel iets tegenkomt dat aansluit bij zijn of haar mentale model. Een vierde mogelijkheid is dat het herkennen, gebruiken en vergelijken van verschillende mentale modellen tot onderwerp van gesprek in de klas of groep wordt gemaakt. Ten vijfde kan men de vorming van mentale modellen bij leerlingen ook direct sturen door het hanteren van een didactiek waarbij in stappen naar het gewenste mentale model wordt toegewerkt.

We komen nu tot de formulering van een aantal didactische uitgangspunten en werkwijzen die zijn gericht op een systematische introductie in begrippen en vaardigheden voor alle leerlingen.

#### *Didactische uitgangspunten*

Het eerste uitgangspunt is dat het ontwikkelen van begrip en vaardigheden het beste in onderlinge samenhang kan gebeuren. Het tweede uitgangspunt is dat een systematische, stapsgewijze didactiek gewenst is, speciaal voor de zwakkere leerlingen en leerlingen die op zekerheid zijn ingesteld. Een derde uitgangspunt betreft het principe van elaboratie: eerst wordt een globaal beeld aangeboden, door stapsgewijs inzoomen wordt dit beeld steeds gedetailleerder. Een vierde uitgangspunt is dat samenwerking tussen leerlingen, als fase in een bepaalde didactische opbouw, een belangrijk middel is om leerlingen bewust te maken van de eigen mentale voorstelling en oplossingsstrategie.

#### *Didactische werkwijzen*

##### *1 Aanbieden van een conceptueel model*

Leerlingen wordt een conceptueel model aangeboden dat hen kan helpen een eigen mentaal model op te bouwen van een verschijnsel of probleem. Daarbij is te denken aan een schema of beschrijving van de werking van een

compressor, een benzinemotor, een chemisch proces of een abstract natuurkundig begrip. Bij de overgang van leefwereld naar vakstructuur moet eerst een ‘tussengezichtspunt’ of ‘bemiddelend model’ worden aangeboden dat begrijpelijk is vanuit de leefwereld en vanuit het vak gezien niet onjuist is (‘in some honest form’) (vgl. Van der Valk, 1992, Gravemeijer, 1994).

#### *II Eigen ontwerp van een conceptueel model*

Leerlingen wordt gevraagd een eigen ontwerp te maken in de vorm van een conceptueel model dat kan dienen als uitgangspunt voor een analyse van een verschijnsel of probleem. Dit ontwerpproces kan worden gestimuleerd en bijgestuurd door de leraar en medeleerlingen (Gravemeijer, 1994).

#### *III. Demonstratie door leraar*

De leraar werkt een vraagstuk uit terwijl hij zijn gedachten onder woorden brengt. Vervolgens wordt dit proces bij leerlingen uitgelokt aan de hand van nieuwe problemen. Leerlingen brengen hun percepties, procedures en strategieën onder woorden (Schoenfeld 1992).

#### *IV. Systematische probleemaanpak*

Leerlingen wordt een aanpak (heuristiek) aangereikt voor het systematisch oplossen van problemen in bijvoorbeeld wiskunde of natuurkunde (Vgl. Van Streun, 1994; Riemersma, 1991).

#### *V. Vergelijken van problemen en oplossingen*

Systematisch vergelijken van problemen onderling met daaraan gekoppeld een systematische vergelijking van de bijbehorende oplossingen (Taconis & Ferguson-Hessler 1994).

#### *V. Ordenen van oplossingsstappen*

Leerlingen wordt een probleem voorgelegd en een bijbehorende reeks oplossingsstappen wordt in willekeurige volgorde aangeboden. De opdracht is nu om de stappen in de juiste volgorde te leggen.

#### *VI. Voltooien van een aanzet tot een oplossing*

Leerlingen wordt een probleem voorgelegd, dat reeds voor een deel is opgelost. Leerlingen wordt gevraagd de aanzet tot een oplossing zelfstandig te voltooien.

Bovenstaande didactische uitgangspunten en werkwijzen zouden nader uitgewerkt moeten worden in concrete handelingsmodellen en curriculummateriaal. Nader onderzoek naar het vraagstuk van de ontwikkeling van mentale modellen bij leerlingen in de eerste en tweede fase voortgezet onderwijs is zeer gewenst. Speciale aandacht zou moeten worden gegeven aan de rol van sociale interactie op de ontwikkeling van mentale modellen.

## 12.6 Slotopmerkingen

Aan het begin van dit hoofdstuk stelden we de vraag hoe het komt dat (i) leerlingen op verschillende wijze aan het onderwijs deelnemen en (ii)

leerlingen en leraar elkaar soms misverstaan. In het algemeen kan worden gesteld dat deze verschillen in participatie en inzicht herleidbaar zijn tot verschillen in voorkennis. Bij voorkennis is te denken aan begrippen, cognitieve en sociale vaardigheden. Uit theorieën over begripsontwikkeling en probleemoplossen is af te leiden dat 'mentale modellen' van leerlingen een cruciale rol spelen. Verder onderzoek naar het vraagstuk van afstemming van het onderwijs op de leerling zou speciaal gericht moeten zijn op de betekenis van 'mentale modellen' in het onderwijsleerproces. Het vraagstuk van adaptatie kan dichterbij een oplossing worden gebracht door de twee genoemde verschijnselen ('differentiële processen en effecten' en 'niet-verstaan en niet-kunnen-uitleggen') vanuit cognitief perspectief nader te onderzoeken.

## Literatuur

- Ausubel, D.P. (1968). *Educational Psychology: a cognitive view*. New York: Holt, Rinehart & Winston.
- Chi, M.T.H., Slotta, J.D. & Leeuw, N., de (1994). From things to processes: a theory of conceptual change for learning science concepts. *Learning and Instruction*, 4, 27-43.
- Cohen, E.G. & Lotan, R.A. (1995). Producing Equal-Status Interaction in the Heterogeneous Classroom. *American Educational Research Journal*, 32, No. 1, 99-120.
- Corporaal, A.H. (1979). *IGE, PLAN, IPI. Drie modellen voor geïndividualiseerd onderwijs*. Groningen: Wolters-Noordhoff.
- Creemers, B.P.M. (1991). *Effectieve Instructie. Een empirische bijdrage aan de verbetering van het onderwijs in de klas*. 's Gravenhage: Instituut voor onderzoek van het onderwijs (SVO).
- Dochy, F.J.R.C. (1993). De invloed van voorkennis op het leerresultaat en het leerproces. In: W. Tomic & P. Span (red). *Onderwijspsychologie. Beïnvloeding, verloop en resultaten van leerprocessen*. Utrecht: Lemma.
- Eylon, B. & Linn, M. C. (1988). Learning and Instruction: An Examination of Four Research Perspectives in Science Education. *Review of Educational Research*, 58, no. 3, 251-301.
- Gravemeijer, K.P.E. (1994). *Developing Realistic Mathematics Education*. Utrecht CD-Bèta Press, Utrecht University, Center for Science and Mathematics Education, Freudenthal Institute, Research Group on Mathematics Education.
- Gunter, M.A., Estes, T.H. & Schwab, J.H. (1990). *Instruction. A models approach*. Boston, London, Sydney, Toronto: Allyn and Bacon.
- Marton, F. & Entwistle, N. (1994). Knowledge objects: understandings constituted through intensive academic study. *British Journal of Educational Psychology*, 64, 161-178.
- Mason, D. W., Good, T. L. (1993). Effects of Two-Group and Whole-Class Teaching on Regrouped Elementary Students' Mathematics Achievement. *American Educational Research Journal*, 30, no.2, 328-360.
- Meijnen, G.W., Smink, G.W., Ledoux, G., Robijns, M (1991). *Schoolvoorbeelden. Effectief onderwijs aan kinderen uit achterstandsmilieus*. Meppel: Edu'actief.
- Miranda, J. De (1966). Vragen naar de identiteit van de didactiek. *Vernieuwing van Opvoeding en Onderwijs*, 25, 122-137.
- Joyce B. & Weil, M. (1972). *Models of teaching*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall.
- Joyce B. & Weil, M. (1984). *Strategieën voor onderwijzen. Theorie in praktijk*. Apeldoorn: Van Walraven.

- Perrenet, J. Chr. (1995). *Leren probleemoplossen in het wiskundeonderwijs: samen of alleen?* Amsterdam: Universiteit van Amsterdam (dissertatie).
- Perrenet, J. Chr., Herfs, P. & Terwel, J. (1991). *Handleiding voor onderwijs in heterogene groepen*. De Lier: Academisch Boeken Centrum.
- Riemersma, F.S.J. (1991). *Leren oplossen van wiskundige problemen in het voortgezet onderwijs*. Amsterdam: SCO/ Stichting Kohnstamm Fonds voor Onderwijsresearch. (Dissertation).
- Schoenfeld, A.H. (1992). Learning to think mathematically: problem solving, metacognition, and sense making in mathematics. In: D.A. Grouws (Ed.) *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning* (pp. 165-197). New York: MacMillan.
- Sfard, A. (1995). Reification as the birth of metaphor. *Tijdschrift voor Didactiek der Bèta-wetenschappen*, 13, 5-26.
- Streun, A. van (1989). *Heuristisch wiskunde-onderwijs*. Groningen: Universiteit van Groningen (dissertation).
- Streun, A. van, (1994). Hoe onderwijs je probleemoplossen? *Tijdschrift voor Didactiek der Bèta-wetenschappen*, 12, 210-225.
- Taconis, R. & Ferguson-Hessler (1994). Het belang van probleemoplossen voor het onderwijs in technische en exacte vakken. *Tijdschrift voor Didactiek der Bèta-wetenschappen*, 12, 172-194.
- Taconis, R. (1995). *Understanding Based problem Solving. Towards qualification-oriented teaching and learning in physics education*. Eindhoven: Technische Universiteit (proefschrift).
- Terwel, J. & Hooch Antink, M.H.J. (1993). *Didactische modellen in het perspectief van sociale en cognitieve ontwikkeling van leerlingen*. Amsterdam: Universiteit van Amsterdam, Instituut voor de Lerarenopleiding. Interimrapport in opdracht van het Instituut voor Onderzoek van het Onderwijs (SVO).
- Terwel, J. (1994). *Samen onderwijs maken. Over het ontwerpen van adaptief onderwijs*. Universiteit van Amsterdam (Oratie).
- Valk, A.E., van der (1992). *Ontwikkeling in Energieonderwijs*. Utrecht: Universiteit Utrecht, Centrum voor Didactiek van Wiskunde en Natuurwetenschappen, CD-bèta wetenschappelijke bibliotheek.
- Vanderstraeten, R. (1994). Systeemtheorie en opvoeding. Over Luhmanns en Schorrs "Fragen an die Pädagogik" *Pedagogisch Tijdschrift*, 19, no.1, 51-68.
- Vermunt, J.D.H.M. (1992). *Leerstijlen en sturen van onderwijsleerprocessen in het hoger onderwijs*. Amsterdam: Swets & Zeitlinger (proefschrift).
- Volman, M., Vermeulen, A. & Terwel, J. (1995). *Onderwijsvernieuwingen in wiskunde, natuurkunde, scheikunde en biologie. Een probleemanalyse van ontwikkelingen in het voortgezet onderwijs*. Amsterdam: Universiteit van Amsterdam, SCO-Kohnstamm Instituut/Instituut voor de Leraren Opleiding

- Vosniadou, S. (1994). Capturing and modeling the proces of conceptual change. *Learning and Instruction, 4*, 45-69.
- Webb, N.M. & Farivar, S. (1994). Promoting Helping Behavior in Cooperative Small Groups in Middle School Mathematics. *American Educational Research Journal, 31*, No. 2, 369-395.
- Werkhoven, W., van (1993). *Naar afstemming tussen leraar en leerling in taaksituaties*. Utrecht: Faculteit der Sociale Wetenschappen/ISOR (proefschrift).



## Samenvatting

Dit eindverslag betreft het onderzoek getiteld “Verkennde studie, Grondslagen- en ontwikkelingsonderzoek ter verbetering van didactische methoden”, SVO project 92904. De uitkomst van deze literatuurstudie is een beschrijving van negen didactische modellen die momenteel in de wetenschappelijke literatuur genoemd worden als oplossingen voor didactische vraagstukken. De beschreven modellen zijn vrijwel steeds in wetenschappelijke (universitaire) projecten tot ontwikkeling gebracht en vervolgens in praktijksituaties beproefd.

Centraal staat de vraag naar de wijze waarop de sociale en cognitieve ontwikkeling van leerlingen wordt gestimuleerd binnen verschillende leerdomeinen of vakgebieden. Het betreft modellen die in de jaarklas kunnen worden gebruikt. Daarbij wordt in het bijzonder gelet op de wijze waarop met verschillen tussen leerlingen wordt omgegaan.

Uit deze verkenning blijkt dat er didactische modellen beschikbaar zijn die aan de gestelde criteria voldoen en die toegepast kunnen worden voor groepsonderwijs (de jaarklas). De beschreven modellen zijn in de meeste gevallen uitvoerbaar en effectief gebleken in het funderend onderwijs (basis- en voortgezet onderwijs). In de projecten waarin met een controlegroep is gewerkt, zijn de leereffecten meestal beter dan die in de controlegroep. Er is dus vooruitgang geboekt, maar dat betekent niet dat het afstemmingsvraagstuk geheel zou zijn opgelost. In enkele projecten konden geen effecten worden vastgesteld in vergelijking met een controlegroep.

In deze verkenning kwamen nog twee belangrijke vraagstukken naar voren:

(1) *differentiële effecten*

In bepaalde projecten kwam naar voren dat leerlingen op verschillende wijze aan het onderwijs deelnemen en dat er differentiële leereffecten optreden. Bepaalde categorieën leerlingen bleken van bepaalde didactische modellen meer te profiteren dan andere.

(2) *niet-verstaan en niet-uit-kunnen-leggen*

Er werden voorbeelden aangetroffen van ‘misverstaan’. Leraar en leerlingen blijken elkaar niet altijd te begrijpen, terwijl zij toch proberen elkaar te verstaan.

Het betreft twee problemen die ook elders in de literatuur worden aangetroffen en die in vervolgonderzoek aandacht verdienen met het oog op het verbeteren van de afstemming tussen leraar en leerlingen. Daartoe is een bepaalde visie op afstemming van belang. Afstemming is te zien als de mate waarin het onderwijs aansluit op de voorkennis van de leerling. Voorkennis is het geheel van aanwezige kennis voor het uitvoeren van een bepaalde taak. Deze voorkennis is gestructureerd in schema's of mentale modellen en betreft begrijpen, cognitieve en sociale vaardigheden.

Vervolgonderzoek zou speciaal gericht moeten zijn op de vraag hoe het komt dat (i) bepaalde didactische modellen wel de beoogde leereffecten opleveren en

andere niet (ii) bepaalde leerlingen meer van het onderwijs profiteren dan andere en (iii) leerlingen en leraar elkaar soms 'misverstaan'. De sleutel voor de oplossing van deze vraagstukken wordt in deze studie gezocht in de wijze waarop 'mentale modellen' van leerlingen in het onderwijsleerproces worden betrokken.

# Bijlage 1

## Beschrijvingsmodel didactische modellen

### 1. Korte karakteristiek

- naam
- auteurs
- korte beschrijving model
- aanleiding tot ontwikkeling model
- vakgebieden/domeinen waarbinnen ontwikkeld
- onderwijsniveau
- leerjaar/leeftijdsgroep
- aard van de differentiatie (tempo, doelstellingen, instructievorm)
- klasse-organisatie

### 2. Modelbeschrijving en theoretische achtergrond

*Theoretische achtergrond, uitgangspunten, doelstellingen*

*Groeperingsvorm*

*Didactische werkvormen*

- klassikale instructie
- instructie/begeleiding aan specifieke groepen
- werken in heterogene groepen (aan dezelfde of verschillende opdrachten)
- werken in homogene groepen (aan dezelfde of verschillende opdrachten)
- zelfstandig/individueel werken
- andere werkvormen

*Curriculum/instructiematerialen*

*Rol leerling en leerkracht*

- vereiste vaardigheden leerkracht
- eventuele specifieke scholing voor leerkracht
- inbreng leerlingen in onderwijsprogramma

*Toetsing*

- begin-, proces- en/of productevaluatie
- klasse- en/of individuele toetsing
- gebruik toetsgegevens ten aanzien van instructie

### 3. Toepassing model in verschillende contexten

- implementatie in experimentele situatie
- toepassing in breder kader (praktijk)
- resultaten ten aanzien van prestaties en attitudes

### 4. Evaluatie en implicaties voor theorie en research

- waardering/evaluatie
- implicaties voor theorie en research