

## Boekbespreking

### **Bijwerken in het Begin.**

Een onderzoek naar het ontwerp en het effect van aanvullend natuurkunde-onderwijs in het begin van het vierde leerjaar HAVO-VWO.

I.de Bruijn

Enschede, 1988

Dissertatie, 200 p.

Op 1 september 1988 heeft Imme de Bruijn zich geschaard in de langzaam maar zeker groeiende rij "gepromoveerden op een vakdidactisch onderwerp". Het onderzoek, waar in de dissertatie verslag van wordt gedaan, heeft plaatsgevonden in de periode 1983-1988 en had als doel na te gaan of een mogelijke deficiëntie in de voorkennis mede verantwoordelijk is voor de bekende problemen die zich in de vierde klas bij het mechanica-onderwijs voordoen en of opheffing van die deficiëntie leidt tot het met meer succes kunnen volgen van het natuurkunde-onderwijs.

### **Het experiment**

Om vast te kunnen stellen welke deficiënties een rol zouden kunnen spelen is van 1983 tot 1985 een vooronderzoek uitgevoerd waaruit bleek dat bij sommige leerlingen onvoldoende kennis aanwezig is op één of meer van de volgende drie onderwerpen: Metriek, Goniometrie en Evenredigheid en Vergelijken. Deze onderwerpen zijn overgebleven. De keus is mede bepaald door de mogelijkheid er een aanvullingspakket voor samen te stellen.

Onder het onderwerp metriek vallen berekeningen aan omtrek, oppervlak en inhoud maar ook het berekenen van snelheid. Onder goniometrie vallen o.a. berekeningen van componenten van vectoren met behulp van sinus en cosinus en onder evenredigheid en vergelijkingen vallen opgaven waarbij leerlingen door redeneren in evenredigheden of door het opstellen van b.v. twee vergelijkingen met twee onbekenden een antwoord op de vraag moeten zien te vinden.

In het onderzoek werd aan de totale populatie 4-HAVO en 4-VWO leerlingen een platingstoets aangeboden. Aan de hand van

de resultaten wordt de populatie gesplitst in hoge en lage scoorders. De "lage-scoorders"-groep wordt dan weer verdeeld in een groep die meedoet aan het experiment en dus aanvullende instructie krijgt in één of meer van de hiervoor genoemde onderwerpen en een andere helft die als controle-groep gebruikt wordt. Bij de aanvullende instructie is als randvoorwaarde gehanteerd dat de instructievorm in hoge mate zelfondersteunend moet zijn, zodat geen intensieve docentbegeleiding nodig was. Als instructievorm is feitelijk slechts één alternatief uitgewerkt namelijk Computer Ondersteunde Instructie (COI). De eis dat de COI op in 1984 op school gebruikelijke computersystemen moest werken, aangevuld met de eis dat een minimum aantal grafische mogelijkheden beschikbaar moest zijn heeft geleid tot het ontwikkelen van instructieprogramma's voor de BBC-b en de Commodore-64. (Deze instructieprogramma's zijn bij de auteur opvraagbaar). De tijd die de leerlingen gemiddeld hebben besteed aan de drie onderwerpen liep per onderwerp uiteen van 30 tot 70 minuten.

Na het ontwerpen van deze instructie volgt de hamvraag: Doen de leerlingen die een aanvullende instructie gehad hebben het in de natuurkundeles beter dan de leerlingen uit de controlegroep. Na de aanvullende instructie volgen de leerlingen ongeveer drie maanden regulier onderwijs. Daarna volgt een toets over de kinematica. Uit de gegevens van het experiment in 1985 blijkt dat jongens in de experimentele groep op deze toets beter scoren dan in de controlegroep (zowel op natuurkunde als op wiskunde), maar dat dat niet geldt voor meisjes. In het volgende jaar blijken, zowel jongens als meisjes profijt te hebben zonder dat het verschil overigens een significante waarde bereikt. In 1987 scoort de controlegroep weer hoger, maar ook dat is niet significant op 5- of 10%-niveau. Als alleen gekeken wordt naar de extreem lage scoorders op de plaatsingstoets blijkt er over de jaren heen een positief effect op de kinematicatoets te zijn, dat significant is op 10%-niveau. De auteur constateert dan ook dat bij geen van de studies een significant lange-termijn effect voor de totale populatie van lage scoorders optrad. Bij de analyse komt hij tot de volgende conclusies:

1. De toetsen hebben bevredigende karakteristieken; het ligt dus niet aan de kwaliteit van de toetsen.
2. De aanvulingslessen functioneren ook goed, de leerlingen zijn in het algemeen tevreden over de lessen.

3. De docenten die het reguliere onderwijs verzorgen hebben, wellicht onbewust, wetende welke kennishiaten aanwezig zijn in de normale lessen de controlegroep zover bijgespijkerd dat geen verschil meer gemeten wordt.
4. Slechts éénmaal remediëren is te weinig om effect te verwachten.

### **De theorie**

In de eerste hoofdstukken van het proefschrift wordt een zeker theoretisch kader geschetst waarbinnen het onderzoek uitgevoerd is. In hoofdstuk 1 geeft de auteur een beknopte maar wel heldere beschrijving van de "Adaptive Control of Thought" (ACT) theorie van Anderson. Deze theorie gaat uit van een model van het menselijk geheugen waarbij het langetermijn-geheugen verdeeld wordt gedacht in een zogenaamd declaratief geheugen en een produktie-geheugen (of procedureel-geheugen). Het declaratief geheugen wordt gezien als een groot vertakt netwerk bestaande uit knopen met verbindingen ertussen. Knopen zijn dan cognitieve eenheden of begrippen. Het produktie-geheugen bestaat uit een grote hoeveelheid regels van het type als... dan.... Deze regels worden opgeslagen, doordat in het kortetermijnwerkgeheugen een tijdelijke cognitieve eenheid wordt gecreëerd onder invloed van de regels uit het produktie-geheugen en dan wordt opgeslagen in het declaratieve geheugen. De veronderstelling van de auteur is waarschijnlijk dat als je ervoor zorgt dat enkele, voornamelijk rekentechnische, vaardigheden in het geheugen een vastere plaats hebben gekregen dit later leidt tot een beter functioneren van de leerling in het natuurkunde-onderwijs, want je kunt dan meer tijd besteden aan het opbouwen van natuurkundige cognitieve eenheden zonder ook nog eens aan de rekenvaardigheden te moeten werken.

Van een heel andere aard is de methodologische achtergrond die wordt beschreven in hoofdstuk vier. Achtereenvolgens wordt een theorie aangehaald over de schaalbaarheid van items, wordt aangegeven hoe naar clusters van schaalbare items gezocht kan worden en hoe pad-analytische modellen voor de verklaring van het leerresultaat ingezet kunnen worden.

### **Beschouwing**

Bij het doorlezen van dit proefschrift komen bij mij verschillende indrukken naar boven. Een eerste indruk is dat de auteur

zorgvuldig te werk is gegaan en zich goed op de hoogte heeft gesteld van de recente theorie. Hij heeft ruim 180 referenties opgenomen. Hij geeft ook, voor het eerst bij mijn weten, in nederlands natuurkundedidactisch-onderzoek een omschrijving van de ACT-theorie en hij geeft een interessant overzicht over probleemoplossen in het natuurkunde-onderwijs. Na de keuze van de onderwerpen voor de aanvullingslessen is nieuw materiaal in COI-vorm ontwikkeld en met het gehanteerde model kan ook op andere terreinen in de natuurkunde in deze richting lesmateriaal worden ontwikkeld. Tot slot is er zorgvuldig getoetst.

Toch blijven er ook vragen onbeantwoord of worden slechts gedeeltelijk beantwoord. Een enkele wil ik hier noemen. In het onderzoek wordt de hele populatie vierde klassers via een plaatsingstoets verdeeld in een groep hoge-scoorders en een groep lage-scoorders. Onvoldoende duidelijk wordt *waarom* die laatste groep laag scoort. Misschien zijn dit leerlingen die nog een zodanig ontoereikende cognitieve structuur hebben opgebouwd dat ze daardoor problemen ontmoeten. Als dat zo is helpt het nauwelijks om ze enkel cognitieve eenheden beter te laten beheersen want in de natuurkundeles erna zullen ze steeds weer aanlopen tegen het probleem dat ze moeilijk zelf cognitieve structuren ontwikkelen. De ACT-theorie wordt naar mijn gevoel ook nauwelijks gebruikt. Het aanleren van nieuwe kennis en dus het ontwikkelen van nieuwe "knopen en of produkties" vereist een zekere methode. De theorie zegt dat kennis "sterker" wordt als hij regelmatig bruikbaar blijkt. Dat vereist een regelmatig beroep doen op die kennis en een zekere volgorde in de leerstof. Maar dat vereist ook dat kennis die al aanwezig is door de dagelijkse ervaring en die een meer schoolse gedaante moet krijgen, verzwakt moet worden. En ook dat stelt eisen aan je leerstof. Mij komt de rechtvaardiging van de auteur waarom hij niet gewerkt heeft aan wijziging van primitieve concepties bij leerlingen niet overtuigend over.

Onder de variabelen die de auteur mee heeft genomen in zijn onderzoek (o.a. verbale intelligentie, prestatie-motivatie, positieve faalangst, negatieve faalangst) mis ik een variabele als leesvaardigheid die ook een rol in de ACT-theorie speelt. Tot slot kan ik me niet aan de indruk onttrekken dat door het methodologisch geweld dat is losgelaten op de onderzoeksgegevens de resultaten eerder versluierd dan verhelderd worden. Soms worden enkele variabelen bij elkaar genomen waardoor een interessant

rijtje getallen ontstaat maar waarom deze specifieke deelverzameling genomen is wordt niet echt helder.

Alles bij elkaar nemend vind ik dat De Bruijn veel heeft aangedragen dat stof tot overdenken geeft. Zijn aanbevelingen voor verder onderzoek kunnen naar mijn gevoel nog veel meer uitgebreid worden. De aanbevelingen aan scholen en docenten zijn nuttig en waardevol en kunnen leiden tot verbetering van ons onderwijs.

J.F. Schröder  
Werkgroep Natuurkunde-Didactiek  
Rijksuniversiteit Groningen