

Boekbespreking

Over kennis en kunde in de fysica

M.G.M. Ferguson-Hessler

Uitg.: Technische Universiteit Eindhoven, 1989

Proefschrift, pp. 259, 11 bijlagen

1. Schets van de inhoud

Het proefschrift opent met de zin: "Natuurkunde wordt van oudsher beschouwd als zijnde moeilijk, onbegrijpelijk, alleen toegankelijk voor een kleine groep uitverkorenen, als een vak waarvoor het geen in heeft om zich in te spannen, tenzij men tot de uitverkorenen behoort". De auteur behoort tot deze groep uitverkorenen maar is tevens docent. Als docent heeft zij ervaren dat het niet eenvoudig is duidelijk te maken wat natuurkunde nu eigenlijk inhoudt. Daarom doet ze in dit proefschrift een poging om voor het onderdeel Elektromagnetisme een expliciete beschrijving te geven van de kennis en de kunde die de student zich eigen moet maken, en de wijze waarop de docent hem daarbij kan ondersteunen.

Zij gaat bij haar beschrijving uit van de cognitieve psychologie, die de mens opvat als een *informatieverwerkend systeem*: informatie wordt aangeboden, opgenomen, gestructureerd en opgeslagen, teruggehaald uit het geheugen en bewerkt. In deze visie kan het bezitten van kennis onderscheiden worden van het verwerven van kennis, en wordt volgens de auteur onderwijs geven opgevat als het stimuleren bij het verwerven van kennis, en in mindere mate als het overdragen van kennis. Informatie kan wel beschreven worden en vastgelegd worden in leerboeken. Haar doel is nu de ervaring in natuurkundeonderwijs vast te leggen en over te dragen aan beginnende docenten, door een expliciete en systematische beschrijving te geven van cognitieve aspecten van de doceractiviteiten van een natuurkundedocent.

Hierbij gaat zij zeer *systematisch* te werk: zij beschrijft de vakinhoud en zijn structuur, zij beschrijft de feitelijke leerprocessen van goede en slechte studenten, en tenslotte de feitelijke instructieprocessen door docenten uitgevoerd. Er vanuit gaande dat instructieprocessen die slechte studenten niet en goede

studenten wel vertonen, heeft zij vervolgens een onderwijsexperiment ontworpen.

2. Kennis

In het *eerste* deel van het proefschrift wordt de begintoestand en de eindtoestand van de kennis van de student beschreven. Verschillende opvattingen over kennis en vaardigheden passeren de revue. Deze leiden tot verschillende beschrijvingen van kennisstructuren: als probleemschemata of als hiërarchische structuren. Deze beschrijvingen vullen elkaar volgens de auteur aan, in welk opzicht wordt niet geheel duidelijk.

Het bleek dat een hiërarchische structuur pas op te bouwen viel als ook het vervolgvak Elektromagnetisme II bij de vakinhoud werd betrokken. Hieruit zou men kunnen concluderen dat het opbouwen van een hiërarchische structuur een abstractie vergt die over de grenzen van de vakinhoud zelf heen gaat.

3. Leren

In het *tweede deel* van het proefschrift wordt beschreven hoe studenten feitelijk te werk gaan als zij leren en als zij problemen oplossen. Er is opvallend weinig verschil te constateren tussen de frequentie waarmee de verschillende bestuderingsprocessen optreden bij goed en bij slechte studenten. Beide groepen zijn even actief bij het bestuderen (bijv. onderstrepen en afleidingen nalopen). Slechte studenten maken ook niet significant meer fouten dan goede: zij lopen eerder vast in de opgaven en geven het op. De goede studenten lossen gewoon meer vraagstukken op! Op een aantal onderdelen zijn echter wel *significante verschillen* te melden. Slechte studenten nemen bij bestudering vaker iets voor kennis aan ("Dat invullen heb ik niet gedaan, dat zal wel kloppen"). Goede studenten trekken vaker de juistheid van de tekst in twijfel of constateren het ontbreken van informatie. Zij maken ook vaker een afleiding zelf, onafhankelijk van de afleiding in de tekst, ter controle. Zwakke (!) studenten zeggen vaker dat iets duidelijk is (zonder overigens aan te geven waarom). Bij het vaststellen van onbegrip doen zwakke studenten dat vaker ongespecificeerd. Goede studenten geven vaker aan waarom ze iets niet begrijpen en lossen het onbegrip vervolgens op.

Bij het oplossen van (oefen)opgaven blijken goede studenten vaker de informatie uit de tekst te halen die op grond van een

analyse van de probleemsituatie nodig is. Ook (maar niet significant) herkennen ze vaker een situatie en trekken ze vaker een conclusie uit de tekst. Procedurele (en in mindere mate situationele) kennis wordt bij tekstbestudering vaker gebruikt, het gebruik van de combinatie van declaratieve en situationele kennis scoort hoger bij het oplossen.

Er blijkt dus duidelijk een verschil in vermogen om vast te stellen of men een stuk stof begrepen heeft of niet, een verschil in 'diepe verwerking' samenhangend met een kritische houding van de student, en een verschil in gebruik van kennissoorten. De vraag is nu in hoeverre hieraan in het onderwijs aandacht wordt gegeven.

4. Onderwijzen

Daartoe wordt in het *derde deel* een beschrijvend model voor onderwijs ontwikkeld. Met dit model werden een aantal hoorcolleges en instructiecolleges geanalyseerd. Hierbij bleek dat er grote verschillen tussen docenten optreden ten aanzien van bepaalde instructieprocessen, zoals diverse vormen gericht op diepe verwerking. Hier lag dus een uitdaging om een onderwijs-experiment op te zetten.

Het *onderwijsexperiment* was gericht op het ontwikkelen van meta-kennis en strategische kennis, verhelderen van doelstellingen en stimuleren van diepe verwerkingsprocessen. Dit waren de punten waarop in het tweede deel tekortkomingen bij slechte studenten waren vastgesteld. Er werd een studiehandleiding samengesteld en een informatiebundel voor docenten. De gekozen onderzoeksopzet was die van cohorten: de controlegroep was die van 1987, de experimentele die van 1988. Door een tussentijdse wijziging van het studieprogramma veranderde de situatie van het experimentele onderwijs en werd ook het tentamentijdstip twee maanden verschoven. Er konden daardoor geen eenduidige resultaten worden gemeld. De experimentele groep scoorde wel significant beter op het tentamen, maar had weinig aandacht aan de studiehandleiding gegeven.

De auteur claimt als *resultaten* van haar studie dat zij drie normatieve modellen heeft ontwikkeld, te weten een expliciete beschrijving van:

- a. een doelmatige kennisbasis,
- b. de cognitieve activiteiten nodig voor het verwerven van zo'n basis,

- c. de cognitieve activiteiten van een docent die het proces van het verwerven van nieuwe kennis door de student, ondersteunt.

Tenslotte liggen er een studiehandleiding, instructiemateriaal, en (door de auteur niet vermeld!) het proefschrift zelf.

5. Commentaar

Het proefschrift overziende ligt er een gedegen hoeveelheid materiaal voor ons. Het is systematisch en zorgvuldig opgezet, en bevat veel waardevols, ook in de details. Een index zou daarom erg praktisch geweest zijn. Het verkregen materiaal is nuttig voor docenten en anderen die aan verbetering van het onderwijs werken.

Het belang van dit soort onderzoek is groot. Het verstand hebben van een vak als natuurkunde en het kunnen omgaan met leerprocessen van groepen studenten worden te vaak als equivalent gezien. Het proefschrift poogt een brug te slaan tussen onderwijskundig onderzoek (veelal losstaand van de vakinhoud) en vakdidactisch onderzoek (veelal losstaand van leerpsychologische principes). De auteur is daar naar mijn mening goed in geslaagd. Zij heeft hierbij helder aangegeven wat haar uitgangspunten zijn (de mens als informatieverwerkend systeem), beschrijving en analyse van vakinhoud, leer- en onderwijsproces. Tevens geeft ze daarmee echter ook de beperkingen van haar proefschrift aan.

Een beperking zit in het accepteren van de term *informatie*. De status van *kennis* wordt niet duidelijk. De ene keer kan kennis niet overgedragen worden, maar moet de student worstelen om kennis te verkrijgen, kennis veroveren. De andere keer wordt echter gesproken over een kennisbasis, alsof de kennis van ervaren docenten beschreven kan worden en overgedragen naar beginnende docenten. Het beeld van een informatieverwerkend systeem klopt ook niet met dat van het veroveren van kennis. Een informatieverwerkend systeem worstelt niet, vertoont geen emoties, ziet de zin en het nut niet van kennis. Structurele integratie van kennis is één kant van de zaak, persoonlijke integratie houdt nog iets meer in.

Een andere beperking is deze dat een beschrijving nog wel als informatie gezien kan worden, maar dat het ontwikkelen van zo'n beschrijving daarmee nog niet *normatief* wordt. Haar beschrijving kan alleen normatief worden indien onderwijsperi-

menten tot positieve resultaten leiden. Er zijn echter andere beschrijvingen mogelijk, zoals ook al door de auteur aangegeven - binnen de cognitieve psychologie- die positieve resultaten hebben opgeleverd. Daarnaast zijn ook nog andere psychologische benaderingen mogelijk.

Het is opmerkenswaardig dat de auteur gebruik maakt van de resultaten van Mettes en Pilot op het gebied van systematisch problemen aanpakken, welke aanpak gebaseerd is op een handelingspsychologische benadering. Blijkbaar is het uitgangspunt niet zo verschrikkelijk belangrijk, maar gaat het vooral om de concrete producten. (Treffers heeft er reeds eerder in dit tijdschrift op gewezen dat met de huidige stand van kennis zeer verschillende psychologische uitgangspunten tot hetzelfde onderwijs kunnen leiden.) Bevreemdend is dat de auteur geen blijk geeft het werk van Van Weeren et al. te kennen. Deze heeft in de jaren 1977 tot '82, gebaseerd op dezelfde aanpak van Mettes en Pilot, het vak Elektromagnetisme aan de Faculteit Technische Natuurkunde van de Universiteit Twente herzien.

Tenslotte nog een kritische opmerking over de logica achter de opzet van de onderwijsverbetering. De auteur vraagt zich niet af hoe de goede studenten hebben leren studeren en opgaven maken. De 'diepe verwerking'sprocessen zijn hen vermoedelijk niet expliciet onderwezen. Het zou kunnen zijn dat goede studenten gewoon iets hebben dat slechte studenten niet hebben en dat slechte studenten het op een *andere* manier moeten leren. De vraag blijft nog steeds of "begrip" inderdaad onderwezen kan worden. Het ontwerpen van een studiehandleiding overtuigt niet. Deze zou in het gebruik verder ontwikkeld moeten worden en meer geïntegreerd worden in de instructiecolleges. Dit proefschrift heeft nog niet bewezen dat zwakke studenten de leerprocessen van goede studenten kunnen leren, en daarmee de opningszin nog niet ontkracht.

Met de auteur ben ik van mening dat het wel kan. Daarvoor zijn al veel aanzetten te vinden, en geeft de theorie ook veel aanwijzingen. Het proefschrift geeft hiervan goede samenvattingen. We constateren echter op dit ogenblik nog een gebrekkige beschrijving van kennis, leren en onderwijzen: Verschillende auteurs geven een verschillende beschrijving, zelfs als hun uitgangspunten hetzelfde zijn. Hieruit zou men kunnen concluderen dat de beschrijvingen minstens onvolledig zijn.

Dit hangt ermee samen dat goede beschrijvingen het nodig

maken over de grenzen van het vak heen te zien: voor een hiërarchische kennisstructuur over de grenzen van het afzonderlijke vak heen, voor het onderwijsleerproces over de grenzen van de discipline heen. Ook de beschrijving van kennis zelf laat te wensen over. De verschillende soorten formele kennis worden wel beschreven - voornamelijk met behulp van voorbeelden-, maar wat minstens nog ontbreekt is een beschrijving van dat wat formele kennis tot inzicht maakt: waar gaat het over en waarom heb je er iets aan. Ook ontbreekt er nog een theorie over onderwijsverbetering. Immers, de docenten moeten iets leren, namelijk beter onderwijs geven. De vraag is dan of de instructieprocessen die voor studenten goed zijn, ook op de docenten toegepast kunnen worden.

Bovenstaande kritische vragen zijn mogelijk gemaakt door de systematische aanpak in dit proefschrift. Ik zou dat als een compliment voor de kwaliteit van het proefschrift willen beschouwen. Het werk van de auteur is een goede stap in de richting van een meer volledige beschrijving van kennis, leren en onderwijzen. Daarbij heeft zij zich terecht beperkingen opgelegd: in de beperking toont zich de meester.

H. Vos
Onderwijsadviseur Elektrotechniek
Universiteit Twente