

BOEKBESPREKING

LEREN SYNTHETISEREN, SYMBIOSE VAN AMBACHT EN WETENSCHAP: een empirisch vakdidactisch onderzoek van synthesepractica in wetenschappelijk beginonderwijs in de chemie.

H. de Jager

Vakgroep Chemiedidactiek, Rijksuniversiteit te Utrecht, 1985.
199 pagina's, f.27,50.

'Leren synthetiseren', de dissertatie van De Jager, is het tweede proefschrift dat in Nederland verschenen is op het gebied van het tertiaire chemie-onderwijs. De eerste was de dissertatie van Mettes en Pilot over het leren oplossen van natuurwetenschappelijke problemen (1980).

Aanleiding tot het onderzoek waarover de dissertatie rapporteert, was de onvrede over het receptmatige karakter van opdrachten op chemiepractica waar studenten leren synthetiseren. Deze onvrede bestaat niet alleen in Utrecht, maar is ook terug te vinden in de internationale literatuur. Verondersteld wordt dat studenten wanneer ze kookboekachtige recepten nawerken, hooguit technieken aanleren en de synthese als ambacht leren beheersen. Maar in een wetenschappelijke opleiding met de tegenwoordige beperking in tijd kan de ambachtelijke beheersing niet meer de primaire doelstelling zijn. Synthesepractica zijn alleen zinvol als wetenschappelijk leren synthetiseren centraal staat. De Jager kenschetst dit als probleemgericht, rationeel en reflectief. Studenten moeten leren de wijze van uitvoering te 'sturen' vanuit theoretische kaders. Het gaat er bij dit onderzoek om factoren op te sporen die deze integratie van theorie en praktijk voor studenten blokkeren dan wel bevorderen. Op grond hiervan kunnen criteria opgespoord worden voor keuze, richting en volgorde van practicumopdrachten.

Vertrekpunt en object van onderzoek is de feitelijke microsituatie van het synthese-onderwijs, de activiteiten van studenten en docenten; in de Utrechtse subfaculteit scheikunde doen ze het altijd op de werkvloer. Naast al of niet participerende observatie en protocolanalyse is bestaand materiaal geanalyseerd en zijn vragenlijsten en interviews afgenomen, zowel bij (beleidsbepalende) docenten als bij assistenten en studenten. Daarnaast is een meer globale inventarisatie gemaakt van

de situatie van het synthese-onderwijs aan zeven andere Nederlandse instellingen voor wetenschappelijk onderwijs.

Een belangrijke conclusie van deze analyse is dat synthesevoorschriften in de vakliteratuur de schriftelijke neerslag zijn van de 'praktijkbeelden' van chemici; ze beperken zich tot de praktische uitvoering. Bij wetenschappelijk synthetiseren staat dit praktijkbeeld echter in voortdurende wisselwerking met een 'theoriebeeld' op grond waarvan chemici zich een oordeel vellen over de rationaliteit van de bewerkingen en de bruikbaarheid van de methode voor hun eigen probleemstelling. Als studenten nu in de bibliotheek de synthese voorbereiden, komt dit neer op het opzoeken van mogelijk geschikte voorschriften en wordt alleen een praktijkbeeld opgeroepen. Bij een duidelijk praktijkbeeld als gevolg van de gedetailleerde voorschriften hebben studenten geen behoefte aan een theoriebeeld. Het lukt assistenten dan ook niet om door middel van vragen een dergelijk theoriebeeld op te roepen; de studenten zien deze vragen als een boodschappenlijstje dat ze moeten afwerken voor ze met de proef mogen beginnen. Om deze blokkering van het theoriebeeld als gevolg van het volledig ingevulde praktijkbeeld te doorbreken, kiest De Jager voor ontwerp opdrachten, waarbij de syntheseprocedure geheel of gedeeltelijk als probleemstelling aan de studenten wordt voorgelegd. Vervolgens inventariseert hij de chemische taken die bij het ontwerpen van een syntheseprocedure zijn te onderscheiden. Dit zijn:

- productspecificatie
- keuze van uitgangsstoffen en reactieroute
- reactiesturing: keuze van reactiecondities, daarbij begrepen het reactiemilieu
- planning van de uitvoering: realisering van condities, keuze van bewerkingen.

Dan gaat De Jager na bij een klein aantal studenten of de aanbieding van ongestructureerde ontwerp opdrachten leidt tot de gewenste integratie theorie-praktijk. Dit blijkt niet het geval te zijn. Het proefschrift wordt afgerond met een onderwijsvoorstel, waarin de ontwerp opdrachten zijn toegespitst op de keuze van reactiecondities en bewerkingen. Voorgesteld wordt te werken met tweelingexperimenten, waarbij steeds twee studenten werken aan een gemeenschappelijke ontwerp opdracht die twee vergelijkbare syntheses bevat (dezelfde uitgangsstoffen of hetzelfde product). Op deze wijze wordt discussie mogelijk tussen de studenten onderling over ontwerp en uitvoering. Beide studenten blijven gezamenlijk verantwoordelijk voor de aan hen verstrekte opdracht als geheel. Criteria voor een bepaalde volgorde van verschillende tweelingopdrachten worden genoemd en een lijst met mogelijk geschikte experimenten gegeven. Het onderwijsvoorstel is bij een groep van acht studenten onder begeleiding van De Jager zelf uitgeprobeerd. Op basis van deze eerste uitvoering trekt hij de conclusie dat

deze aanpak leidt tot integratie van een kwalitatief theoriebeeld in praktijkbeslissingen. Integratie van een kwantitatief theoriebeeld is nog in onvoldoende mate gerealiseerd.

Verder merkt hij op dat assistenten voor de begeleiding vakdidactisch geschoold zullen moeten worden.

Als wij de aanpak van De Jager vergelijken met die van Mettes en Pilot, dan valt op dat in beide gevallen begonnen wordt met een grondige analyse binnen de microsituatie van het onderwijs. Deze leidt tot een beschrijving van wat Mettes en Pilot het feitelijk handelingsverloop noemen.

Daarna wordt in beide gevallen een taakanalyse gemaakt voor dat deel van de leertaak waar in de analysefase problemen zijn gesignaleerd. Bij Mettes en Pilot zijn dat de 'procedurele aspecten' bij het oplossen van vraagstukken; zij werken deze gedetailleerd uit tot een gewenst handelingsverloop (GHV). De Jager beperkt zich tot de indeling van de planning van een synthese in een aantal fasen, waarbinnen studenten moeten leren beslissingen te nemen; zij moeten zodoende zelf een 'syntheseplanningstheorie' leren ontwikkelen.

Vervolgens wordt zowel door Mettes en Pilot als door De Jager een onderwijsplan gemaakt. Een groot verschil hierbij is dat De Jager dit uit de losse pols doet en het daarna op grond van trial en error wil gaan verbeteren, terwijl Mettes en Pilot vanaf het begin werken binnen een leerpsychologisch en onderwijskundig kader. Hun motto is 'Niets is zo praktisch als een goede theorie' (Kurt Lewin). De theoretische basis is gedeeltelijk door henzelf ontwikkeld (met name het begrip 'onderwijsfunctie'), gedeeltelijk gebaseerd op theorieën over leren en onderwijzen. De Jager maakt nauwelijks gebruik van literatuur op het gebied van de algemene onderwijskunde, mogelijk op grond van het 'gebleken onvermogen van de algemene onderwijskunde tot structurering van geavanceerd vakonderwijs' (Verdonk, aangehaald in de inleiding). Hierdoor blijft naar mijn indruk dit onderzoek steken in het 'ambachtelijke', zoals de onderzoeker dit zelf omschrijft voor het synthetiseren. De dissertatie roept een 'praktijkbeeld' op, waardoor men een goede indruk krijgt over de praktische uitvoering van de voorgestelde aanpak. Maar er wordt geen 'theoriebeeld' opgeroepen, op grond waarvan men zich een oordeel kan vormen over de rationaliteit van de 'bewerkingen' (gekozen middelen om het probleem op te lossen) en van de bruikbaarheid van de methode voor de eigen probleemstellingen. Dank zij het theoretisch kader kan bij Mettes en Pilot - na enkele ronden uitvoeren, evalueren en bijstellen van de ontworpen onderwijsopzet voor een groot aantal studenten - het onderzoek uitlopen op generalisaties naar andere vakken dan thermodynamica. Deze mogelijkheid tot generalisatie betreft zowel het gewenst handelingsverloop (GHV) als de ontwikkeling van een onderwijsplan.

Deze generalisaties zijn intussen bij een groot aantal vakgebieden en

cursussen een bruikbaar uitgangspunt voor cursusontwikkeling gebleken. Bij De Jager lijkt me als gevolg van het ontbreken van een geschikt theoretisch kader generalisatie naar andere vakgebieden, zelfs binnen de chemie, nauwelijks mogelijk. In het proefschrift wordt daar ook geen aandacht aan besteed. De generalisaties, die ik er zelf uit afleid, zijn grotendeels open deuren (die overigens niet vaak genoeg ingetrappt kunnen worden!), zoals daar zijn:

- receptmatige afwerking van opdrachten belemmert het leren en oefenen van hogere cognitieve vaardigheden
- de betrokkenheid van studenten bij de formulering van de probleemstelling heeft tot gevolg dat de studenten het probleem ook als hun probleem ervaren en schept zodoende voorwaarden om hen te leren problemen methodisch aan te pakken
- opdrachten moeten ook weer niet te open en te moeilijk zijn (in relatie met het beginniveau van de studenten en de beschikbare tijd).

Wat betreft een mogelijk vervolg van het onderzoek pleit De Jager voor prioriteit ten aanzien van onderzoek naar assistentengedrag bij de begeleiding van ontwerp opdrachten, dit in verband met een op te zetten vakdidactische scholing. Een interessant punt, mede omdat vanuit de subfaculteit bij de verdediging van de dissertatie vraagtekens werden gezet bij de haalbaarheid van het onderwijsvoorstel, gezien vanuit de begeleidingsmogelijkheden. Verondersteld werd dat deze onderwijsopzet zwaardere eisen ging stellen aan de assistenten wat betreft tijd en begeleidingsintensiteit.

Concluderend. Voor niet-chemici lijkt mij het boek door de geschetste moeilijkheden wat betreft de generalisatie minder interessant, hoewel de problematiek (vooral wat betreft de relatie theorie-praktijk) voor hen goed herkenbaar zal zijn. Verder is voor niet-chemici het boek moeilijk toegankelijk, omdat bij de lezer een uitgebreide chemische kennis wordt verondersteld.

Voor chemici, werkzaam bij het onderwijs (daaronder begrepen ook het secundair onderwijs) zitten er aardige krenten in de pap, met name de protocollen die opgenomen zijn (leuk om die te koppelen aan je eigen herinneringen) en het hoofdstuk over syntheseprocedures.

Het boek is verplichte en inspirerende literatuur voor ieder die verantwoordelijk is voor synthesepractica. Het biedt een aantal goede aanknopingspunten voor doordinking en verbetering van deze practica.

Henny Kramers-Pals

Onderzoek en ontwikkeling van CT-onderwijs/vakdidactiek scheikunde
Afdeling Chemische Technologie, I.H.-Twente.

Eerste stelling van De Jager:

De aanduidingen 'integratie' en 'geïntegreerd' worden in het onderwijs veelal ijdel gebruikt.