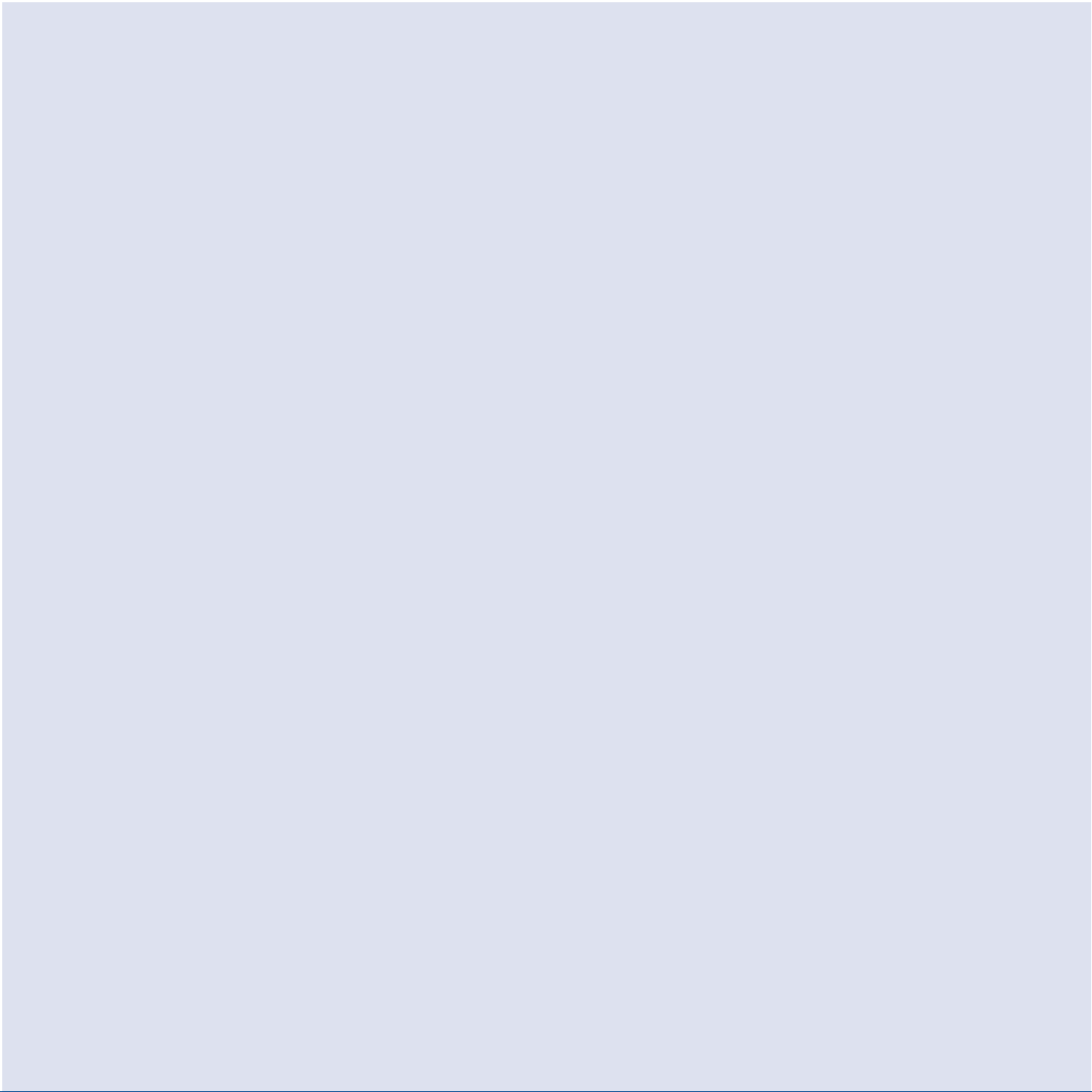


Prof.dr. J.H. van Driel

Van een lerende vakdocent leer je het meest



Universiteit Leiden



Van een lerende vakdocent leer je het meest

oratie uitgesproken door

Prof.dr. J.H. van Driel

bij de aanvaarding van het ambt van hoogleraar op het gebied van
de Didactiek van de Natuurwetenschappen
aan de Universiteit Leiden
op vrijdag 7 maart 2008



Universiteit Leiden

Mijnheer de Rector Magnificus, Dames en heren,

4 Toen ik in 1984 begon als scheikundedocent op een HAVO-VWO school, had de schoolleiding het zo geregeld dat ik een gezamenlijk tussenuur had met het hoofd van de sectie. Dat uur was bedoeld voor coaching op vakgebied. Een schooljaar lang hebben we dat uur iedere week benut om te praten over het leren en onderwijzen van scheikunde. Soms in tamelijk algemene zin, maar heel vaak gekoppeld aan de onderwerpen die op dat moment op het programma stonden. Tijdens die gesprekken was ik vaak verbaasd over de diepe inzichten van mijn coach in de manieren waarop leerlingen omgaan met de abstracte concepten uit de scheikunde. In detail en met veel nuance kon hij beschrijven welke begripsmoeilijkheden leerlingen ondervinden, bijvoorbeeld door aan te geven welke vragen leerlingen stelden bij bepaalde onderdelen van de stof, of door veel voorkomende reacties van leerlingen op chemische experimenten te omschrijven. In veel gevallen kon hij die moeilijkheden verklaren vanuit de voorkennis van de leerlingen of het voorafgaande leerproces, in relatie tot de aard en de inhoud van de betreffende concepten. Hij gaf ook aan wat hij als docent in bepaalde gevallen deed om het leerproces te bevorderen. Daarbij vermeldde hij dan ook dat zijn ingrepen soms wel en soms nauwelijks effectief waren, en waar dat mee samenhang. In elk geval was zijn insteek nooit “doe het nu maar zo, dan gaat het wel goed”. Ten eerste omdat hij heel goed wist dat de onderwijswerkelijkheid veel te complex is om samen te vatten in simpele vuistregels en ten tweede omdat hij mij de ruimte wilde geven om mijn eigen stijl en repertoire te ontwikkelen.

In zijn eigen lessen liet hij de leerlingen veel in kleine

groepen samenwerken en liep hij rond om de groepen te ondersteunen. Op die manier vergaarde hij veel van de juist genoemde inzichten en ontwikkelde tegelijkertijd zijn vaardigheden om de leerlingen effectief te begeleiden. In de terminologie die rond het studiehuis in zwang is geraakt zou je hem een ‘facilitator van leerprocessen’ kunnen noemen. Echter, dit voorbeeld maakt duidelijk dat zo’n facilitator in de eerste plaats heel veel vakkennis én vakdidactische kennis moet hebben. Denk dus niet dat zelfstandig leren effectief begeleid kan worden door willekeurig welke docent of onderwijsassistent!

Onderzoek naar docenten

Sinds 1995 ben ik werkzaam bij het ICLON, het Interfacultair Centrum voor Lerarenopleiding Onderwijsontwikkeling en Nascholing van de Universiteit Leiden. In het onderzoeksprogramma van het ICLON, dat toen net gestart was, staat de docent centraal (ICLON, 2007). De reden daarvoor is dat het opleiden en nascholen van docenten in voortgezet en hoger onderwijs nu eenmaal de voornaamste kerntaak van het ICLON is. Bovendien weten we uit internationaal onderzoek dat de kwaliteit van onderwijs voor een belangrijk deel bepaald wordt door de docent (Hattie, 2003; Akiba, LeTendre & Scribner, 2007). Dit gegeven leek lange tijd genegeerd te worden, maar wordt inmiddels weer algemeen erkend. Ook in ons land, getuige de aanbevelingen van de commissies Rinnooy Kan en Dijsselbloem (Commissie Leraren, 2007; Commissie Parlementair Onderzoek Onderwijsvernieuwingen, 2008).

In het onderzoek naar docenten is het accent in de afgelopen vijftig jaar een aantal malen verschoven (Doyle, 1990). Aanvankelijk, in de jaren '50 en '60 van de vorige eeuw, werd vooral gekeken naar persoonskenmerken van de docent:

eigenschappen als 'enthousiasme' en 'kunnen omgaan met kinderen' werden gezien als indicatoren van de kwaliteit van docenten. Een belangrijke beperking van deze benadering was dat het ging om min of meer onveranderbare eigenschappen: goed docentschap was een kwestie van 'je hebt het of je hebt het niet', en dus feitelijk niet te leren. Vanaf de jaren '70 richtte het onderzoek zich vooral op het gedrag van docenten in de praktijk. Dit gedrag werd geobserveerd en gecategoriseerd en vervolgens gecorreleerd met leeropbrengsten van de leerlingen. Op die manier werden zogenoemde effectieve doceergedragingen geïdentificeerd, zoals 'duidelijke doelen formuleren' en 'zoveel seconden wachten op een antwoord nadat je een vraag aan leerlingen hebt gesteld'. Een voordeel van deze benadering was dat de gevonden effectieve gedragingen rechtstreeks konden worden geoefend in opleidingsituaties. Echter, deze gedragingen werden in zeer algemene termen geformuleerd, los van vakinhoud, doelgroep en specifieke context. In de onderwijswerkelijkheid bleek de waarde hiervan beperkt. Een aanpak die in klas 4A op woensdagmorgen goed werkt, is immers niet per definitie geschikt voor klas 2C op donderdagmiddag. Welk gedrag op welk moment effectief is, wordt door een complex van variabelen bepaald zoals de aard van de lesstof, de beschikbare leermiddelen en -tijd, en het niveau van de leerlingen. Een goede docent doorziet dit complex zodanig dat hij of zij kan bepalen welk gedrag wanneer effectief is.

Als gevolg van bovenstaande bevindingen verschoof het onderzoek in de loop van de jaren '80 naar de cognities van docenten. Aanvankelijk richtte dit cognitieve onderzoek zich vooral op de planningsactiviteiten die docenten ondernemen voorafgaand aan hun lessen (Clark & Peterson, 1986). Toen bleek dat het feitelijk lesverloop lang niet altijd overeenkomt met

de planning, kregen onderzoekers steeds meer belangstelling voor de cognities die het handelen in de praktijk sturen. In zijn oratie - in december 1991 - heeft Nico Verloop beredeneerd dat docenten niet adequaat professioneel kunnen functioneren als zij slechts beschikken over op onderzoek gebaseerde vakinhoudelijke, vakdidactische en onderwijskundige inzichten (vgl. technische rationaliteit; Schön, 1983). Om het professionele gedrag van docenten te kunnen beschrijven heeft Verloop de term 'praktijkkennis' gekozen, door hem gedefinieerd als "een geaccumuleerd en geïntegreerd geheel van kennis, opvattingen en waarden met betrekking tot het onderwijzen dat een docent opbouwt op basis van persoonlijke en professionele ervaringen" (Van Driel & Verloop, 1998, p. 225). De kennis kan afkomstig zijn uit formele opleiding - vakinhoudelijk en lerarenopleiding - maar kan ook gebaseerd zijn op praktijkervaring. De waarden en opvattingen betreffen allerhande zaken: doelen van vakonderwijs, ideeën over kennis en leren, over opvoeden in algemene zin, enzovoorts (Verloop, 1991; zie ook Grimmer & MacKinnon, 1992, Pajares, 1992). Onderzoek naar praktijkkennis heeft tot doel het handelen van docenten beter te begrijpen en is zodoende van belang voor de opleiding van docenten: als je beter snapt waarom docenten doen wat ze doen, of niet doen, kun je hun scholing hier op afstemmen.

Onderzoek naar deze praktijkkennis is niet eenvoudig. Omdat praktijkkennis een veelheid van elementen van uiteenlopende aard omvat, is het vrijwel ondoenlijk om praktijkkennis in de volle omvang te onderzoeken. Veel van het onderzoek is dan ook gericht op specifieke aspecten, zoals kennis over het onderwijzen van natuurwetenschappelijke modellen (Van Driel & Verloop, 2002), of opvattingen over zelfstandig leren (Oolbakkink-Marchand, 2006). Daarnaast is praktijkkennis vaak dermate geïntegreerd en geïnternaliseerd

dat een docent deze niet zonder meer kan verwoorden. Men spreekt in de literatuur wel van impliciete kennis of ‘tacit knowledge’ (Eraut, 1994). Wanneer je bijvoorbeeld met een docent naar een video-opname van diens les kijkt en je vraagt: “Waarom stelde je toen aan die leerling die bepaalde vraag?”, geeft de docent wel antwoord, zoals “Die leerling zat even niet op te letten, dus ik wilde hem weer bij de les betrekken”, maar daarmee kan zelden een volwaardig beeld van de onderliggende praktijkkennis worden samengesteld. Om hiervan wel een valide beeld te krijgen zijn specifieke technieken ontwikkeld, zoals bijvoorbeeld Stimulated Recall Interviews, waarbij getracht wordt om docenten hard-op denkend een onderwijssituatie te laten herbeleven (Calderhead, 1981). Om praktijkkennis te onderzoeken is een uitgekiend onderzoeksdesign noodzakelijk, waarin verschillende instrumenten worden ingezet om data te verzamelen. Vervolgens moeten tijdens de analyse van de verzamelde data specifieke procedures worden toegepast, zodanig dat de verkregen inzichten elkaar aanvullen en versterken (vgl. triangulatie; Meijer, Verloop & Beijaard, 2002). Ten gevolge van deze methodologische en epistemologische problemen wordt het onderzoek naar de praktijkkennis van docenten vaak gekenmerkt door een kleinschalige aanpak, waarbij verschillende instrumenten worden ingezet om van een specifieke groep docenten - in de orde van 3 tot 20 - een valide en betrouwbare beschrijving te kunnen geven.

De laatste tien jaar is er in het onderzoek meer aandacht ontstaan voor de ontwikkeling van praktijkkennis van docenten gedurende opleiding en beroepsuitoefening. Anders gezegd: het onderzoek richt zich steeds meer op het leren van docenten (Darling-Hammond & Bransford, 2005; Vermunt, 2006). Een belangrijk doel van dit onderzoek is

zicht te krijgen op variabelen en factoren die de ontwikkeling van praktijkkennis bevorderen dan wel belemmeren. Ook dit onderzoek is complex van aard. Praktijkkennis ontwikkelt zich niet rechtlijnig, zoals ‘docenten volgen een workshop over zelfstandig leren, passen het geleerde toe in hun lessen, en hebben daarmee hun praktijkkennis uitgebreid of bijgesteld’. Praktijkkennis ontwikkelt zich daarentegen in een iteratief proces waarbij persoonlijke kennis en opvattingen van een docent voortdurend interacteren met externe input (bijvoorbeeld uit een nascholingscursus of van een collega), ervaringen in de praktijk en opbrengsten van het gegeven onderwijs, zoals toetsresultaten of evaluaties (vgl. het Interconnected Model of Teacher Professional Growth; Clarke & Hollingsworth, 2002). Resultaten van dit onderzoek laten zien dat docenten op verschillende manieren effectief kunnen leren, afhankelijk van het onderwerp, het ontwikkelingsstadium van de docent en de context waarin deze functioneert (Justi & Van Driel, 2006).

Om dit te illustreren geef ik een voorbeeld, ontleend aan het promotieonderzoek van Ineke Henze, dat werd afgesloten in 2006. Zij bestudeerde de ontwikkeling van praktijkkennis van negen docenten met veel ervaring (8 tot 26 jaar) in het geven van een bepaald bètavak (natuurkunde, scheikunde of biologie). Zij volgde deze docenten gedurende drie schooljaren waarin zij het nieuwe schoolvak Algemene Natuurwetenschappen doceerden. Bij het begin van het onderzoek hadden de docenten hooguit één of twee jaar ervaring met dit nieuwe vak. De docenten werden niet gecoacht of gestimuleerd om aan nascholing deel te nemen. Henze bestudeerde zogezegd het spontane of informele leerproces. Zij constateerde dat alle docenten een reeks leeractiviteiten ondernamen. Deze waren echter divers van karakter en op verschillende wijze gespreid in de tijd.

Ook liepen de leeropbrengsten van deze activiteiten nogal uiteen. Uiteindelijk kwam Henze tot een typering van twee vormen van leren, gekoppeld aan bepaalde leeropbrengsten. In het eerste type leerden docenten voornamelijk individueel. Dit leerproces werd gekarakteriseerd door het zo snel mogelijk op peil brengen van vakken en het ontwikkelen en uittesten van hoofdzakelijk docentgestuurde werkvormen. Bij deze manier van leren kregen niet alle doelen van het nieuwe vak evenveel aandacht; met name de beoogde reflectie op natuurwetenschappen bleef onderbelicht. In het tweede type leerden docenten veelal op collaboratieve wijze: zij zochten elkaar op, binnen en buiten de school en wisselden materiaal en ervaringen uit. Dit leerproces had een continu, geleidelijk karakter en leidde tot de ontwikkeling van vooral leerlinggestuurde werkvormen waarmee een groter scala aan onderwijsdoelen werd bestreken (Henze, 2006).

Bètaonderwijs

Via dit voorbeeld kom ik bij de kern van mijn leeropdracht: de didactiek van de natuurwetenschappen. In veel Westerse landen is het onderwijs in de natuurwetenschappelijke vakken momenteel onderwerp van debat. Sommigen spreken zelfs van een crisis. Ik zal straks ingaan op universitair bètaonderwijs, maar eerst wil ik mijn aandacht richten op het voortgezet onderwijs. Ik bespreek de belangrijkste problemen aan de hand van drie thema's: de curricula, het imago en de docenten.

Ten eerste de curricula. De curricula van de bètavakken zijn vaak overladen en worden gedomineerd door onderwerpen die wetenschappelijk al lang niet meer actueel zijn en waarvan de maatschappelijke relevantie vaak heel beperkt is. Zo moeten leerlingen bij scheikunde de formules en namen van stoffen leren die ze nooit zullen tegenkomen. Of kent u een toepassing

van kobalt(II)selenide (Pieren et al., 2002, p. 53)? Veel onderwerpen danken hun plek in het programma aan een traditie waarin het bètaonderwijs op de middelbare school werd gezien als de basis van een latere bètaopleiding in het hoger onderwijs (De Vos, 2001). Gezien het percentage leerlingen dat daadwerkelijk voor een dergelijke vervolgopleiding kiest, is deze rechtvaardiging hoogst dubieus. In de praktijk wordt het bètaonderwijs in veel landen in sterke mate bepaald door een van het curriculum afgeleid centraal examen. Dit leidt tot een overwegend traditionele didactiek waarbij het schoolboek centraal staat en, bij een afnemend aantal vaklessen - zoals in ons land - leerling-practica onder druk staan (Osborne & Dillon, 2008).

Dan het imago van de natuurwetenschappen. Bètavakken zijn weinig populair bij leerlingen. Dit blijkt onder meer uit de aantallen leerlingen die bètavakken kiezen in het voortgezet of hoger onderwijs (Aikenhead, 2006; Osborne, Simon, & Collins, 2003; Platform Bèta Techniek, 2006). Onderzoek van Kessels en anderen naar het imago van 'science' laat zien dat leerlingen in de adolescentieleeftijd bètavakken - met name natuurkunde - associëren met 'moeilijk' en 'mannelijk' en weinig ruimte ervaren voor wat Kessels noemt self realisation (Kessels, Rau & Hannover, 2006). Op het idee dat er bij bètavakken altijd maar één antwoord goed is, knappen veel adolescenten af, vooral meisjes, en dat gebeurt precies in een periode dat leerlingen hun profiel of vakkenpakket moeten kiezen. Ook de maatschappelijke beeldvorming omtrent bètavakken is nogal negatief. Het is tegenwoordig bon ton om te zeggen dat je bètavakken niet interessant vindt, dat je er nooit veel van begrepen hebt, maar dat je dat niet belemmerd heeft in je carrière. Sterker nog, in het bedrijfsleven en de politiek hebben de leidinggevenden zelden een bèta-achtergrond, dus why be a scientist, if you can be his boss? (Bais, 1998).

Tenslotte de docenten. In internationaal vergelijkend onderzoek is een duidelijk verband aangetoond tussen de kwalificaties van docenten en de prestaties van hun leerlingen (Akiba, LeTendre & Scribner, 2007). In veel Westerse landen is echter sprake van een tekort aan gekwalificeerde vakdocenten. Het komt steeds vaker voor dat een vak als natuurkunde in de onderbouw wordt verzorgd door iemand met een andere bevoegdheid, bijvoorbeeld biologie, of in de bovenbouw door een docent die geen academische vooropleiding heeft gehad. Uit onderzoek blijkt dat zulke docenten het vakonderwijs heel mager vormgeven: ze houden zich strikt aan het schoolboek en gaan alle lastige vragen en avontuurlijke opdrachten uit de weg (Carlsen, 1993; Hashweh, 1987).

8

Tot zover het slechte nieuws. Laten we eens kijken naar mogelijkheden om deze problematiek aan te pakken. Waar anderen in de bètadidactiek hun heil zoeken in toepassingen van ICT, of in context-concept-onderwijs, ken ik een centrale rol toe aan de docenten. Voordat ik die rol nader bespreek, ga ik eerst in op het leren van bètavakken. Kenmerkend voor het onderwijs in de natuurwetenschappelijke vakken is dat er concepten geleerd moeten worden die vaak nogal ver af staan van de gebruikelijke denkwereld van de lerenden, of daarmee zelfs in conflict zijn. De verwarring wordt dikwijls vergroot doordat veel wetenschappelijke concepten worden aangeduid met termen die ook in het dagelijks leven worden gebruikt, zoals kracht of stof, maar daarin een andere betekenis hebben dan in de natuurwetenschappen. Vanaf de jaren '70 is enorm veel onderzoek gedaan naar de eigen denkbeelden van leerlingen over uiteenlopende concepten uit de natuurkunde (kracht, energie), scheikunde (stof, evenwicht), en de biologie (evolutie) (een uitgebreide bibliografie van dit onderzoek is te vinden op internet; Duit, 2007). In de literatuur wordt

gesproken van alternatieve of misconcepties (Driver, Guesne & Tiberghien, 1985). Ook zijn onderwijsstrategieën ontwikkeld en onderzocht, gericht op begripsontwikkeling ('conceptual change'; Posner, Strike, Hewson & Gertzog, 1982). Ik geef daarvan een voorbeeld.

In het beginonderwijs in de scheikunde maken leerlingen kennis met het concept 'chemische reactie', doorgaans gedefinieerd als een proces waarbij uitgangsstoffen worden omgezet in producten, ofwel een proces waarbij de oorspronkelijke stoffen verdwijnen en nieuwe stoffen ontstaan. Om stoffen van elkaar te onderscheiden, wordt eerst gewerkt aan het inzicht dat stoffen te herkennen zijn aan specifieke eigenschappen, zoals smelt- en kookpunt, kleur, enzovoorts. Niettemin blijft het idee dat stoffen verdwijnen en ontstaan voor velen lastig te begrijpen en is zelfs in tegenspraak met intuïtieve opvattingen. In deze context ontwikkelde Wobbe de Vos een aanpak waarbij hij leerlingen eerst zout en suiker in een mortier liet samenwrijven. Het resultaat hiervan was - uiteraard - niet verrassend. Vervolgens verpulverden de leerlingen twee andere witte poeders samen in één mortier (hierbij ging het om kaliumjodide en zilvernitraat). In dit geval trad echter een opvallende verandering op: het mengsel werd knalgeel. De Vos observeerde vaak emotionele reacties naar aanleiding van dit resultaat: heel vaak zeiden leerlingen meerdere keren hardop 'het wordt geel', alsof ze zichzelf wilden overtuigen van hun eigen waarnemingen. Andere leerlingen ontkenden de kleurverandering: 'het was al geel' of 'het wordt maar een beetje geel', en weer anderen bedachten creatieve verklaringen, zoals: 'het zijn kleine eitjes waarvan de schaal gebroken is en de dooier naar buiten komt'. De bewust gecreëerde verwarring diende vervolgens als startpunt voor een discussie van de docent met de leerlingen waarvan de uitkomst moest

zijn dat het verschijnen van de gele kleur erop wijst dat een nieuwe stof is ontstaan. Deze conclusie zou moeten helpen bij de acceptatie van het concept 'chemische reactie' (De Vos, 1985).

Via dit voorbeeld kom ik terug op de rol van de docent. Daarover wil ik twee dingen laten zien. Ten eerste: om dit soort onderwijs als docent te kunnen ontwerpen moet je in de eerste plaats een heel goede analyse van de vakinhoud maken, in dit voorbeeld van het concept 'chemische reactie'. Vervolgens is inzicht nodig in het leren van deze inhoud door leerlingen, met name in de moeilijkheden die ze hierbij kunnen ondervinden, in dit voorbeeld het idee dat 'zomaar' een geheel nieuwe stof kan ontstaan. Algemene kennis over onderwijsstrategieën, zoals in dit geval over 'conceptual change', kan bij dit ontwerpproces wel als kader dienen, maar geeft geen enkel houvast bij het bedenken van concrete opdrachten en aanpakken. Ten tweede: het onderwijsontwerp is slechts één aspect van effectief onderwijs. Het succes van de juist beschreven aanpak staat of valt met de manier waarop de docent ingaat op de verwarring die bij leerlingen is ontstaan door de uitkomst van het experiment. In dit voorbeeld bleek het soms effectief te zijn als de docent vroeg: 'Wie heeft dat gele spul in het mortier gedaan?' Ook daarbij is inzicht nodig in de vakinhoud, gekoppeld aan kennis over hoe leerlingen - deze leerlingen! - de vakinhoud kunnen leren en welke blokkades daarbij kunnen optreden. Algemene inzichten, bijvoorbeeld over het houden van een onderwijsleergesprek, zijn ook nodig, maar ontoereikend.

Bij veel pogingen om het bètaonderwijs te vernieuwen ligt het accent op het ontwerpen van onderwijs, doorgaans in de vorm van lessenseries of modules, al dan niet ondersteund met ICT. Docenten die met dit materiaal gaan werken, krijgen

vaak een training of een handleiding waarin (gedetailleerd) wordt aangegeven hoe het onderwijsontwerp in de praktijk gebracht moet worden. We weten uit onderzoek echter dat dit niet werkt (Van Driel, Beijaard & Verloop, 2001). Hieruit moeten we echter niet concluderen dat bètadocenten onderwijsvernieuwingen tegenhouden. Docenten zijn geen 'uitvoerders' van door anderen opgestelde voorschriften of richtlijnen, maar hebben een eigen verantwoordelijkheid ten aanzien van het invullen van hun vaklessen. Docenten spelen in op specifieke omstandigheden: de kenmerken van hun leerlingen, de middelen die zij ter beschikking hebben, enzovoorts. Bovendien leggen docenten hun eigen accenten in zo'n lessenreeks - zoals doelen die zij speciaal van belang vinden - en 'kleuren' de uitvoering vanuit hun persoonlijke doceerstijl: de ene docent leidt ieder onderwerp bij voorkeur klassikaal in voordat de leerlingen zelfstandig aan de slag gaan; een ander plant klassikale momenten liever bij het afsluiten van een bepaald onderwerp. De één zweert bij demonstratie-experimenten, een ander laat leerlingen zoveel mogelijk proefjes zelf uitvoeren, en weer een ander werkt graag met computersimulaties.

Vanuit de gedachte dat doceergedrag wordt bepaald door praktijkkennis, vind ik het vooral interessant om na te gaan waarom docenten kiezen voor een zekere invulling van hun vakonderwijs, ervan uitgaande dat zij hiervoor een reeks min of meer samenhangende en al dan niet bewuste overwegingen hanteren. Dat betekent natuurlijk niet dat alle aanpakken van docenten even goed zijn! Een belangrijk criterium voor mij is de vraag in hoeverre een docent zijn of haar doceeractiviteiten baseert en afstemt op het leren van de leerlingen. Dit moet uiteraard tot uiting komen in de - cognitieve en/of affectieve - opbrengsten van hun onderwijs.

Pedagogical content knowledge

Ik ga nu verder in op de kennis die nodig is om vakinhouden effectief te kunnen onderwijzen. Hiervoor ga ik terug naar de jaren '80 van de vorige eeuw, en meer specifiek naar Lee Shulman die als voorzitter van de American Educational Research Association in zijn 'presidential address' (Shulman, 1986) een nadrukkelijk pleidooi hield voor de rol van vakkennis in de opleiding van, en het onderzoek naar, docenten. Aan de hand van een historische schets maakte Shulman duidelijk dat de opleiding van docenten lange tijd was gedomineerd door vakinhoudelijke componenten, vanuit de opvatting dat een stevige vakinhoudelijke scholing volstond om een goed docent te worden. Geleidelijk won echter de opvatting terrein dat een docent meer moest kennen dan zijn vak, met als uiteindelijk gevolg dat de opleiding van docenten in de Verenigde Staten begin jaren '80 gedomineerd werd door algemeen pedagogische en didactische aspecten, waarbij de vakinhoudelijke scholing grotendeels was gemarginaliseerd. (Merk op dat deze ontwikkeling parallellen vertoont met die van de opleiding van docenten voor het basisonderwijs en de onderbouw van het voortgezet onderwijs in ons land.) Shulman beargumenteerde dat docenten juist behoefte hebben aan een vorm van kennis waarin vakinhoudelijke en algemeen pedagogisch-didactische elementen zijn verbonden. Hij introduceerde hiervoor het concept pedagogical content knowledge, door hem omschreven als "that special amalgam of content and pedagogy that is uniquely the province of teachers, their own special form of professional understanding" (Shulman, 1987, p.8). Een aantal zaken uit deze omschrijving van pedagogical content knowledge, doorgaans afgekort tot PCK, verdient nadere aandacht (Van Driel, Verloop & De Vos, 1998). Met de term 'algaam' benadrukt Shulman de onlosmakelijkheid van de verbinding tussen de twee

hoofdbestanddelen van PCK, te weten kennis van content en pedagogy. Het gaat bij PCK - kort gezegd - om inzicht in de manieren waarop leerlingen vakinhoudelijke zaken begrijpen (of niet!), en om kennis van doceeractiviteiten waarmee dit begrip bevorderd kan worden.

Een ander aspect van Shulman's PCK omschrijving dat ik wil benadrukken is het idee dat PCK kenmerkend is voor de professionaliteit van vakdocenten ("their own special form of professional understanding"). Met andere woorden: PCK leer je niet via een cursus of uit een boekje, maar juist door te werken in de praktijk ontwikkel je inzicht in de leer-moeilijkheden en -mogelijkheden van je leerlingen, en in doceeractiviteiten die bij een bepaald onderwerp, op een bepaald moment in een specifieke situatie voor deze leerlingen het meest geschikt zouden kunnen zijn. Soms is dat een eenvoudige vraag, waarmee een leerling aan het denken wordt gezet, soms een specifieke opdracht waarmee een leerling goed aan de slag kan, en soms een klassikale uitleg waarbij de vakinhoud zo wordt gerepresenteerd dat deze voor leerlingen toegankelijk wordt. Vanuit het perspectief van PCK is een deskundige vakdocent in staat om te bepalen wanneer een groep leerlingen gebaat is bij klassikale instructie en wanneer de leerlingen de stof beter zelfstandig kunnen bestuderen, individueel of in een kleine groep, welke opdrachten in dat geval effectief zijn en hoe de leerlingen hierbij begeleid moeten worden. Deze gedachte sluit aan bij het idee van praktijkkennis, en maakt het werk van de vakdocent weliswaar complex maar ook uitdagend. Inmiddels is er heel wat onderzoek verricht naar de PCK van docenten, met name van bètadocenten in het voortgezet onderwijs (een voortreffelijk overzicht is te vinden in Abell, 2007). Een knelpunt in dit onderzoek - ook in het mijne!

- is het streven naar generaliseerbare uitkomsten, hetgeen noodzakelijkerwijs gepaard gaat met vereenvoudigingen, terwijl je tegelijkertijd recht wilt doen aan de complexiteit van de onderwijswerkelijkheid van individuele docenten (Loughran, Mulhall & Berry, 2004).

Als ik dit verhaal vertel krijg ik in ons land, maar ook in landen als Duitsland of Zweden, nogal eens de reactie dat ik het toch eigenlijk gewoon heb over 'vakdidactiek', en dat we daar in dit deel van de wereld al een hele lange traditie in hebben, en daar Amerikanen zoals Shulman dus niet bij nodig hebben? Daar zit natuurlijk iets in. Ik heb echter een aantal redenen om de term PCK te prefereren boven vakdidactiek. De eerste is heel pragmatisch: wetenschappelijk onderwijsonderzoek is per definitie een internationale aangelegenheid waarbij de voertaal Engels is. Het woord didactiek vertalen met 'didactic' leidt tot eindeloze misverstanden, omdat in het Engelse taalgebied deze term geassocieerd wordt met de meest traditionele vorm van overdrachtsonderwijs. De term PCK biedt een geschikt, want op grote schaal bekend en geaccepteerd, alternatief. De tweede reden is meer substantieel: de term vakdidactiek wordt in ons land op zeer verschillende manieren geïnterpreteerd, als onderdeel van de lerarenopleiding maar ook als wetenschapsdomein. Vakdidactiek wordt in onderzoek vaak betrokken op het curriculum en op het leren van leerlingen (begripsontwikkeling), terwijl het in de opleiding en nascholing van docenten soms wordt ingevuld als een vakspecifieke 'inkleuring' van algemeen onderwijskundige ideeën of theorieën, en soms als een bepaalde vorm van 'vertaling' van vakinhoudelijke noties, bijvoorbeeld in de vorm van tips & tricks om bepaalde onderwerpen te onderwijzen. Om nog maar te zwijgen over de verschillen tussen vakken! Voor mij is vakdidactiek een globale, overkoepelende term,

terwijl PCK veel specifiek is gericht op de praktijkkennis van docenten over het onderwijzen van hun vak.

Terugkomend op de problematiek van het bètaonderwijs die ik zojuist schetste, zal het u duidelijk zijn dat er niet een panacee beschikbaar is. Zo wordt het imago van de natuurwetenschappen voor een groot deel bepaald door economisch-maatschappelijke ontwikkelingen, en is de invloed van het onderwijs hierop beperkt. Toch wil ik benadrukken dat de kwaliteit van bèta-docenten een cruciale rol speelt, ook als straks het laatste - gratis - schoolboek is vervangen door de computer. Een rijke PCK, hoewel niet zaligmakend, is hierbij een voorwaarde. Een relevante vraag is dan ook hoe het ontwikkelen van PCK bevorderd kan worden. Ik stap daarmee over naar de betekenis van het concept PCK voor de scholing van docenten, en onderzoek op dit gebied. Als inleiding hierop maak ik enkele meer algemene opmerkingen over de opleiding van docenten.

De opleiding van docenten

De lerarenopleiding staat onder druk. In tijden van dreigende tekorten aan gekwalificeerde docenten, is de neiging sterk om aan de opleidingen te gaan tornen: kan het allemaal niet wat minder, korter en sneller? Uit alle internationale analyses en onderzoeken blijkt echter dat de kwaliteit van het leraarsberoep gebaat is bij een grondige initiële scholing, gevolgd door een niet-vrijblijvende vorm van voortgaande professionalisering (zie bijvoorbeeld Darling-Hammond, 2000). Enerzijds heeft dit te maken met de status en de maatschappelijke waardering van het leraarsberoep: een beroep waarvan de opleiding weinig om het lijf heeft en waarbij je nooit meer iets hoeft te leren nadat je eenmaal 'je papiertje hebt', kan immers nooit veel voorstellen. Anderzijds blijkt uit het voorgaande hoe complex het werk van de docent is: het vergt een combinatie van samengestelde

vaardigheden (zoals de lesstof doelmatig representeren terwijl je een onderwijsleergesprek in goede banen leidt) met theoretische en praktische inzichten in zaken die uiteenlopen van vakinhoud, vakdidactiek, adolescentenpsychologie, enzovoorts. Bovendien is het werk voortdurend aan verandering onderhevig: curricula, examenprogramma's en lesmethoden vernieuwen, de maatschappij en dus de leerlingen veranderen, etcetera, hetgeen impliceert dat je als docent permanent lifelong aan het leren en ontwikkelen bent.

Zelf heb ik enkele jaren onderzoek gedaan naar kennisontwikkeling tijdens de universitaire lerarenopleiding in het kader van het onderdeel vakdidactiek. In een aantal projecten met Onno de Jong van de Utrechtse universiteit hebben we specifiek gekeken naar de ontwikkeling van PCK bij scheikunde-docenten-in-opleiding (DIO's) over het leren en onderwijzen van deeltjesmodellen: atomen, ionen, moleculen, en dergelijke. Ook al is het lang geleden, u zult zich vast herinneren dat dit een centraal thema is in het scheikundeonderwijs. Onderzoek naar het leren van deze modellen heeft talloze leermoeilijkheden en misconcepties aan het licht gebracht, welke vooral voortkomen uit de verwarring tussen de wereld van de waarneembare verschijnselen en die van de deeltjesmodellen (De Vos & Verdonk, 1987; Harrison & Treagust, 1996). Een specifiek probleem bij het onderwijzen komt voort uit het feit dat de docent, door diens jarenlange scholing als scheikundige, zodanig vertrouwd is geraakt met scheikundige deeltjesmodellen, dat hij of zij zich vaak geen voorstelling meer kan maken van de problemen die deze modellen voor beginners met zich meebrengen (Gabel, 1999). In een door ons ontwikkelde module voor het onderdeel scheikundedidactiek lieten we de DIO's dan ook eerst reflecteren op hun eigen ervaringen als leerling tijdens het

begin van het scheikundeonderwijs. In aansluiting daarop lieten we hen artikelen uit de wetenschappelijke literatuur lezen over het leren van deeltjesmodellen. Vervolgens moesten ze nadenken over de lessen die ze recent gezien of zelf gegeven hadden vanuit de problematiek in de literatuur. Ook lieten we hen schoolboeken analyseren. Op deze manier hoopten we hen bewust te maken van de problemen die mogelijk zouden kunnen optreden bij het leren van deeltjesmodellen en van mogelijke spraakverwarring tussen hen, als vakexperts, en de leerlingen. Uit het onderzoek bleek dat dit grotendeels lukte. Uiteindelijk moesten de docenten-in-opleiding een reeks lessen ontwerpen en uitvoeren waarin zij - op grond van de verworven inzichten - zo goed mogelijk inspeelden op deze problematiek. Hierbij kwamen grote onderlinge verschillen tussen DIO's naar voren. Op grond van de manier waarop zij over hun bevindingen in de praktijk rapporteerden, bleek dat sommigen erg goed waren geslaagd in het herkennen van en inspelen op specifieke leermoeilijkheden, terwijl anderen hierover slechts in zeer globale bewoordingen rapporteerden. Enkelen gaven aan dat ze zoveel aandacht nodig hadden voor het handhaven van een ordelijke situatie in hun klas dat ze nauwelijks oor en oog hadden gehad voor de manieren waarop hun leerlingen met de deeltjesmodellen waren omgegaan (Van Driel, De Jong & Verloop, 2002).

Ik wil er op wijzen dat deze module met opzet in de tweede helft van de eenjarige universitaire lerarenopleiding was gesitueerd, omdat we uit ervaring weten dat tijdens de eerste helft van de opleiding de mentale aandacht van DIO's sterk gericht is op het klassenmanagement, waardoor het leerproces wat betreft PCK meestal wat later op gang komt. De conclusie uit dit onderzoek is dat zelfs in het tweede deel van deze lerarenopleiding het leren van basale vakdidactische

noties en vaardigheden slechts gedeeltelijk succesvol verloopt (vergelijkbare conclusies werden getrokken in De Jong, Van Driel & Verloop, 2005 en Justi & Van Driel, 2005). Voor de ontwikkeling tot volwaardig vakdocent zou gezocht moeten worden naar een organisatie van de lerarenopleiding waarin het leerproces tijdens de eerste periode van de beroepsuitoefening, de zogenaamde inductiefase, wordt voortgezet.

Universitaire didactiek: de verwevenheid van onderzoek en onderwijs

De scholing van docenten, de voornaamste kerntaak van het ICLON, is niet beperkt tot het voortgezet onderwijs. Ook in het hoger onderwijs worden docenten didactisch geschoold. Het is verheugend te constateren dat hiervoor steeds meer aandacht komt. Dit blijkt bijvoorbeeld uit de recente landelijke invoering van de Basiskwalificatie Onderwijs (BKO), maar ook uit lokale ontwikkelingen. De Universiteit Leiden is bezig een onderwijsvisie te expliciteren, waarin een accent wordt gelegd op de verwevenheid van onderzoek en onderwijs en op het stimuleren van talent. Deze universiteit kiest niet voor een rigide onderwijsconcept dat aan docenten wordt opgelegd in de vorm van voorschriften en richtlijnen, maar doet, geheel in lijn met het voorgaande betoog, een beroep op de didactische en vakdeskundigheid van haar docenten. De gedachte bij het streven naar Research Intensief Onderwijs is dat Leidse studenten, van alle opleidingen, zoveel mogelijk moeten profiteren van het feit dat zij aan een research-universiteit studeren. In de eerste plaats doordat hun docenten, in bijna alle gevallen, zelf betrokken zijn bij wetenschappelijk onderzoek van hoog niveau. Belangrijker echter is dat studenten, ook tijdens de Bachelorfase, in aanraking komen met wetenschappelijk onderzoek. Dit kan op verschillende

manieren, variërend van het kennismaken van uitkomsten van onderzoek tot het zelfstandig uitvoeren van of participeren in wetenschappelijk onderzoek. Belangrijke leerdoelen van dit onderwijs hebben betrekking op het ontwikkelen van een kritische houding, het verwerven van specifieke vaardigheden, en het ervaren van het verschil tussen kennis zoals die in leerboeken wordt gerepresenteerd en kennisontwikkeling via wetenschappelijk onderzoek (Elsen et al., 2006). Wat het laatste betreft gaat het zowel om het ervaren van de kick van het ontdekken, als om de frustraties en het geploeter die inherent zijn aan wetenschappelijk onderzoek.

Momenteel wordt concreet gewerkt aan het realiseren van deze visie. In verschillende faculteiten en opleidingen bestaan al voorbeelden van 'good practice' op het terrein van Research Intensief Onderwijs (Ruis, 2007). Het is echter duidelijk dat er nog veel moet gebeuren. Dit betekent ontwikkeling van vakonderwijs, zowel op het niveau van cursussen of studieonderdelen, als op het niveau van curricula, om ervoor te zorgen dat een samenhangend geheel van studieonderdelen ontstaat (Jacobi & Van Driel, 2007). Voor de Leidse docent betekent dit het (her-)inrichten van studieonderdelen zodat het accent komt te liggen op het leren van, of over, wetenschappelijk disciplinair onderzoek. Zoals ik hiervoor heb beargumenteerd vergt dit een combinatie van inzichten en vaardigheden, vooral op het gebied van vakinhoud en PCK. Wat het eerste betreft: dat zit wel goed. Docenten aan de Leidse universiteit zijn in beginsel uitblinkers op hun vakgebied en kennen de ins en outs van het onderzoek op dat terrein. Wat betreft het tweede is de situatie minder gunstig. Als een docent van de Leidse universiteit al enige scholing heeft gevolgd op het terrein van onderwijs geven, dan is deze van algemeen onderwijskundige en didactische aard: een cursus college of

werkgroep geven van een paar middagen. Ook in de BKO zal het accent liggen op scholing van algemene aard. Dat is op zichzelf uitstekend als basis maar - zoals ik hiervoor heb laten zien - het ontwikkelen en verzorgen van effectief vakonderwijs een diep inzicht in de manieren waarop studenten de vakinhoud leren, en de moeilijkheden die hierbij kunnen optreden, en - uiteraard - een repertoire van didactische strategieën die het leerproces van de studenten kunnen sturen en bevorderen. Nu kan een docent deze PCK heel goed ontwikkelen op basis van praktijkervaring, maar dat gebeurt niet automatisch. Er is - zeker in het universitair onderwijs - vaak geen prikkel om hieraan te werken, er zijn vaak geen deskundigen of collega's die dit proces kunnen ondersteunen en ook de wetenschappelijke literatuur op dit gebied heeft weinig bruikbare input te bieden. Op zijn best zijn er tijdschriften zoals het *Journal of Chemical Education*, of *The Physics Teacher*, waarin soms voorbeelden staan van 'good practices' van universitair bètaonderwijs.

In een tweetal lopende promotieonderzoeken staat de verwevenheid van onderzoek en onderwijs centraal. In een project aan de faculteit der Wiskunde en Natuurwetenschappen is eerst gekeken welke aspecten van een onderzoekende houding docenten zelf onderscheiden en waarderen (Van der Rijst et al., 2007). Momenteel wordt onderzocht hoe docenten in uiteenlopende studieonderdelen een onderzoekende houding bij de deelnemende studenten proberen te bevorderen. In een parallelproject aan de faculteit der Letteren zijn docenten bevraagd over hun opvattingen over kennis, onderzoek en onderwijs en hun ideaalbeelden over de relaties hiertussen (Visser-Wijnveen et al., 2007). Vervolgens hebben docenten in multidisciplinair samengestelde groepen met elkaar gewerkt aan het vergroten van het research-intensieve gehalte van hun

eigen onderwijs en aan het uitbreiden van hun didactische inzichten. In beide projecten zijn de studenten bevraagd naar hun ervaringen: in welke mate herkennen en waarderen zij het accent op wetenschappelijk onderzoek dat hun docenten hebben geprobeerd te versterken? Deze onderzoeksprojecten, hoewel nog in volle gang, leveren een bijdrage aan inzichten over het ontwerpen en uitvoeren van universitair vakonderwijs, een terrein dat onderzoeksmatig nog vrijwel geheel braak ligt (vgl. Goedhart, 2006).

De toekomst

Ter afsluiting van deze rede wil ik in kort bestek aangeven waar ik mij de komende tijd in mijn werk op wil richten. Het zal u niet verbazen dat hierbij de docent centraal zal blijven staan. Via het ICLON wil ik graag betrokken blijven bij de scholing van docenten in het voortgezet en het hoger onderwijs. Een brandend probleem dat we in landelijk verband moeten aanpakken is het dreigende lerarentekort. Hiervoor zullen we opleidingstrajecten moeten ontwerpen die aantrekkelijk zijn voor potentiële docenten en die tegelijkertijd voldoen aan eisen van inhoudelijke kwaliteit. Interessante ontwikkelingen die hiermee samenhangen betreffen de oprichting van een landelijk expertisecentrum Leren van docenten, dat is gehuisvest bij het ICLON, en de plannen om te komen tot een geaccrediteerde Research-master Vakdidactiek, die vooral interessant zal zijn voor de vakdocent die naar verdieping streeft. Ook de al genoemde invoering van de Basiskwalificatie Onderwijs in het universitair onderwijs beschouw ik als een interessante uitdaging waaraan ik graag meewerk.

Wat betreft mijn wetenschappelijk onderzoek voorzie ik een aantal ontwikkelingen. Sommige hiervan worden al zichtbaar in onlangs begonnen projecten, terwijl andere nog

op de tekentafel liggen. Een belangrijke ambitie betreft het opnemen van leerlingen of studenten in het onderzoek naar docenten. In de eerste plaats kunnen leerlingen en studenten als informanten dienen over het gedrag en - tot op zekere hoogte - de kennis van hun docenten. Maar ook wordt het tijd om te onderzoeken in hoeverre bepaalde kennis en opvattingen van docenten gerelateerd zijn aan cognitieve of affectieve leeropbrengsten bij hun leerlingen. In een onlangs gestart promotieonderzoek gaat Nelleke Belo op zoek naar verbanden tussen opvattingen van bètadocenten over hun vakonderwijs en de manieren waarop hun leerlingen het bètaonderwijs beleven. Een andere ambitie heeft te maken met het design van het onderzoek. Het meeste onderzoek naar kennis van docenten, ook het mijne, wordt tot dusver gekenmerkt door kleinschaligheid en is beschrijvend van aard. Ik denk dat we langzamerhand zoveel weten van de praktijkkennis van docenten en hoe deze zich ontwikkelt, dat het mogelijk wordt om interventiestudies op te zetten, al dan niet met een experimenteel design, waarmee de effecten van specifieke opleidingsdidactische trajecten worden vastgesteld. Ik ben betrokken bij een recent gestart promotieonderzoek aan de Universiteit van Amsterdam, waarin een dergelijke aanpak is opgenomen. Extra verheugend is dat dit project betrekking heeft op het universitair onderwijs, waarmee een laatste ambitie ondersteund wordt. Ik wil namelijk graag meer onderzoek verrichten op het terrein van de universitaire didactiek. Zoals ik al zei is dit terrein nog grotendeels onontgonnen, terwijl onderzoek naar de praktijkkennis en PCK van universitaire docenten kan bijdragen aan de kwaliteit van het universitaire onderwijs.

Dankwoord¹

Ik heb het geluk gehad altijd in bijzonder collegiale omgevingen te kunnen werken, met veel stimulansen om te leren. Het is dan ook ondoenlijk om iedereen te noemen die een belangrijke bijdrage aan mijn ontwikkeling heeft geleverd. Zonder anderen te kort te willen doen, wil ik een paar mensen met name noemen waar ik veel van geleerd heb in de afgelopen 25 jaar.

Wobbe de Vos, die als mijn mentor heeft gefungeerd bij het afstuderen en later promoveren in de chemiedidactiek. Van hem heb ik niet alleen heel veel geleerd op het gebied van het scheikundeonderwijs, maar hij heeft me ook geleerd te relativieren en helder te schrijven.

Tom van Eck, die met mij als beginnend scheikundedocent zijn indrukwekkende PCK, oftewel zijn inzicht in het leren en onderwijzen van scheikunde, deelde.

Het spijt me zeer dat Wobbe en Tom deze dag niet hebben kunnen meemaken.

Gerard van den Berg en Wim Jochems, die mij na mijn promotie hebben laten inzien dat er bij goed onderwijs meer komt kijken dan vakdidactiek en die veel geduld hebben gehad met mijn -zeker in die tijd- nogal rumoerige optreden.

Douwe Beijaard en Jan Vermunt, waarmee ik gelijktijdig begon bij het ICLON en op een bijzonder prettige en open manier jarenlang heb samengewerkt. Deze samenwerking is voor mijn vorming als onderwijsonderzoeker van groot belang geweest. Tenslotte Nico Verloop, die mij vanaf mijn komst naar het ICLON gecoacht heeft op een manier die voor mij buitengewoon effectief is geweest: door vertrouwen te geven en tegelijkertijd prestaties te verwachten. Hij is altijd bereid om feedback en advies te geven, op de van hem bekende directe manier. Alleen mijn motoriek heeft hij niet kunnen verbeteren...

Ik wil het College van Bestuur en het bestuur van de Faculteit der Wiskunde en Natuurwetenschappen bedanken voor het creëren van een leerstoel op het gebied van de didactiek van de natuurwetenschappen en voor het vertrouwen om mij op deze positie te benoemen. Het instellen van deze leerstoel onderschrijft het toegenomen belang dat in deze universiteit wordt gehecht aan onderwijs in het algemeen en aan didactische scholing en ontwikkeling in het bijzonder.

Tenslotte bedank ik graag al mijn collega's van het ICLON voor de buitengewoon prettige werk- en leeromgeving die jullie al sinds 1995 voor mij vormen. Ik hoop dat we elkaar kunnen blijven inspireren bij de scholing van docenten en het onderzoek op dit gebied. Een bijzondere groep collega's wordt gevormd door de promovendi die ik sinds 2000 begeleid. Ik voel me zeer bevoorrecht dat ik zo intensief kan samenwerken met mensen die - hoewel in veel opzichten totaal verschillend - met elkaar gemeen hebben dat ze heel gemotiveerd, slim en toegewijd zijn. Jullie geven mij veel vertrouwen voor de toekomst.

Ik dank u allen voor uw komst en uw aandacht.

Noot

- ¹ Ik bedank Yolanda Entius, Pernille Kruse, Marieke van Haaren, Ietje Veldman, Marjan Voorkamp, en Nico Verloop voor suggesties en commentaar op eerdere versies van deze tekst.

Bibliografie

- Abell, S.K. (2007). Research on science teacher knowledge. In: Abell, S. & Lederman, N. (Eds.), *Handbook of Research on Science Education* (pp. 493-536). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Aikenhead, G.S. (2006). *Science education for everyday life: Evidence-based practice*. New York : Teachers College Press.
- Akiba, M., LeTendre, G.K., & Scribner, J.P. (2007). Teacher quality, opportunity gap, and national achievement in 46 countries. *Educational Researcher*, 36, 369-387.
- Bais, F.A. (1998). Aanslag op een kip met gouden eieren. Tijdschrift voor Wetenschap, technologie en samenleving. Te vinden op: <http://remote.science.uva.nl/~bais/aanslag.html>
- Calderhead, J. (1981). Stimulated recall: a method for research on teaching. *British Journal of Educational Psychology*, 51, 211-217.
- Carlsen, W.S. (1993). Teacher knowledge and discourse control: Quantitative evidence from novice biology teachers' classrooms. *Journal of Research in Science Teaching*, 30, 471-485.
- Clark, C.M., & Peterson, P.L. (1986). Teachers' thought processes. In M.C. Wittrock (Ed.), *Handbook of Research on Teaching* (3rd ed., pp. 255-296). New York: Macmillan.
- Clarke, D., & Hollingsworth, H. (2002). Elaborating a model of teacher professional growth. *Teaching and Teacher Education*, 18, 947-967.
- Commissie Leraren (2007). *LeerKracht*. Den Haag: Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap.
- Commissie Parlementair Onderzoek Onderwijsvernieuwingen (2008). *Tijd voor Onderwijs*. Den Haag: SDU.
- Darling-Hammond, L. (2000). Teacher quality and student achievement: A review of state policy evidence. *Education Policy Analysis Archives*, 8 (1). Te vinden op: <http://epaa.asu.edu/epaa/v8n1>.
- Darling-Hammond, L. & Bransford, J. (Eds.) (2005). *Preparing teachers for a changing world. What teachers learn and should be able to do*. San Francisco: Jossey-Bass.
- De Jong, O., Van Driel, J.H., & Verloop, N. (2005). Preservice teachers' pedagogical content knowledge of using particle models in teaching chemistry. *Journal of Research in Science Teaching*, 42, 947-964.
- De Vos, W. (1985). *Corpusculum Delicti* (Dissertatie). Utrecht: Universiteit Utrecht.
- De Vos, W. (2001). *De toestand van de schoolchemie*. Utrecht: Universiteit Utrecht.
- De Vos, W. & Verdonk, A.H. (1987). A new road to reactions, part 4: The substance and its molecules. *Journal of Chemical Education*, 64, 692-694.
- Doyle, W. (1990). Themes in teacher education research. In: W.R. Houston (Ed.), *Handbook of research on teacher education* (3rd edition, pp. 3-23). New York: Macmillan.
- Driver, R., Guesne, E., & Tiberghien, A. (1985). *Children's ideas in science*. Milton Keynes: Open University Press.
- Duit, R. (2007). Bibliography – Students' and teachers' conceptions and science education. Te vinden op: <http://www.ipn.uni-kiel.de/aktuell/stcse/stcse.html>
- Elsen, M. et al. (2006). *Researchintensief onderwijs – hoe kan de Universiteit Leiden zich hierbinnen profileren?* ICLON, Afd. Hoger Onderwijs, rapport nr. 166. Leiden: ICLON, Universiteit Leiden.
- Eraut, M. (1994). *Developing professional practice and competence*. London: Falmer Press.
- Gabel, D. (1999). Improving teaching and learning through chemistry education research. *Journal of Chemical Education*, 76, 548-554.
- Goedhart, M. (2006). *Vorbereiden op wetenschapsbeoefening. Uitdagingen voor universitaire bètaopleidingen*. (Oratie). Groningen: Rijksuniversiteit Groningen.
- Grimmett, P.P., & MacKinnon, A.M. (1992). Craft knowledge and the education of teachers. In G. Grant (Ed.), *Review of Research in Education* (Vol. 18, pp. 385-456). Washington: AERA.
- Harrison, A.G., & Treagust, D.F. (1996). Secondary students' mental models of atoms and molecules: Implications for teaching chemistry. *Science Education*, 80, 509-534.
- Hashweh, M.Z. (1987). Effects of subject matter knowledge in the teaching of biology and physics. *Teaching & Teacher Education*, 3, 109-120.

- Henze, I. (2006). Science teachers' knowledge development in the context of educational innovation (Dissertatie). Leiden: ICLON, Universiteit Leiden.
- Hattie, J. (2003). Teachers make a difference: What is the research evidence? Paper presented at the Australian Council for Educational Research Annual Conference on Building Teacher Quality, Melbourne.
- ICLON (2007). The knowledge base of teaching. ICLON Research Program 2007. Leiden: ICLON, Universiteit Leiden.
- Jacobi, R. & Van Driel, J.H. (2007, December). Experienced strategies to strengthen the linkage between research, teaching and learning in a research intensive university. Paper at the annual meeting of the Society of Research in Higher Education, Brighton, UK.
- Justi, R., & Van Driel, J.H. (2005). The development of science teachers' knowledge on models and modelling: promoting, characterizing, and understanding the process. *International Journal of Science Education*, 27, 549-573.
- Justi, R., & Van Driel, J.H. (2006). The use of the IMTPG as a framework for understanding the development of science teachers' knowledge on models and modelling. *Teaching & Teacher Education*, 22, 437-450.
- Kessels, U., Rau, M. & Hannover, B. (2006). What goes well with physics? Measuring and altering the image of science. *British Journal of Educational Psychology*, 74, 761-780.
- Loughran, J., Mulhall, P., & Berry, A. (2004). In search of pedagogical content knowledge in science: Developing ways of articulating and documenting professional practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 41, 370-391.
- Meijer, P.C., Verloop, N., & Beijaard, D. (2002). Multi-method triangulation in a qualitative study on teachers' practical knowledge: An attempt to increase internal validity. *Quality & Quantity*, 36, 145-167.
- Oolbekkink-Marchand, H.W. (2006). Teachers' perspectives on self-regulated learning: An exploratory study in secondary and university education (Dissertatie). Leiden: ICLON, Universiteit Leiden.
- Osborne, J., Simon, S., & Collins, S. (2003). Attitudes towards science: a review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25, 1049-1079.
- Osborne, J. & Dillon, J. (2008). Science education in Europe: Critical reflections. London: The Nuffield Foundation.
- Pajares, M.F. (1992). Teachers' beliefs and educational research. Cleaning up a messy construct. *Review of Educational Research*, 62, 307-332.
- Pieren, L.O.F. et al. (2002). *Chemie; vwo bovenbouw scheikunde 1, deel 1* (5de druk). Groningen: Wolters-Noordhoff.
- Platform Bèta Techniek (2006). *Trends en cijfers in het onderwijs. In-, door- en uitstroom in bètatechniek*. Den Haag: Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap.
- Posner, G.J., Strike, K.A., Hewson, P.W. & Gertzog, W.A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66, 211-227.
- Ruis, P. (2007). *Praktijkvoorbeelden van Research Intensief Onderwijs aan de Universiteit Leiden*. Memorandum nr. 1232. Leiden: ICLON, Universiteit Leiden.
- Schön, D.A. (1983). *The reflective practitioner. How professionals think in action*. New York: Basic Books.
- Shulman, L.S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15 (2), 4-14.
- Shulman, L.S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57, 1-22.
- Van der Rijst, R. et al. (2007). Scientific research dispositions in research, teaching and learning. Paper at the bi-annual conference of the European Association of Research on Learning and Instruction, Budapest.
- Van Driel, J.H. van, & Verloop, N. (1998). 'Pedagogical content knowledge': een verbindend element in de kennisbasis van docenten. *Pedagogische Studiën*, 75, 225-237.
- Van Driel, J.H., Verloop, N., & De Vos, W. (1998). Developing science teachers' pedagogical content knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 35, 673-695.
- Van Driel, J.H., Beijaard, D., & Verloop, N. (2001). Professional development and reform in science education: The role of teachers' practical knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 38, 137-158.

- Van Driel, J.H., & Verloop, N. (2002). Experienced teachers' knowledge of teaching and learning of models and modelling in science education. *International Journal of Science Education*, 24, 1255-1272.
- Van Driel, J.H., De Jong, O., & Verloop, N. (2002). The development of preservice chemistry teachers' PCK. *Science Education*, 86, 572-590.
- Verloop, N. (1991). *Praktijkkennis van docenten als deel van de onderwijskundige kennisbasis (Oratie)*. Leiden: Universiteit Leiden.
- Vermunt, J.D.H.M. (2006). *Docent van deze tijd: Leren en laten leren. (Oratie)*. Utrecht: Universiteit Utrecht.
- Visser-Wijnveen, G. et al. (2007). Conceptions of knowledge, research and teaching and their influence on the research-teaching nexus. Paper at the bi-annual conference of the European Association of Research on Learning and Instruction, Budapest.

In deze reeks verschijnen teksten van oraties en afscheidscolleges.

Meer informatie over Leidse hoogleraren:
Leidsewetenschappers.Leidenuniv.nl

PROF.DR. J.H. VAN DRIEL



- 1984 Doctoraal scheikunde (cum laude),
 Universiteit Utrecht
- 1984-1987: Docent scheikunde aan het St. Ignatius College
 voor HAVO en VWO te Purmerend
- 1985-1990: Wetenschappelijk assistent bij de vakgroep
 Chemiedidactiek, Centrum voor Didactiek
 der β -wetenschappen, Universiteit Utrecht
- 1990-1995: Toegevoegd docent bij de sectie Didactiek en
 Onderwijsontwikkeling (DidO), Technische
 Universiteit Delft
- 1995-1999: Universitair docent bij de afdeling Voortgezet
 Onderwijs van het Interfacultair Centrum voor
 Lerarenopleiding, Onderwijsontwikkeling en
 Nascholing (ICLON), Universiteit Leiden
- 1999-2006: Universitair hoofddocent, ICLON,
 Universiteit Leiden.

2006: Hoogleraar Didactiek van de
 Natuurwetenschappen, Universiteit Leiden

Jan van Driel behaalde het doctoraal diploma in de scheikunde aan de Universiteit Utrecht (1984) en promoveerde in 1990 aan dezelfde universiteit. Zijn promotieonderzoek had betrekking op het leren en onderwijzen van het concept 'chemisch evenwicht'. Hij was vervolgens verbonden aan de Technische Universiteit Delft als docent didactische trainingen en onderwijskundig adviseur. In 1995 trad hij in dienst als universitair docent bij de Universiteit Leiden. Sindsdien heeft hij onderzoek verricht naar kennis en opvattingen van docenten, in de context van lerarenopleiding en onderwijsvernieuwing. Zijn onderzoek maakt deel uit van het ICLON onderzoeksprogramma The knowledge base of teaching. Als universitair hoofddocent en vervolgens hoogleraar is hij betrokken bij verschillende onderzoeksprojecten uit dit programma. Recente projecten betreffen de opvattingen van bètadocenten over vakonderwijs en de didactische kennis van universitaire docenten over de verwevenheid van onderzoek en onderwijs. Hij is lid van de redactie van verschillende wetenschappelijke tijdschriften, met name International Journal of Science Education, Journal of Research in Science Teaching en Pedagogische Studiën.



Universiteit Leiden