

Gevoelig worden voor redeneringen van leerlingen én studenten

In alle schoolvakken speelt het leren van vakbegrippen en -redeneringen een rol. Een gematigd constructivistisch standpunt zegt dat begrippen niet kunnen worden overgedragen van de docent naar de leerling. Leerlingen moeten begrippen en manieren van redeneren zelf ontwikkelen. Ze kunnen daarbij worden geholpen door de leeromgeving die de docent aanbiedt: informatie, discussies over betekenissen en ervaringen die voor de begrippen van belang zijn.

In het onderwijs in de bètavakken speelt begripsvorming een hoofdrol. Uit onderzoek is bekend dat, als het om begripsvorming gaat, dat onderwijs niet zo succesvol is. Leerlingen leren wel de vaktermen te gebruiken, maar de betekenis die ze eraan toekennen verschilt vaak van de in het vak geaccepteerde betekenis. Dat komt tot uiting in begripsproblemen: veel leerlingen geven heel andere dan de gewenste antwoorden als hen begripsvragen worden voorgelegd. Ze blijken dan vast te houden aan begrippen en redeneringen die voortkomen uit hun alledaagse ervaringen.

In dit artikel beschrijven we hoe studenten/aanstaande leraren gevoelig gemaakt kunnen worden voor deze redeneringen van leerlingen. Door zelf gevoelig te zijn voor wat onze studenten doen en zeggen hebben we manieren opgespoord waarop de studenten in hun onderwijs zulke redeneringen productief kunnen gebruiken voor het oplossen van begripsproblemen. Onze voorbeelden, voornamelijk afkomstig van studenten natuur- en wiskunde, ontleen we aan onze praktijk als onderzoeker en lerarenopleider. We hebben zo eenvoudig mogelijke voorbeeldsituaties gekozen. Laat u inspireren en probeer er voorbeelden uit uw eigen vak en eigen praktijk bij te 'denken'!

Leerlingen, studenten, opleiders vakdidactiek

Leerlingen blijven vaak vasthouden aan hun oude leerlingredeneringen, ook al hebben zij inmiddels de vakredeneringen en daarmee samenhangende vakbegrippen leren kennen en leren toepassen. Een oorzaak daarvan ligt in het feit dat het onderwijs in de natuurwetenschappelijke vakken en wiskunde leerlingen in het ongewisse laat waar de oude redenering tekort schiet, wat het gevolg daarvan is voor de gebruikte begrippen en waarom dus een andere betekenisgeving gewenst is. Voor de meeste leerlingen komt het vak met oplossingen terwijl er voor hen (nog) geen probleem is. Met als gevolg dat zij te weinig uitgedaagd en gemotiveerd worden om zich in de vakredenering te verdiepen (Vollebregt e.a. 2000).

De oplossing van deze problematiek moet niet gezocht worden in het afwijzen van leerlingredeneringen, maar juist in het gebruik maken ervan als stuwende kracht bij begripsontwikkeling. Leerlingen moeten uitgedaagd worden hun redeneringen te expliciteren, voorspellingen te doen en die te controleren, bijvoorbeeld door experimenten te bedenken en logische redeneringen toe te passen. Zo worden hun ideeën en de begrippen die eruit voortkomen ter discussie gesteld. Een belangrijke

taak voor de vakdidactiek is aan te geven hoe de leerlingredeneringen eruit zien, hoe de leerlingen de 'zwakke punten' ervan op het spoor kunnen komen en ervaringen kunnen opdoen die hen op een productief spoor kunnen zetten. Interactie met medeleerlingen en met de docent is daarbij essentieel.

Studenten komen de lerarenopleiding binnen met allerlei ideeën en ervaringen over hun vak, het onderwijzen van hun vak en onderwijzen in het algemeen. Daarin is niet zonder meer ruimte voor waardering voor leerlingredeneringen. Integendeel, zij zijn geneigd leerlingredeneringen als 'fout' af te wijzen en te vervangen door de 'juiste' vakredeneringen. Dat kan pas veranderen als de studenten de leerlingredeneringen ervaren als authentieke inbreng van leerlingen die waardevol, ja noodzakelijk is, voor de ontwikkeling in de richting van vakbegrippen.

Haenen en Schrijnemakers (1999) hebben een manier beschreven om in de lerarenopleiding te werken aan begripsvorming bij aanstaande docenten geschiedenis, door integratie van leerpsychologie en vakdidactiek. Zij streven 'dubbele doelstellingen' (Korthagen 1998) na: gaan ervan uit 'dat zich in het leren van de studenten vergelijkbare verschijnselen voordoen als bij het leren van leerlingen op de stageschool'. Wij gaan in dit artikel nog een stap verder. Als wij als opleiders van studenten verlangen dat zij luisteren naar hun leerlingen, dat zij de inhoud van leerlingbegrippen achterhalen, dan moeten wij bereid zijn datzelfde te doen bij onze studenten. Zo kunnen wij hen een constructivistische leeromgeving bieden en tegelijk zelf veel te weten komen over hun proces van vakdidactiekontwikkeling.

AUTEUR(S)

Ton van der Valk
 IMLOS, Universiteit Utrecht
 & Centrum voor Didactiek
 van Wiskunde en
 Natuurwetenschappen,
 Universiteit Utrecht

Harrie Broekman
 IMLOS, Universiteit Utrecht

Waar het leerlingen betreft, gaat het ons om het leren van vakbegrippen en -redeneringen. Waar het aanstaande leraren betreft, gaat het ons om 'vakdidactiek leren'. Zelf leren wij over 'opleidings(vak)didactiek': onze begeleiding van het vakdidactiek leren van aanstaande docenten. Dit idee van congruentie in de doelstellingen en methoden voor verschillende groepen lerenden (waaronder de opleiders) vormt het centrale punt in deze bijdrage.

Het idee van congruentie in de doelstellingen en methoden voor verschillende groepen lerenden (waaronder de opleiders) vormt het centrale punt in deze bijdrage.

Onderzoek en onderwijs

Uit diverse onderzoeken is bekend dat zelfs academische studenten in niet te verwaarlozen mate kampen met begripsproblemen, van dezelfde soort als leerlingen (Viennot, 1979). Zij zijn zich daar meestal niet van bewust. Ze hebben er ook niet direct last van, omdat zij zich in hun studie vooral met abstracte situaties bezighouden. Als ze zich oriënteren op het leraarschap, moeten ze zich (weer) gaan bezighouden met situaties uit de leefwereld. Dan wordt manifest dat aanstaande leraren de begripsproblemen van vroeger nog lang niet allemaal overwonnen hebben (Oldham, e.a. 1999; Reinke 1997; Frederik e.a. 1999).

Wij hebben enige jaren geleden gerapporteerd over ons onderzoek naar de beginsituatie van de studenten over hun (vak)didactische kennis. We gebruikten daarbij de 'lesvoorbereidingsmethode' (Van der Valk en Broekman, 1997). Deze methode houdt in dat studenten vlak voor hun eerste stage gevraagd wordt een les over een begrip voor bijvoorbeeld een brugklas voor te bereiden. Daarna worden ze erover geïnterviewd. We hebben resultaten gerapporteerd, afkomstig van studenten uit diverse opleidingen (Broekman en Van der Valk, 1998).

Studenten vertelden dat ze de lesvoorbereiding en het interview heel leerzaam vonden. Daarom hebben we die activiteiten opgenomen in onze eigen cursus ¹ 'Oriëntatie op de Educatieve Praktijk' voor studenten wis- en natuurkunde. De studenten bleken vooral van de bedoelde activiteiten te leren als het over een 'problematisch' vakbegrip moest gaan. Dat wil zeggen een begrip waarbij zich begripsproblemen voordoen. We spreken nu van de *lesvoorbereidingsactiviteit* die de volgende onderdelen kent:

- de studenten bereiden individueel een les voor over een 'problematisch' vakbegrip
- ze rapporteren aan elkaar hoe hun les eruit ziet en ze bevragen elkaar (dit in plaats van het interview)
- de opleider bespreekt enkele punten uit de rapportages die vanuit het vakdidactisch perspectief interessant zijn.
- studenten krijgen de opdracht een reflectie te schrijven. Om na te gaan of de studenten door deze activiteiten gevoelig werden voor leerlingredeneringen hebben we gegevens verzameld door studenten te interviewe-

wen, hun voorbereidingspapieren te vragen, discussies tijdens bijeenkomsten op audioband op te nemen en de reflecties van de studenten bijeen te brengen. In het vervolg van de cursus wilden we die gevoeligheid verder ontwikkelen in de context van de schoolstage. Daarvoor gebruikten we 1-1 lessen (Vedder, 1984):

- de student gaat tijdens een les of in een tussenuur met één leerling apart zitten om een stukje leerstof te behandelen of te herhalen
- op audioband wordt opgenomen wat er gezegd wordt
- de student luistert de band af en schrijft erover in het logboek
- van één les schrijft hij/zij een stukje van ongeveer vijf minuten uit waarin zich iets interessants voordoet
- dat stukje brengt de student in op een cursusbijeenkomst en wordt daar besproken
- tot slot schrijft de student een reflectie op de (meestal vier) 1-1 lessen die hij/zij heeft gegeven.

Ook over de 1-1 lessen hebben we gegevens verzameld: besprekingen die op audioband zijn opgenomen, transcripties die de studenten van stukjes van hun eigen les maakten, geschreven reflecties. Aan het einde van de stage geven de studenten een kleine les-serie aan een volledige klas. Om te kijken of zij de ontwikkelde gevoeligheid daarin gebruiken hebben we materiaal verzameld: logboekantekeningen, reflectieverslagen en eigen observaties in de les van de studenten. We hebben deze gegevens geanalyseerd vanuit een vakdidactisch perspectief.

Begripsproblemen bij aanstaande leraren

Aanstaande leraren kampen met dezelfde soort begripsproblemen als leerlingen. Dat geldt voor Pabo studenten, studenten van tweedegraads opleidingen en universitaire studenten. We grijpen die problemen aan om onze (universitaire) studenten bewust te maken van het bestaan van begripsproblemen, zelfs bij hen als vakdeskundigen. Het volgende stukje over student Anneke kan een indruk geven hoe we dat doen.

Anneke: het eigen begripsprobleem als aanleiding tot leren

a. Anneke bereidt een natuur/scheikundeles (2e klas) voor over 'temperatuur en warmte'. Ze wil in die les het begrip 'faseovergang' gaan behandelen. Daarvoor is ze van plan een destillatieopstelling 'van water naar stoom en weer terug' op het bord te tekenen.

Ze tekent één thermometer in het water en één in de stoom (zie figuur 1). Aan de hand daarvan wil ze een aantal vragen stellen, onder andere *wat is de temperatuur op de verschillende plaatsen?* ²

b. Bij de beschrijving van haar les aan medestudenten zegt ze welke temperaturen de thermometers zullen aangeven: 100 °C in het kokende water en 120 °C in de stoom.

Medestudent Teun weet dat de stoom ook 100 °C is en reageert: *Waarom denk je dat de temperatuur van de stoom 120 °C is?* Anneke expliciteert haar redenering:

aan stoom kun je je meer branden dan aan water van 100 °C. Dat is wel waar, maar de conclusie niet!

Begripsprobleem!

c. In de bespreking laat de opleider zien dat het begripsprobleem van Anneke ook bij veel leerlingen voorkomt. En dat het onderwijs zo'n probleem zelfs kan versterken. Bijvoorbeeld: onbedoeld wordt vaak gesuggereerd dat verwarmen *altijd* leidt tot verhoging van temperatuur. Een kritische beschouwing leert dat de lessen van vrijwel alle medestudenten deze suggestie bevatten. Niet alleen Anneke heeft dus een probleem!

d. Als ze een week later een reflectie op haar les schrijft, laat Anneke zien dat ze haar begripsprobleem heeft overwonnen. Ze is bovendien gevoelig geworden voor leerlingredeneringen: *ze wil leren zich in te leven in de denkwereld van een onderbouwer.*

Deze wens van Anneke stelt ons als opleiders voor de vraag: hoe kunnen wij studenten leren zich in de denkwereld van de leerlingen in te leven? Eén manier hebben we eigenlijk hierboven al beschreven: gebruik maken van (restjes van) begripsproblemen bij de studenten zelf. Een andere, in zekere zin makkelijke, manier is ze vakdidactische artikelen over begripsproblemen geven. Er zijn nog meer manieren, want sommige studenten hielden al in hun geplande uitleg rekening min of meer onbewust met leerlingredeneringen die nog niet in de cursus aan bod geweest waren. Hoe kenden ze die?

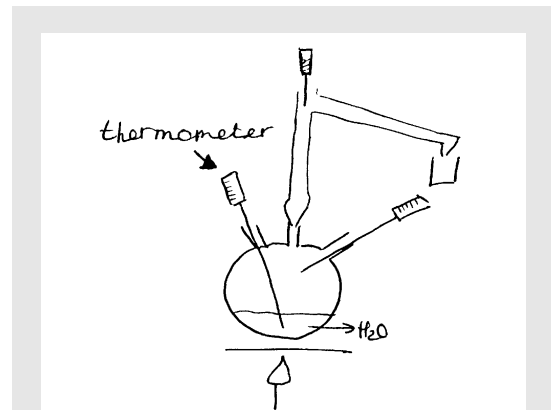
Vier manieren om een uitleg te bedenken

We hebben vier manieren gevonden waarop studenten een uitleg over een 'problematisch begrip' bedachten. Alle vier kunnen ze waardevol zijn. Slechts twee blijken gepaard te gaan met het ontwikkelen van 'gevoel' voor begripsproblemen en leerlingredeneringen. Nagaan 'hoe een schoolboek het doet' is in een normale voorbereidings situatie de meest voor-de-handliggende manier om op ideeën te komen hoe je iets uitlegt. Bij de lesvoorbereidingsactiviteit krijgt de student echter *geen* leerlingenboek omdat het onze bedoeling is hun voorkennis en redeneringen te onderzoeken. Met een boek is de neiging groot de gedachtegang van het boek te volgen.

Manier 1: *in het leerlingenboek kijken*

Fred, afgestudeerd elektrotechnisch ingenieur, bereidt een les over temperatuur en warmte voor en wordt daarna geïnterviewd. Hij merkt dat hij het verschil tussen warmte en temperatuur zelf niet goed onder woorden kan brengen. Daarom gaat hij meteen na het interview naar de bibliotheek om in schoolboeken te kijken. Diezelfde dag is er een cursusbijeenkomst waarop de studenten aan elkaar rapporteren. Fred vertelt over zijn probleem en over de manier waarop hij naar een oplossing gezocht had:

Na het interview vanochtend keek ik even in de natuurkundeboeken en dan weet je het wel meteen weer.



Figuur 1: De opstelling die Anneke op haar voorbereidingspapier tekende

En toen ik bladerde: o ja, o ja. Je weet het meteen.

Het is ook een kwestie van even herhalen denk ik.

De opleider vraagt hem vervolgens: wat is nou het verschil tussen warmte en temperatuur? Fred geeft dan toch weer het antwoord dat hij ook in het interview gaf. De schoolboeken hebben hem niet verder geholpen.

Dit geeft aan dat het kijken in schoolboeken niet bijdraagt aan het gevoelig worden voor leerlingredeneringen, hoewel het natuurlijk wel nuttig kan zijn voor andere doelen in de opleiding. Als studenten gevoelig zijn geworden voor leerlingredeneringen zal het schoolboek niet meer het eerste, belangrijkste houvast voor hen hoeven te zijn. Ze zullen het schoolboek kritisch kunnen benaderen vanuit de kennis die ze over de leerlingen hebben verkregen. Ongeveer de helft van de studenten van wie we materiaal verzameld hebben vertelde, meestal spontaan, dat zij zich bij de lesvoorbereiding afvroegen: hoe heb ik het zelf geleerd? Niet iedereen slaagde erin die herinnering op te roepen. Wie het wél lukte kon de eigen redenering als leerling gebruiken bij het bedenken van een uitleg.

Manier 2:

teruggaan naar hoe je het zelf hebt geleerd

Eva bereidt een les over het begrip oppervlakte voor. Ze wil haar leerlingen een rechthoek geven, die ze diagonaal door midden moeten knippen. Zo krijgen ze twee driehoeken die ze op elkaar moeten leggen. Dan zien ze dat die twee gelijk zijn. In het interview geeft Eva aan hoe ze op het idee kwam en wat ze er mee wil bereiken:

Ik weet nog dat ik leerde over driehoeken. Ik vroeg me altijd af waarom de oppervlakte een half basis maal hoogte was. Geen van mijn leraren kwam met een goede uitleg. Ze hadden zo iets van: 'het is nou eenmaal zo, dat moet je maar aannemen'. Daar houd ik niet van.

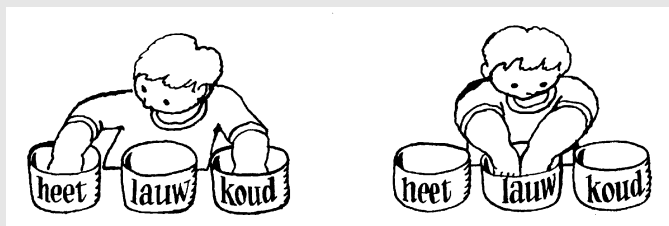
Eigenlijk kwam ik op deDDMMze activiteit toen ik me dat weer herinnerde: 'O ja, daarom is het de helft'. [...] ik deed het zelf eens en toen was het van 'OK, nu begrijp ik het'.

De herinnering aan de eigen redenering van vroeger is een krachtig hulpmiddel bij het gevoelig worden voor leerling-redeneringen. De herinnering biedt vaak aanknopingspunten voor het bedenken van een productieve leerlingactiviteit, een activiteit die betekenisvol is en bijdraagt aan het begrip, zoals het knippen en op elkaar leggen van de twee driehoeken. Enkele studenten gaan nog een stap verder. Ze gebruiken hun eigen leerlingredenering vervolgens ook om het begrip in een nieuwe situatie verder uit te diepen.

Warm en koud voelen en meten

Mart heeft een les over temperatuur voorbereid. Hij herinnert zich een proef die hij als veertienjarige in het Evoluon deed: één hand in koud water, de andere in warm water en daarna allebei in lauw water (zie figuur 2).

Gevolg: de 'warme' hand zegt: "dat water is koud". Tegelijk zegt de 'koude' hand: "hé, lekker warm". Zo merk je dat je handen geen betrouwbaar instrument zijn om temperatuur te meten.



Figuur 2: De proef die Mart wil laten doen

Mart wil deze proef in zijn les gebruiken en hij gebruikt dezelfde gedachtegang nog eens. Om de leerlingen te overtuigen dat de thermometer wél betrouwbaar is, laat hij het experiment ook doen met twee thermometers in plaats van handen. De leerlingen kunnen dan zien dat de thermometers in het lauwe water dezelfde temperatuur aangeven en dus wél betrouwbaar zijn.

Ook hier zien we weer een productieve leerlingactiviteit: de handen en de thermometer in het water stoppen en vergelijken. Dat toont de kracht van de lesvoorbereiding als een constructivistische opleidingsactiviteit.

En wel in dubbele zin: de student stelt zich een probleem en (re)construeert via herinnering een oplossing. Omdat deze tot het plannen van leerlingactiviteiten leidt, wordt (te zijner tijd) ook de constructieve denkkraft van leerlingen aangeboord.

Niet alle studenten slagen erin zich te herinneren hoe ze het zelf geleerd hebben. Dan staan ze voor een probleem: hoe bedenk je een uitleg? Als dat niet lukt kan de lesvoorbereiding een frustrerende bezigheid zijn.

Wat valt er aan verhoudingen uit te leggen?

Wiskundestudent Marianne vond de lesvoorbereidingsactiviteit over verhoudingen heel vervelend: *Ik kon gewoon niet meer bedenken wat er nu aan een verhouding uit te leggen valt. (...). Mijn grootste probleem was volgens mij, dat ik absoluut niet meer kan bedenken hoe ik dit geleerd heb. (...) ik heb het natuurlijk geleerd, maar het zit zo verschrikkelijk vastgesloten dat ik niet meer weet hoe het erin gekomen is, zeg maar.*

Een mogelijke uitweg voor zo'n student is te analyseren uit welke stukjes het vakbegrip, zoals nu zelf beheerst, is opgebouwd.

Manier 3:

Reconstructie van een begrip

Ik ben eerst nagegaan hoe het [leren van temperatuur en warmte] bij mij is gegaan, maar dat ging heel moeilijk. En toen heb ik wat begrippen in mijn hoofd proberen op te halen van 'hoe zou ik dat nou opbouwen'?

Hoewel begripsreconstructie zeker een belangrijke activiteit kan zijn bij het leren van vakdidactiek, draagt het niet bij tot het gevoelig worden voor leerlingredeneringen. Het bleek bij onze studenten met drie problemen gepaard te gaan:

- de begripsreconstructie stopt op het elementaire vakniveau. Voor de leerling is vaak nog een extra stap nodig: van de leefwereld naar het vak. Dit probleem lijkt voor de natuurwetenschappelijke vakken groter te zijn dan voor de wiskunde
- het is onbevredigend voor de student om zijn/haar verhaal 'half' te vertellen. Gevolg: de uitleg gaat al snel te diep en duurt te lang
- het stimuleert de student niet tot het ontwerpen van leerlingactiviteiten anders dan luisteren naar de uitleg en sommen maken.

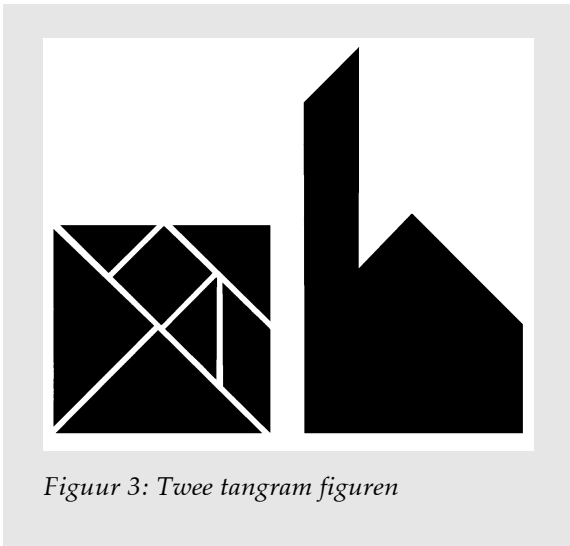
Studenten die aan de lerarenopleiding beginnen hebben soms al enige onderwijservaring (bijlessen, huiswerkklas begeleiden) of hebben al op een school rondgekeken. Dat kan aanknopingspunten bieden bij het bedenken van een les.

Manier 4:

Gebruik maken van ervaring met onderwijssituaties

Erik bereidt een les aan een brugklas voor over oppervlakte. Hij laat de leerlingen uit een vierkant stuk ruitjespapier het tangramspel (zie fig. 3) knippen. Daarmee wil hij figuren laten leggen, waarvan de leerlingen de oppervlakte moeten bepalen. Zo ervaren ze dat alle tangramfiguren dezelfde oppervlakte hebben. Dat spreekt niet vanzelf (Inhelder en Piaget, 1958).

Ik kan me helemaal niet meer herinneren hoe ik oppervlakte geleerd heb. Ik heb nog wel geprobeerd het terug te krijgen, maar ik wist het gewoon niet meer. Ik dacht dat zal wel met hokjes tellen geweest zijn.



Figuur 3: Twee tangram figuren

[interviewer: hoe kwam je dan op het idee om dat via de hokjes te doen?]

Ik zag dit liggen, zo'n transparant met grote ruiten. En daarna werd ik geïnspireerd door dit karton. Want dat deed me aan het tangramspel denken [...] Ik heb eens een brugklasintroductie gezien. Toen lieten ze de leerlingen met het tangramspel spelen.

Eigen onderwijservaring en lesobservaties kunnen studenten zeker op ideeën brengen voor leeractiviteiten. Concreet 'werkmateriaal' dat in de lesvoorbereidingsituatie aanwezig is, kan daarbij inspireren. We hebben overigens gemerkt dat de lesvoorbereidingsactiviteit minder goed werkt bij studenten die al veel ervaring hebben met 'lesgeven aan een klas'. Zij herinneren zich vooral hoe zij het onderwerp zelf onderwezen hebben. Dat geeft hen weliswaar een zekere notie over hoe lastig het onderwerp voor leerlingen is, maar meestal hebben ze de authentieke leerlingredeneringen in die complexe situatie niet opgemerkt. Dit benadrukt het belang van het gevoelig maken voor leerlingredeneringen in een vroeg stadium van de lerarenopleiding. Ook pleit het ervoor de student niet te snel in een complexe onderwijssituatie te brengen.

Leerlingredeneringen herkennen in eenvoudige lessituaties

In 1-1 lessen worden studenten vaak met leerlingredeneringen geconfronteerd. We hebben globaal vier manieren gevonden waarop ze dan kunnen reageren. Twee van deze reacties leiden ertoe dat leerlingen hun redenering expliciteren, zodat die ook productief gemaakt kunnen worden voor hun begripsontwikkeling.

Reactie 1: Verwerpen

Arie geeft een 1-1 les aan Els (2 HAVO) over dichtheid, een onderwerp dat ze in de gewone les niet begrepen had. Arie heeft de les voorbereid en neemt als voorbeeldsituatie: als water bevroert, zet het uit en dus is de dichtheid van ijs kleiner dan van water. Els blijkt niet te weten dat water uitzet als het bevroert. Daarom

neemt Arie de situatie dat hij een bak van 750 gram met 1000 gram water vult en in het vriesvak zet. Hij stelt dat het ijs na enige tijd is bevroren en de bak is gebroken.

Arie: *Stel nu dat je al dat ijs en de glasscherven gaat wegen, hoeveel denk je dat dat weegt samen?*

Els: *Nou, meer dan dat ... lijkt me, meer dan die 1000 gram.*

Arie: *Maar aan het begin hè, aan het begin hadden we die bak gevuld met water en dat woog 1750 gram*

Els is op het water gericht en denkt dat het water (1000 gram) 'meer' weegt. Ze geeft dus niet het antwoord dat Arie wil (n.l. 1750 gram). Arie verwerpt haar antwoord, hetgeen je kunt zien aan het woord maar waarmee hij zijn zin begint. Meestal leidt een verwerpende reactie ertoe dat de leerling het antwoord niet verder uitwerkt maar de leraar zijn/haar oplossing laat geven. Dat geldt ook voor de volgende reactie.

Reactie 2: Negeren

Arie richt de aandacht opnieuw op het ijs en de glasscherven. Els reageert met:

Els: *Oh Ja, die lucht is eruit [uit het water / ijs]... ehm ..*

Arie: *Ja, ik ga dat dus gewoon wegen [enz.]*

Arie zegt wel 'ja', maar gaat helemaal niet door op wat Els zegt: hij negeert het. Toch kan het zeer wel zijn dat Els hier eigenlijk een argument geeft voor haar idee dat het ijs zwaarder is dan het water. Een typische leerlingredenering is: iets wordt zwaarder als er lucht uit gaat, lucht heeft een soort negatief gewicht. Door het negeren wordt Els weer niet gestimuleerd haar gedachten te verwoorden.

Bij Lia, de 1-1 leerling van natuurkundestudent Dries, loopt het anders. Zij heeft een idee dat lijkt op dat van Els. Dries begrijpt haar echter niet, vraagt door en daardoor wordt Lia's redenering (een beetje) duidelijk.

Reactie 3: Erkennen

Dries praat met Lia over het gewicht van lucht.

Dries: *De vraag is dus: wordt een opgepompte bal lichter als je hem leeg laat lopen?*

Lia: *Nee*

Dries: *Hoe kom je daarbij?*

Lia: *Nou, ik heb wel eens een plastic bal in de vijver getrapt en toen bleef ie drijven. En een leren bal ook.*

[Dries blijft doorvragen; uiteindelijk zegt Lia]

Lia: *Maar dat weegt toch niet, lucht?*

Dries: *Lucht weegt niet?*

Lia: *Nou, dat is toch zo? Een lekke bal is toch niet zwaarder als je die op een weegschaal zet dan een volle bal, of wel?*

Dries *Nou ...*

Lia *Heb ik zo'n idee, ik bedoel: als ik een lekke bal trap, dat is zwaarder dan als ik gewoon een volle bal trap*

Dries toont zich geïnteresseerd in wat Lia bedoelt: hij vraagt door, herhaalt en laat zo merken dat hij luistert. Lia voelt zich **erkent**. Dat stimuleert haar niet alleen tot het verduidelijken van haar redenering. Het heeft ook tot gevolg dat ze een productieve vakactiviteit voorstelt: laten we maar eens wegen! Bij het bespreken van zo'n uitgeschreven stukje les ligt de nadruk niet alleen op het begrijpen van wat de leerling bedoelt. Belangrijker is hoe de student het voor elkaar krijgt dat de leerling zijn denkwijze toelicht. Daarom wijst de opleider op de (gespreks)technieken die de student gebruikt en het effect ervan op de leerling. Als studenten kennis hebben van de inhoud van leerlingredeneringen, kunnen ze er op anticiperen. Dat vereist wel dat ze mogelijke leerlingredeneringen kennen en er gevoelig voor zijn.

Reactie 4: Anticiperen op leerlingredeneringen

Jan weet uit vakdidactische literatuur dat het voor onderbouwleerlingen moeilijk is de energie van elektrische stroom en de stroom zelf van elkaar te onderscheiden. Uit de manier waarop zijn 1-2 leerlingen Mirjam en Sanne uit 4 HAVO een opgave over een schakeling proberen op te lossen, maakt hij op dat dit ook nog een beetje voor hen geldt. Dus bedenkt hij een productieve vaksituatie waarin dit probleem aan de orde kan komen.

Jan *Maakt het dan nog uit of de stroommeter vóór of achter het lampje staat?*

Sanne *Volgens mij moet hij er achter staan, want dan heeft het lampje energie verbruikt en dan kun je dus opmeten hoeveel energie er nog in de stroom zit*

Jan *En wat vind jij Mirjam?*

Mirjam *Eh, ja, een lampje gebruikt toch geen stroom? Dus het maakt niet uit*

Jan *Het maakt niet uit Sanne?*

Sanne *Ja dat is wel waar. Dus de stroom blijft gewoon rond gaan en de energie wordt aan het lampje afgegeven om licht te geven.*

Het resultaat is dus dat Sanne zelf haar aanvankelijke idee dat de stroommeter energie meet (en dat stroom dus energie is) corrigeert.

Het anticiperen van Jan bestaat uit het aan de orde stellen van juist die situatie (stroommeter vóór of achter het lampje) die een karakteristiek 'fout' antwoord bij leerling met het betreffende begripsprobleem uitlokt. Dat weerspiegelt zijn vakdidactische kennis. Het gebruik maken van de kennis van de medeleerling geeft inzicht in zijn gevoeligheid voor leerlingredeneringen.

We zouden natuurlijk graag willen bereiken dat al onze studenten op de manier van Jan aan leerlingen le-

ren lesgeven. Dat is voor een cursus Oriëntatie op de Educatieve Praktijk te veel gevraagd. Bovendien moet ook Jan nog een stap zetten: hoe doe je zo iets nu in een klas met 25 leerlingen?

De student stelt zich een probleem en (re)construeert via herinnering een oplossing. Omdat deze tot het plannen van leerlingactiviteiten leidt, wordt (te zijner tijd) ook de constructieve denkkracht van leerlingen aangeboord

Leerlingredeneringen herkennen in stagelessen

Aan het einde van de Oriëntatiecursus geven de studenten een lessenserie van zes lessen. Ze wonen elkaars lessen bij, bespreken die met elkaar en met de schoolpracticumdocent, ze houden een logboek bij en schrijven een reflectieverslag.

In een volle klas is het natuurlijk nog veel moeilijker dan in 1-1 lesjes om leerlingredeneringen op te merken en er ook nog wat mee te doen. Toch lukt dat soms, met name als studenten hun lessen geven over een onderwerp dat uitgebreid in de cursus aan de orde is geweest.

De volgende voorbeelden ontleen we aan Teun, Bert en Anneke, die als 'trio' stage liepen op dezelfde school. Zij gaven hun lessenserie elk aan een parallelklas (2mhv) en het toeval wilde dat de lessenserie voornamelijk ging over de begrippen temperatuur en warmte, het onderwerp van de lesvoorbereidingsactiviteit. We hebben bij hen drie manieren gevonden waarop zij leerlingredeneringen opmerken en verwerken in hun les.

Manier 1:

Leerlingredenering in de klas herkennen

Bert geeft een les over faseovergangen. Hij laat zien dat kaarsenwas bij een bepaalde temperatuur stolt, het stolpunt. Ook zegt hij dat 0 °C het stolpunt is van water.

Anneke observeert in zijn les. Zij merkt op dat leerlingen het heel vreemd vinden *dat het smeltpunt hetzelfde is als het stolpunt*. Ze verbaast zich daarover: dat is toch zo vanzelfsprekend! Toch gaat ze opletten of datzelfde probleem in haar eigen klas ook naar voren komt. Dat blijkt inderdaad zo te zijn.

Het herkennen van een leerlingredenering als docent voor de klas wordt makkelijker als de student die redenering eerst als observator gezien heeft. Daarom is het aan te bevelen in parallelklassen te gaan observeren. Een student die een les bijwoont die hij zelf ook moet gaan geven, zal heel gericht observeren. Dat kan de kwaliteit van de observaties verhogen. Een tweede manier om leerlingredeneringen in de klas op het spoor te komen is uit te gaan van kennis 'van anderen' (uit de literatuur, van de SPD, van de opleider). De student kan daarmee gericht zoeken of een bepaalde leerlingredenering in zijn klas voorkomt.

Manier 2:

Leerlingredenering in de eigen klas 'uitproberen'

Anneke heeft een les over het gewicht van lucht gegeven die door medestudent Teun is bijgewoond.

Anneke heeft een glazen bol gewogen, vervolgens de lucht eruit gepompt met een vacuümpomp en de bol nogmaals gewogen.

In de nabespreking vertelt de vakdidactisch opleider, die ook bij de les was, dat hij enkele leerlingen hoorde zeggen tijdens het leegpompen van de bol: *die wordt toch niet lichter, maar zwaarder*. Anneke noch Teun hebben dat opgemerkt en reageren verbaasd: denken de leerlingen dat?

Teun geeft op dezelfde dag min of meer dezelfde les. Hij doet de proef met de bol ook. Vóórdat hij de vacuüm gezogen bol gaat wegen vraagt hij: *Wie denkt dat de bol zwaarder is geworden? Vingers!* Ongeveer de helft van de klas steekt zijn vinger op.

Een derde manier is te letten op wat leerlingen *doen of tekenen*. Daaruit kan ook een gedachtegang duidelijk worden. Meestal heeft een beginnend leraar tijd nodig om te bedenken welke gedachtegang er achter een handeling of tekening zou kunnen zitten.

Manier 3:

Leerlingredenering herkennen in wat leerlingen doen of tekenen

Bert laat leerlingen water verwarmen en elke paar minuten de temperatuur opnemen. Naderhand maken ze een grafiek van de temperatuur uitgezet tegen de tijd.

Hij merkt op dat een groepje meisjes een heftige discussie voert als het water kookt. Het punt lijkt te zijn: doormeten of stoppen? Dat heeft te maken met wat een ander groepje zojuist overkwam: de thermometer knapte toen ze de temperatuur van een vlam wilden meten. Hij ziet dat ze besluiten te stoppen.

Thuis, bij het schrijven van zijn logboek, realiseert Bert zich *dat niet alle leerlingen snappen dat er een hoogste punt [100 °C] is als je water kookt. Moet ik op terugkomen*.

Hij komt er de volgende les op terug als hij de proef bespreekt. Hij vraagt het bewuste groepje naar hun grafiek en laat die op het bord tekenen. In zijn logboek schrijft hij daarover:

Aan de hand van de grafiek op het bord gaan we kijken wat er gebeurt als het water eenmaal bij 100 °C is. De grafiek op het bord stopt hier ook. Sommigen weten al dat dit het hoogste punt is en blijft, anderen denken dat de thermometer zal knappen als je nog langer doormet. Ik heb uitgelegd dat dit niet zo is.

Bert heeft dus de reden van de discussie in het meisjesgroepje ontdekt: enkele meisjes waren bang dat de thermometer zou knappen omdat de temperatuur tijdens het koken boven de 100 °C zou komen!

Deze student, gevoelig voor leerlingredeneringen, slaagde erin door te reflecteren verschillende observaties uit de klas te combineren en om te zetten in een actie voor de volgende les. Dat maakte zijn reflectie-

cirkel rond. De les voor ons als vakdidactici: wijs de studenten niet alleen op wat leerlingen zeggen, maar ook op wat ze doen.

Conclusies en aanbevelingen

We hebben ons afgevraagd hoe studenten gevoelig kunnen worden voor redeneringen van leerlingen, als die tegen de vakredeneringen ingaan, en hoe wij zelf gevoelig kunnen worden voor de redeneringen van onze studenten. We hebben gebruik gemaakt van drie soorten activiteiten van studenten die zich op het leraarschap oriënteren:

- de lesvoorbereidingsactiviteit en bespreking, vóórdat de studenten op stage gaan
 - 1-1 lessen als ze net op stage zijn
 - het geven van een kleine lessenserie aan een klas.
- Een activiteit werd steeds gevolgd door een reflectie op de ervaringen.

Met behulp van de lesvoorbereidingsactiviteit hebben we drie manieren gevonden waarop studenten gevoelig kunnen worden voor leerlingredeneringen en begripsproblemen door:

1. zich bewust te worden van begripsproblemen die bij hen zelf of hun medestudenten naar voren komen
2. zich te herinneren welke problemen ze zelf vroeger rond het begrip hadden
3. recente ervaringen met het begrip in eenvoudige onderwijssituaties.

Deze drie manieren geven ons een antwoord op de vraag van studenten: 'hoe kan ik te weten komen hoe leerlingen denken?' Daarbij is het van belang te benadrukken dat deze manieren kunnen leiden tot het bedenken van een productieve activiteit die de leerlingen aanzet tot actieve constructie van het begrip. Een voorwaarde voor het slagen van de voorbereidingsactiviteit voor dit doel is dat het begrip waarover de les moet worden gemaakt van het vak afwijkende leerlingredeneringen oproept. Het begrip 'temperatuur en warmte' uit het vak natuur- en scheikunde is een goed voorbeeld, en voor wiskunde 'verhoudingen'. 'Oppervlakte' lijkt niet zo problematisch voor academische wiskundestudenten, maar wel voor Pabo studenten.

Het verdient aanbeveling studenten die samen naar een stageschool gaan, hetzelfde onderwerp aan parallelklassen te laten onderwijzen. Zo is de kans groot dat studenten elkaar wijzen op leerlingredeneringen die ze in een klas ontdekken.

Uit 1-1 lessen hebben we geleerd dat studenten op vier manieren kunnen reageren op begripsproblemen die naar voren komen. Ze kunnen de betreffende inbreng van leerlingen verwerpen of (al dan niet bewust) negeren. In beide gevallen is de kans klein dat de leerling zijn redenering expliciteert en productief kan gebruiken om het begrip te leren. Ze kunnen de inbreng ook erkennen door de leerlingen uit te dagen

hun gedachtegang verder uiteen te zetten. En ze kunnen anticiperen op de leerlingredeneringen door hen een productieve vaksituatie voor te leggen. We moeten onze studenten dus trainen in erkennend gedrag en hen laten verzinnen hoe ze op een bepaalde leerlingredenering kunnen anticiperen.

Bij het geven van een kleine lessenserie hebben we drie manieren gezien waarop studenten leerlingredeneringen in de klas herkennen door:

- zelf te observeren in een les van een ander en de ander te laten observeren in de eigen les
- een bekende leerlingredenering 'uit te proberen'
- in de eigen les niet alleen te letten op wat leerlingen zeggen, maar ook op 'afwijkende' dingen die ze doen of tekenen en te informeren naar het waarom ervan.

Het verdient aanbeveling studenten die samen naar een stageschool gaan, hetzelfde onderwerp aan parallelklassen te laten onderwijzen. Zo is de kans groot dat studenten elkaar wijzen op leerlingredeneringen die ze in een klas ontdekken. De student die daarna zo'n zelfde les geeft, is dan op die redenering voorbereid en kan die wellicht zelfs productief in zijn les gebruiken.

De geleidelijke opbouw in activiteiten die we hier voor de cursus 'Oriëntatie op de Educatieve Praktijk' hebben beschreven (lesvoorbereiding, 1-1 lessen, kleine lessenserie) bevordert dat de studenten gevoelig worden voor leerlingredeneringen. De uitdaging van dit moment is deze opbouw voort te zetten in een situatie van de 'duale' docent-in-opleiding die al de zorg heeft voor enkele klassen. Kunnen we ze in die situatie vragen 1-1 lessen te geven en te analyseren? Kunnen ze bij collega's observeren en ervoor zorgen dat een collega in hun klas observeert? In principe kan dat, maar de praktijk is weerbarstig. In ieder geval is het van belang hen te oefenen in de hier boven gevonden manieren waarop zij zich richten op het leerproces van de leerlingen. Wellicht levert het luisteren naar hun ervaringen ons nieuwe aanknopingspunten op waarmee we onze opleidings(vak)didactiek verder kunnen ontwikkelen.

Noten

¹ De cursus 'Oriëntatie op de Educatieve Praktijk', die voor verschillende vakken gegeven wordt aan de Universiteit Utrecht, is een cursus van acht studiepunten die derde en vierdejaars studenten oriënteert op educatieve beroepen, zoals docent voorgezet onderwijs, educatieve medewerkers van een museum, wetenschapsvoorlichting. De helft van de cursus bestaat uit een stage. De meeste voorbeelden die in dit artikel gebruikt worden zijn afkomstig uit de cursus die door de auteurs zijn gegeven aan natuur- en wiskunde studenten.

² Letterlijke citaten geven we cursief weer.

Literatuur

- Broekman, H. & Valk, T. van der (1998). 'Voorkennis van aanstaande leraren: begripsgericht of rekengericht?' *VELON Tijdschrift voor Lerarenopleiders*, 19(1); 22-27.
- Frederik, I., Valk, T. van der, Leite, L. & Thorén, I. (1999). 'Pre-service Teachers and Conceptual difficulties on Temperature and Heat'. *European Journal of Teacher Education*, 22(1); 61-74.
- Haenen, J. & Schrijnemakers, H. (1999). 'Onderwijs over begripsvorming aan aanstaande docenten geschiedenis'. *VELON Tijdschrift voor Lerarenopleiders*, 20(1); 20 -26.
- Inhelder, B. & Piaget, J. (1958). *The growth of logical thinking from childhood to adolescence*. New York: Basic Books Inc.
- Korthagen, F.A.J. (1998). *Leraren leren leren, realistisch opleidingsonderwijs geïnspireerd door Ph.A.Kohnstamm*. Amsterdam: Vossiuspers AUP (oratie).
- Oldham, E., Valk, T. van der, Broekman, H. & Berenson, S. (1999). 'Beginning Pre-service Teachers' Approaches to Teaching the Area Concept: identifying tendencies towards realistic, structuralist, mechanist or empiricist mathematics education'. *European Journal of Teacher Education*, 22(1); 23-43.
- Reinke, K. (1997). 'Area and perimeter: preservice teachers' confusion'. *School Science and Mathematics*, 97; 75-78.
- Valk, T. van der, & Broekman, H. (1997). 'Deelnemen aan praktijkrelevante onderzoekjes: een mogelijkheid tot professionaliseren'. *VELON Tijdschrift voor Lerarenopleiders*, 18(4); 34-37.
- Vedder, J. (1984). *Oriëntatie op het beroep van leraar*. Lisse: Swets en Zeitlinger (diss. Universiteit Utrecht).
- Viennot, L. (1979). 'Spontaneous reasoning in elementary mechanics'. *European Journal of Science Education*, 1; 205-221.
- Vollebregt, M., Klaassen, K., Genseberger, R., & Lijnse, P. (1999). 'Leerlingen motiveren via probleemstellend onderwijs'. *NVOX Tijdschrift voor natuurwetenschap op school* 24(7); 339-341.