

PROBLEEMGESTUURD LEREN: EEN KRACHTIGE LEEROMGEVING

door JOS MOUST EN HENK SCHMIDT

In het (voortgezet) onderwijs wordt steeds sterker een nieuwe toonzetting over leren en onderwijzen gehoord. De lerende moet actiever bij het onderwijsleerproces betrokken worden, het gaat erom dat de lerende leert te leren. Het verwerven van kennis is verre van onbelangrijk maar (meta)cognitieve vaardigheden bij het verwerven en verwerken van leerstof is evenzeer belangrijk. In het verlengde hiervan moet de rol van de docent veranderen, leren is immers crucialer dan onderwijzen. De docent moet het leren natuurlijk wel aansturen maar hij of zij is daarnaast vooral begeleider van het leren van de lerenden. Het gaat er vooral om dat de docent het leren van de leerling faciliteert: lerenden helpt zelfstandig greep te krijgen op leervaardigheden en -processen en daarmee op de leerstof.

Ook de plaats en rol van de school in de samenleving veranderen: een school is geen bakermat van kennisoverdracht meer, maar moet ingericht worden als een inspirerend studiehuis waarin de lerenden actief op zoek kunnen gaan naar informatie om de hen omringende wereld te begrijpen. Er lijkt een verschuiving op gang te komen in de wijze waarop onderwijsverzorgenden, onderwijskundigen en leerpsychologen aankijken tegen de manier waarop leerprocessen plaatsvinden en de rol die lerenden, docenten en de onderwijsinstelling daarbij kunnen vervullen. Betrokkenen kunnen leergedrag, -prestaties en -plezier verhogen als een krachtige leeromgeving ontwikkeld wordt.

In deze bijdrage willen we een beschrijving geven van een onderwijsbenadering waarin deze veranderingen al grotendeels hebben plaatsgevonden: probleemgestuurd onderwijs. We zullen ons daarbij vooral concentreren op een beschrijving van een van de componenten van dit systeem: het proces van probleemleren. Vervolgens zullen we aandacht besteden aan de rol van de docent in dit proces. Daarna gaan we nader in op de achtergronden, de leerpsychologische karakteristieken en onderwijskundige doelstellingen van probleemgestuurd leren en de effecten van deze methode. Ten slotte worden enige suggesties aangereikt over de wijze waarop probleemgestuurd leren toegepast kan worden in het voortgezet onderwijs.

Probleemgestuurd leren: een beschrijving van het leerproces

Probleemgestuurd onderwijs is een tamelijk recent ontwikkelde methode in het Nederlands onderwijsbestel. De methode is voornamelijk ontwikkeld aan de Rijksuniversiteit Limburg. In 1974 startte de faculteit der Geneeskunde met deze nieuwe onderwijsbenadering, die zij ontleende aan de medische faculteit van de McMaster University, gevestigd te Hamilton, Canada. Inmiddels is aan alle faculteiten van de Rijksuniversiteit Limburg dit onderwijssysteem de gebruikte onderwijsmethodiek. Zowel in als buiten Nederland nemen steeds meer HBO-instellingen en universitaire faculteiten delen van probleemgestuurd onderwijs in hun curriculum op of schakelen er geheel-en-al op over. Probleemgestuurd onderwijs bestaat uit vier componenten: werken in kleine groepen aan taken, thematisch interdisciplinair onderwijs, grote nadruk op vaardig-

heidsonderwijs en attitudevorming en voortgangstoetsing (Van der Vleuten & Wijnen, 1990). In dit artikel wordt alleen de eerste bouwsteen: werken in kleine groepen aan taken, besproken. We zullen dit bestanddeel omschrijven als probleemgestuurd leren.

Studenten worden tijdens een bepaalde onderwijsperiode van zes tot acht weken geconfronteerd met een bepaald interdisciplinair uitgewerkt thema bijvoorbeeld 'Opname en afbraak' en 'Aanval en afweer' in een medisch curriculum óf 'Onrechtmatig gedrag' en 'Arbeid' in een juridisch curriculum. De voor deze onderwijsperiode verantwoordelijke docenten stellen een boekwerkje, een blokboek, samen dat grotendeels bestaat uit allerlei taken die een ingang vormen tot de onderwerpen die binnen het blokthema aan de orde komen.

Deze taken kunnen verschillende vormen hebben. Studenten krijgen te maken met studie-, discussie-,

Tabel 1 Voorbeelden van probleemtaken uit enkele Maastrichtse curricula

- De doe-het-zelver (deel a)

Een 19-jarige jongeman helpt in het weekeinde een vriendin een ruw houten boekenrek in elkaar te zetten. Nadat de vriendin met enige moeite een splinter uit zijn rechterduim heeft verwijderd, neemt hij toch maar de hem toegeworpen werkhandschoenen aan.

Ook zijn vriendin wordt niet gespaard. Zij snijdt zich bij het afwerken van de kast met een Stanley mes in haar wijsvinger. De hevige bloedende wond wordt onder de kraan gehouden en nadat het bloeden is gestopt wordt de wond afgedekt met een pleister. Na ongeveer twee uur verwijdt zij de pleister en ziet dat de huid rondom de snijwond rood geworden is. De wond zelf is bedekt met een kleine korst en de omgeving van de wondranden is licht gezwollen. Na tien dagen valt het korstje spontaan af en resteert noch slechts een streepvormige roodheid onder de intacte huid.

(deel b gaat verder met het pijnlijke genezingsproces van de jongeman)

(Uit: blokboek 1.4 'Aanval en afweer', Fac. der Geneeskunde, 1994-1995 RL Maastricht)

- De ruiter (deel a)

Marko heeft sinds enige tijd paardrijlessen en maakt daarbij goede vorderingen. Zijn buurman, Van Diemen, weet hiervan en biedt Marko het gebruik van één van zijn paarden aan. Marko heeft daar wel oren naar. Af en toe eens een ritje buiten de wekelijkse lessen om kan zeker geen kwaad. De eerste keer dat hij gebruik maakt van het aanbod van Van Diemen blijkt echter dat hij bepaald nog geen volleerd ruiter is. Als hij plotseling op een drukke verkeersweg belandt, raakt hij in paniek en maakt een aantal onverwachte, stuntelige bewegingen. Het paard slaat op hol en het lukt Marko niet het dier weer in bedwang te krijgen. Op dat moment steekt de heer Riemstra de weg over. Deze kan paard en 'ruiter' niet meer ontwijken en raakt ernstig gewond.

(deel b gaat verder met de 'avonturen' van dhr. Van Diemen)

(Uit: blokboek 1.3 'Onrechtmatig gedrag', Fac. der Rechtsgeleerdheid, 1994-1995, RL Maastricht)

- De omgeving van organisaties

Al langer dan vijftig jaar doet de Lee Company of Merriam, Kansas, goede zaken. In de zestiger en zeventiger jaren, deed Lee Riders het zeer goed, toen jeans voor zowel mannen als vrouwen het mode-artikel waren. Lee kon de jeans niet aanslepen! Onlangs echter moesten tien fabrieken gesloten worden. Bovendien, zakte Lee's internationale verkopen fors ondanks een sterke vraag in het buitenland. Tegenwoordig is Fred Rowan, hoofd van de directie, intensief bezig Lee te herpositioneren om beter te kunnen voldoen aan veranderingen in de externe omgeving.

(Uit: blokboek 1.1 'Introduction to organization and marketing' Internationale Bedrijfskunde, Fac. der Economische Wetenschappen, 1994-1995, RL, Maastricht)

toepassings-, strategie- en probleemtaken (Moust, Bouhuijs & Schmidt, 1989). In dit artikel wordt alleen de probleemtaak behandeld.

In Tabel 1 worden een paar voorbeelden van probleemtaken gegeven die benut worden in verschillende Maastrichtse faculteiten.

Een probleemtaak bestaat uit een min of meer neutrale beschrijving van een aantal verschijnselen of gebeurtenissen, die in een zekere relatie met elkaar lijken te staan. Degene die met dat probleem geconfronteerd wordt, krijgt de opdracht die verschijnselen te analyseren door gebruik te maken van theorieën, rechtsregels, mechanismen, processen en principes die binnen het (de) betreffende vakge-

bied(en) van belang zijn. Het doel van dat onderzoek is te begrijpen hoe die verschijnselen onderling met elkaar kunnen samenhangen, welke mechanismen ervoor verantwoordelijk zijn, hoe die mechanismen procesmatig verlopen, welke theorie(ën) van toepassing zijn. Het gaat er bij probleemtaken primair dus om dat de studenten de verschijnselen kunnen verklaren. Dit is een stap die voorafgaat aan het kunnen oplossen van problemen, dit wil zeggen zorgen dat het probleem niet meer bestaat, hanteerbaar geworden of getransformeerd is. Voordat studenten geconfronteerd worden met patiënt- of cliëntsituaties moeten ze eerst inzicht verworven hebben in bijvoorbeeld het normale functioneren van het menselijk lichaam. Nadat

Tabel 2 Voorbeelden van probleemtaken die v.o.-leerlingen aangereikt kunnen krijgen**- Een zomerse vakantiedag**

Je vertoeft met je familie in een vakantiebungalow op de Veluwe. Vandaag ga je met z'n allen fietsen door bos en heide. Het is een warme en vochtige zomerdag. In de namiddag vormen zich donkere hoge wolken aan de einder. Iedereen klaagt over zwoel, drukkend weer. Plotseling schieten in de verte lichtflitsen door de lucht, gevolgd door donderslagen. Een paar minuten later begint het hevig te regenen. Wanneer je jongere broertje beschutting zoekt onder een bosje bomen trekt je vader hem het vrije veld in.

- Regenbogen

Je bent op je mountainbike flink aan het sporten op de St. Pietersberg. Je moet je activiteiten onderbreken voor een hevige regenbui. Schuilend in een grotengang zie je de regen met bakken tegelijk uit de hemel vallen. Plotseling breekt het zwerk open en begint de zon weer te schijnen. De regen houdt op, maar de lucht is nog erg vochtig. Recht tegenover de zon neem je twee prachtige regenbogen waar. Je klimt weer op je fiets en daalt de berg af. Als je de regenbogen nadert, verdwijnen ze.

- 'Hoch in die Bergen', diep in de put

Jos is met zijn ouders voor het eerst van zijn leven in Zwitserland. Daags na aankomst gaan ze, gepakt en gezakt, de bergen in. Vol plezier rent Jos geitepadje op en af. Opeens ziet hij een jongen in klederdracht met een zeer lange pijp voor een berghut zitten. "Was ist das?" zegt Jos in zijn beste Zwitser-Duits. Als antwoord blaast de jongen op zijn hoorn. Van alle kanten klinkt de toon duizendvoudig en herhaalde malen terug. "Prachtig schön" zegt zijn vader.

De volgende dag bezoekt de familie het plaatsje Semmelspitzen. Midden in de dorpskern is een grote put. "Fünfundsechzig Meter tief" staat op een bordje. "Schreeuw er maar eens 'Wie is de burgemeester van Wezel' in", zegt zijn moeder tegen Jos. Jos doet dat. Hij hoort vele malen "eezel ... ezel ...zel ..." terug. Teruggekeerd op de hotelkamer schreeuwt Jos "jodelahiteeee". "Wat doe je potverdomme nou" roept zijn vader. "Ik hoor niks", zegt Jos.

- Een rode bloedcel

Een rode bloedcel (een rood bloedlichaampje) wordt onder een microscoop in zuiver water gebracht. De bloedcel zwelt in korte tijd op en springt uiteindelijk kapot. Een andere bloedcel wordt in een oplossing van zout in water gebracht. Hij schrompelt ineen.

- Duizend gulden voor een slokje water

Je bent verdwaald in de woestijn. Je zit al uren zonder water. Wanhopig zoekend naar hulp, dwaal je maar rond. Zandheuvel op, zandheuvel af. De lucht trilt om je heen. Op een gegeven moment ontwaar je, in de verte, een oase. Zo snel mogelijk rennend, maar voortdurend struikelend over je eigen voeten, ga je erheen. Dan ontdek je dat het een fata morgana is. Kreunend val je in het zand.

- De clubladder

Op een warme zomeravond speel je tegen je buurmeisje een partijje tennis voor de derde plaats van de clubladder. Het is een boeiende strijd, die je op het nippertje wint (7-6, 6-7, 7-6). Tijdens de rally's in de laatste set merk je dat je soms 'hijgt als een paard', de spieren in je armen en benen trillen en je hart wild bonkt. Voordurend moet je tussen de games een handdoek pakken omdat je transpireert over je hele lichaam. Als je je gaat douchen zie je in de spiegel van de badkamer dat je een vuurrood hoofd hebt. Daags na de match heb je een stijf gevoel in je bovenbenen en je speelarm.

- Het pretpark

Op een mooie zomerse dag besluit de familie Kokken een dagtochtje te maken naar een pretpark. Vader, moeder en de tweeling Kokken trekken er gepakt en gezakt welgemoed op uit. Na het zwembad en de dierentuin bezocht te hebben gaat iedereen naar de speeltuin. Al spoedig zijn de kinderen druk in de weer met klimrekken, kabelbanen, schommelbruggen, wippen en glijbanen. Pa en ma vleiën zich in het gras van de ligweide, pa om een dutje te doen, ma om een tijdschrift te lezen.

Na een halfuurtje worden beide ouders opgeschrikt door het jammerlijke gehuil van hun kroost. Jan heeft een diepe vleeswond in zijn voet, hij heeft zich gesneden in een glasscherf. Annie is van een klimrek gevallen en heeft haar onderbeen lelijk geschaafd. Pa gaat meteen naar de EHBO-post, alwaar de wonden deskundig worden verzorgd. De eerstvolgende uren zeurt Jan over een kloppende pijn, Annie klaagt nog een hele tijd over een schrijnende pijn. Wanneer het verband bij Jan vernieuwd wordt, blijkt de wond van Jan beter genezen te zijn dan die van Annie.

- Kokend

Je moeder vraagt je theewater en melk te verwarmen. Je zet in een pan van 1 liter, 0,20 cl melk op; in een andere pan van 1 liter doe je 0,90 cl water. Spoedig daarna ben je alweer geheel en al verdiept in je 'game gear' spelletje. Na ongeveer 6 minuten roept je moeder boos: "Kijk eens gauw, de melk kookt over". Je snelt naar de keuken en ziet dat bijna alle melk over de pan stroomt. Tot je verbazing borrelt het water wel hevig, maar loopt het niet over de panrand.

ze hiervan weet hebben krijgen ze strategietaken aangereikt: patiëntproblemen die van hen vragen cognitief na te gaan hoe ze in deze situatie zouden handelen om een dergelijk probleem op te lossen. Een strategietaak moet complexer van aard zijn en meerdere potentiële oplossingen in zich hebben.¹⁾

Probleemtaken kunnen geformuleerd worden met betrekking tot tal van onderwerpen en hoeven niet alleen gebruikt te worden in opleidingen die studenten voorbereiden op een professie als arts, jurist of econoom in het onderwijs. In tabel 2 worden een aantal (prototypische) voorbeelden aangereikt die in het voortgezet onderwijs benut zouden kunnen worden.

De studenten krijgen de verschillende typen taken binnen het kader van het aangeboden thema aangereikt in een blokboek, voorzien van enige inleiding en onder vermelding van mogelijk bronnenmateriaal. Tweemaal twee uur per week bespreken de studenten deze taken in groepjes van ongeveer tien personen. Ze worden tijdens deze groepsbijeenkomsten begeleid door een docent. Naast deze onderwijsactiviteit zijn nog (een beperkt aantal) colleges, practica en vaardigheidstrainingen gepland. Het grootste deel van de studietijd per week wordt gereserveerd voor zelfstudie.

De bespreking in deze kleine groepen, onderwijsgroepen genoemd, verloopt volgens een bepaalde structuur. Eerst wordt een analyse van de aangebrachte informatie in de probleemtaak gemaakt. De groepsleden proberen, op basis van hun beschikbare voorkennis, een of meer verklaringen te geven van de verschijnselen die in het probleem beschreven staan. De voorkennis waarmee de studenten proberen verklaringen aan te reiken, hoeft niet beperkt te zijn tot strikt formele 'school'-kennis. Ook informatie die voortvloeit uit het lezen van tijdschriften, het zien van T.V.-documentaires, het uitoefenen van bepaalde hobby's of informatie vergaard uit contacten met familieleden en vrienden kan ingebracht worden. Tijdens dit onderzoek naar wat men al weet over de beschreven verschijnselen zullen vragen opkomen over een aantal zaken die niet direct begrepen, verhelderd of verklaard kunnen worden. Ook verschillen de groepsleden vaker sterk van mening over de vraag welk proces of mechanisme een verklaring zou kunnen vormen en hoe dat proces of mechanisme verloopt. Deze vragen en verschillen in inzichten vormen de basis voor het formuleren van leerdoelen voor zelfstudie. De groepsleden spreken met elkaar af wat ze gaan bestuderen.

In de tijd die verloopt tussen twee groepsbijeenkomsten, meestal enkele dagen, werken de studenten individueel of in subgroepjes aan de leerdoelen door het bestuderen van boeken en artikelen, het

bekijken of beluisteren van audio-visueel leermateriaal (en in de nabijtoekomst CD-I en Internet) of door het raadplegen van docenten.

Na deze fase van zelfstudie rapporteren de studenten in een volgende bijeenkomst aan elkaar wat ze bestudeerd hebben en gaan na in hoeverre zij het probleem nu beter begrijpen. Tijdens deze zogeheeten rapportagefase, bespreken de groepsleden welke informatie zij gevonden hebben naar aanleiding van de leerdoelen en wat tijdens de fase van zelfstudie onduidelijk is gebleven. Gepoogd wordt tegenstrijdigheden, gevonden in de literatuur, te verhelderen en niet door allen begrepen onderdelen van de stof uit te leggen aan elkaar. Daarbij gaat het vooral om greep te krijgen op de onderliggende structuur van de leerstof en het kunnen toepassen van de verworven kennis. De rapportage ontleent zijn belang vooral aan het feit dat ook na bestudering van leerstof onduidelijkheden blijven bestaan bij de studenten: informatiebronnen zijn bijvoorbeeld niet altijd eenduidig te interpreteren en de studenten hebben vaak verschillende, elkaar soms tegensprekende, auteurs geraadpleegd. Tijdens de rapportagefase blijkt ook vaak dat de studenten nog problemen hebben om de samenhang binnen de leerstof te onderkennen en relevante van irrelevante informatie te onderscheiden. Verbanden tussen processen, mechanismen of theorieën worden soms verkeerd gelegd of niet onderkend. Ook het aandragen van voorbeelden of het toepassen van de net verworven kennis verloopt wel eens moeizaam. Om het proces van taakbespreking te reguleren is een bepaalde procedure ontwikkeld, die 'de Zevensprong' genoemd wordt (Moust, Bouhuijs & Schmidt, 1989) (zie ook: Grave & Frijns, 1993). Tabel 3 geeft een overzicht van de verschillende stappen van deze methode van taakbehandeling.

Om de verschillende stappen van de Zevensprong te concretiseren wordt de probleemtaak 'Een zomerse vakantiedag'²⁾ uit tabel 2 door een gefingeerde onderwijsgroep behandeld. De bespreking van de discussie wordt weergegeven in tabel 4. De weergave van de discussie in de onderwijsgroep, zoals beschreven in tabel 4, is sterk vereenvoudigd. Het groepsgebesprek verloopt hier bovendien aanzienlijk vlotter dan in werkelijkheid gebeuren zal. Natuurlijk kunnen in de discussie storende factoren optreden, bijvoorbeeld doordat sommige groepsleden hun afspraken niet geheel-en-al zijn nagekomen of op dwaalsporen zijn geraakt. Zo kan een groepslid zich bij haar studie naar de leerdoelen van bovenstaande taak meer geconcentreerd hebben op specifieke onweersverschijnselen: bolbliksem, Sint-Elmusvuur en weerlichten. Als dit groepslid in weerwil van de afspraken haar kennis aan de groep wil 'opdringen' moet de groep corrigerend optreden. Ook kan de groep problemen onder-

Tabel 3 Procedure voor het bespreken van probleemtaken

1. Leg onduidelijke begrippen of termen aan elkaar uit of zoek ze zonnodig op.
2. Definieer het probleem/de problemen: ga na welke in het probleem beschreven verschijnselen besproken moeten worden.
3. Brainstorm: inventariseer kort en krachtig ieders eerste ideeën die een verklaring kunnen bieden voor de verschijnselen.
4. Voeg mogelijk samenhangende ideeën samen tot een cluster, diep vervolgens deze clusters uit. Probeer op basis van wat je al weet of meent te weten verklaringen te geven voor de te onderzoeken verschijnselen.
5. Spreek af wat je gaat bestuderen: bepaal wat je niet weet, vaag weet, wat tegenstrijdige meningen zijn. Maak vragen op basis waarvan je nader onderzoek kunt gaan doen.
6. Zelfstudie: raadpleeg bronnen als boeken, tijdschriftartikelen, videomateriaal, docenten
7. Rapporteer: bespreek met elkaar wat je gevonden hebt, probeer hoofd- en bijzaken te scheiden, breng structuur aan in je informatie, pas zonnodig nog eens je nieuw verworven kennis toe op de probleemtak om te controleren of je nu beter in staat bent de verschijnselen te verklaren.

Tabel 4 Voorbeeld van een bespreking in een onderwijsgroep behorende bij de tak 'Een zomerse vakantiedag'³⁾

- **Stap 1. Verhelderen onbekende termen:**
Geen opmerkingen.
- **Stap 2. Te verklaren verschijnselen:**
 - Hoe ontstaat die bliksem eigenlijk?
 - Waarom gaat het donderen?
 - Waarom is het gevaarlijk om onder een boom te schuilen?
- **Stap 3. Brainstorm:**
Het heeft iets te maken met elektriciteit;
Ja, met verschillen in lading, vonken die overspringen tussen wolk en aarde, 't zijn ook hele hoge wolken, en heel zwarte;
Maar hoe komen die wolken dan aan hun lading?
Die donder is natuurlijk de klap, vroeger dachten de mensen dat Donar met veel paarden en een wagen over de wolken reed;
Ik denk dat de lucht verplaatst wordt.
Je kunt ervan verbranden. Kijk maar eens naar een boom waar de bliksem ingeslagen is: koolzwart;
Maar de bliksem zoekt toch altijd het hoogste punt, hoe springt ie dan over op je lichaam, je staat toch zeker een stukje van de stam af?
- **Stap 4. Uitdieping ideeën:**
Zullen we het eerst eens hebben over de oorzaken van onweer.
Het had iets te maken met elektriciteit. Die lichtflitsen die je ziet zijn vonken die overspringen tussen de wolken en de wolken en de aarde. Dat is een verschil in lading, in eh, voltage.Ik denk dat de wolken over elkaar heen schuren. Daardoor ontstaat wrijving, spanning. Als je met een kam door je haar wrijft, ontstaat ook elektriciteit. Hoe zat dat ook alweer met die doek en die ebonieten staaf, plus en min. Ik begrijp niet hoe die lading dan ontstaat, zijn er dan positieve en negatieve wolken? Die verschillen ontstaan toch in de wolken, van boven naar beneden? Nou meestal heb je onweer in de zomer, dan is de aarde warm. Door verwarming stijgt de lucht op, en koelt dan weer af. Ik begrijp niet hoe die wolken aan hun lading komen? Dat zijn toch regendruppels. Nee dat is ijs, zo'n onweerswolken gaan ontzettend hoog. Zou er dan in die condensatie en bevroering stroom ontstaan?.....
Die flitsen zijn ook enorm heet. Het zou wel eens zo kunnen zijn dat het vocht in die wolken de geleiding van de elektriciteit bevordert? Maar waar zit dan plus en waar min? En wat is de aarde: plus of min? Dat weet ik ook niet.
Dat is het zo'n beetje. Nou die donder, dat was luchtverplaatsing?
.....

Vervolg tabel 4: zie blz. 45

Vervolg tabel 4.

..... De donder komt altijd na de bliksem, zou dat er iets mee te maken kunnen hebben. Ik geloof dat dan lucht verplaatst wordt, de lucht stort zich in het gat dat door de bliksem ontstaan is. Nee door die elektrische stroom die enorm heet is zetten die wolken enorm uit, op een bepaald moment botsen ze dan tegen koudere wolken die niet uitgezet zijn. Daardoor ontstaat die donder. Ik dacht dat de lucht eerst wordt samengedrukt en dan uitzet.

Mijn vader zegt dat je kunt meten hoeveel kilometer het onweer weg is door te tellen hoeveel tijd er is tussen het zien van de bliksem en het horen van de donderslag. Iedere tel is een kilometer. Ja maar, als dat zo is dan moet het wel een geweldige klap zijn, botsen die wolken dan?

Goed, dan de laatste vraagstelling, het gevaar van bliksem.

Man, het is hartstikke gevaarlijk onder zo'n boom, je kunt beter het gras in lopen. Ja maar, dan moet je wel gaan liggen anders ben je nog het hoogste punt. Hoe kan je je nou beschermen tegen de bliksem? Door een bliksemalleider natuurlijk. Je kunt toch geen koperen staaf in je hand houden. Ik heb wel eens gehoord dat je het beste in een auto kunt kruipen. Haha, die is van metaal, hartstikke gevaarlijk.

- **Stap 5. Studiedoelen:**

1. heeft het ontstaan van de bliksem met elektriciteit te maken en hoe ontstaat die elektriciteit dan in de wolken. Waar zit het verschil in lading: plus en min in de wolken, is de aarde plus of min?
2. ontstaat de donder door luchtverplaatsing? Kun je door te tellen meten hoever een onweer weg is?
3. hoe kan je je beschermen tegen onweer?

- **Stap 6. Zelfstudie:**

In de bibliotheek van de school is een rijke verzameling van informatiebronnen aanwezig waarin studenten speurwerk kunnen verrichten naar de op te sporen studiedoelen.

Natuurlijk kunnen studenten ook elders, bv. in een stadsbibliotheek of thuis bronnen raadplegen.

Enkele bronnen voor deze taak zijn:

Ronan, C.A., (1986). *Weer en Heelal*. Amsterdam.

Jong, H. de, (1990). *Het weerbericht luidt ...* Tilburg.

Hardy, R., (1983). *Het weer*. Amsterdam.

Hage, J. van der & Wessels, H., (1980). *Natuurkunde van de atmosfeer*. Groningen.

Köhler, W. (1994). *Donder en bliksem*. NRC Handelsblad, bijlage Wetenschap en Onderwijs, 11 aug.

- **Stap 7. Rapportage:**⁴⁾

Laten we de verschillende studiedoelen van de vorige bijeenkomst eens behandelen.

Studiedoel 1 was: heeft het ontstaan van de bliksem met elektriciteit te maken en hoe ontstaat die elektriciteit dan in de wolken. Waar zit het verschil in lading: plus en min, is de aarde plus of min? Wie heeft hierover iets gevonden?

De onderwijsgroep komt al discussiërende te spreken over de volgende zaken:

Onweer ontstaat als na een aantal warme dagen, veranderingen in de atmosfeer beginnen op te treden, bv. wanneer er een lage druk gebied in de buurt begint te komen. De warme vochtige lucht stijgt op. Deze verticale convectiestromen kunnen in de hogere luchtlagen niet weg omdat daar koude, meer instabiele lucht hangt (lage drukgebied). Warme convectiestroom botst dan tegen koude luchtlagen, gevolg ontwikkeling zware cumulusbewolking (donderkoppen / cumulo-nimbus) die aambeeldvormig zijn (groot oppervlak). Hoogte 10 tot 15 km. Door stijging koelt warme vochtige lucht af, het vocht verandert van structuur (waterdamp - regendruppels - ijskristallen). Bij dit proces verandert ook iets in de lading van de dragers. Afhankelijk van de omvang van de regendruppels/ijskristallen worden ze plus of min geladen. Merendeel positieve lading zit in de bovenste luchtlagen, merendeel negatieve lading onderin, door gehele enorme wolkpartijen zijn er verschillen. Zo zijn er in de onderste luchtlagen ook gebiedjes met positieve lading.

(Over het mechanisme 'ontstaan van lading', zijn de geleerden het nog niet eens). Binnen wolken ontstaan elektrische stroompjes die de weg van de minste weerstand zoeken (voorontladingen). Door deze voorontladingen ontstaan geleidende 'geleidende kanalen'. De aarde is weliswaar als geheel negatief geladen ten opzichte van de ionosfeer, maar aarde is ook een goede geleider. Juist onder de wolk wordt door de negatieve onderzijde van de wolk de negatieve lading in het aardoppervlak afgestoten, zodat de aarde plaatselijk positief wordt. Wanneer de spanningsverschillen zo groot zijn geworden, dat een vonk (bliksemflitsje) kan overslaan van aarde naar negatieve onderzijde wolk gebeurt dat ook. In de wolk zijn inmiddels 'hoofdkanalen' gevormd waarlangs de lading met geweldige kracht en warmte door kan slaan naar beneden, uiteindelijk naar de aarde. De hoofdslag, bliksem.

2. Ontstaat de donder door luchtverplaatsing? Kun je door te tellen meten hoever een onweer weg is?

Ja. De hoofdontlading door hoofdkanaal gaat gepaard met geweldige temperaturen en snelheden. Daardoor zet de omringende lucht zich uit en verplaatst zich, gedonder. Licht verplaatst zich sneller dan geluid. Iedere drie seconden (21, 22, 23) verschil tussen waarneming lichtflits en gedonder is 1 kilometer verwijdering onweer.

3. Hoe kun je je beschermen tegen onweer?

Niet onder geïsoleerde bomen gaan staan. Inslag mogelijk, de stroom loopt via het cambium (levend weefsel tussen bast en houten kern) naar de aarde. Door de grote warmteontwikkeling ontstaat stoom en wordt de schors van de boom afgeblazen. elektrocutie of zware brandwonden, vaak tijdelijke hartstilstand. Vier manieren om door de bliksem geraakt te worden: directe inslag, side flash, stap- en contactspanning. Beste bescherming buiten in open veld: zoek een greppel, ga daar gehurkt zitten met voeten dicht bij elkaar.

Tabel 5 *Naleve concepties van de processen die aan het bloedcelprobleem ten grondslag liggen*

Opzwellen

1. De cel is gevuld met kleine sponsjes die water opzuigen.
2. De cel neemt water op door onbekend mechanisme omdat de wand poreus is. Echter, de wand bevat kleppen die verhinderen dat het water er weer uitkomt.
3. Rode bloedcellen vervoeren zuurstof. Cel onttrekt zuurstof aan het water en zwelt op.
4. De cel bevat in vocht opgelost zout. De oplossing oefent druk uit op de wand groter dan de tegendruk die door zuiver water wordt uitgeoefend.
5. De inname van water zet een onbekende chemische reactie in de cel op gang.

Barsten

6. Bloedcellen nemen gewoonlijk slechts kleine hoeveelheden vocht op, omdat in het menselijk lichaam veel cellen aanwezig zijn. In dit voorbeeld is er maar één cel, die teveel water moet opnemen.
7. Levende objecten hebben maar een beperkte levensduur.

Inkrimpen

8. Water en ander vocht worden aan de cel onttrokken door de wateraantrekkende eigenschappen van het zout.
9. Zout water oefent een grotere druk uit op de celwand dan de inhoud van de cel.
10. Zout tast de wand aan door de moleculen van de wand te beschadigen. De cel gaat lekken.
11. Het zout gaat de cel in en vreet de cel van binnen aan.

Opzwellen en inkrimpen in combinatie

12. De cel bevat zout dat water aan de omgeving onttrekt vanwege zijn wateraantrekkende eigenschappen. Als het water in de omgeving echter een hogere concentratie zout bevat, dan zal vocht aan de cel onttrokken worden.

vinden met het gestructureerd bespreken van het procesverloop van de verschijnselen waardoor verwarring kan ontstaan (de literatuur over het ontstaan van onweer is bepaald niet eenduidig over de wijze waarop dit proces verloopt). Ook kan de groep zich meer aangetrokken voelen tot de behandeling van een bepaald leerdoel (bijvoorbeeld: hoe kan een mens zich het beste wapenen tegen onweer?), waardoor bespreking van andere meer complexe leerdoelen in de knel komt te zitten. Of enkele studenten hebben zo'n vastomlijnde ideeën over het verloop van een bepaald proces dat ze niet of nauwelijks open staan voor de daadwerkelijke processen die zich in de hen omringende wereld afspelen (zo kunnen vele discussianten maar nauwelijks begrijpen dat na de voorontladingen, eerst een bliksemflits van de aarde naar de wolken gaat, alvorens de hoofdontlading van wolken naar aarde plaatsvindt). Samenwerken in onderwijsgroepen stelt bovendien eisen aan het vermogen van studenten om naar elkaar te luisteren, de discussie te ordenen, beslissingen te nemen over de wijze van bespreking. Binnen de context van probleemgestuurd on-

derwijs worden de studenten daartoe tijdens de eerste blokperiodes getraind en is er tijdens de bespreking van de taken steeds een docent aanwezig die het leer- en de samenwerkingsproces ondersteunt.

De rol van de docent binnen probleemgestuurd leren

Deze docent wordt in het probleemgestuurde onderwijsjargon 'de tutor' genoemd. Uit voorgaande beschrijving van het leerproces zal wel duidelijk geworden zijn dat een tutor, binnen het kader van probleemgestuurd leren, zich weinig bezighoudt met kennisoverdracht. Natuurlijk zal de tutor soms een-en-ander uitleggen, maar primair is dit toch de taak van de studenten. Door het expliciteren van hun kennis tijdens de analyse- en rapportagefase krijgt de tutor veelal snel een beeld van eventuele hardnekkige (naieve) denkbeelden, moeilijk te verwerven inzichten en misvattingen die studenten hebben over de behandelde onderwerpen. Ter illus-

tratie treft de lezer in tabel 5 een overzicht aan van verschillende opvattingen die studenten uit het voortgezet onderwijs hadden bij de bespreking van het bloedcelprobleem (Schmidt, Spaaij en De Grave, 1988) beschreven in tabel 2. Tutoren die van de studenten deze verschillende opvattingen horen over hoe onderhavig verschijnsel in elkaar zou kunnen zitten, kunnen meer gericht inspelen op de 'worsteling' van studenten om zich de leerstof eigen te maken.

De belangrijkste taak van de tutor is het leerproces van de studenten te ondersteunen. Een tutor kan het leerproces van studenten op talrijke manieren stimuleren, bijvoorbeeld door het tonen van aandacht, door het stellen van stimulerende vragen, door in een groepsdiscussie bewust de rol van 'advocaat van de duivel' op zich te nemen of door afwijkende, het denken van de studenten provocerende standpunten in te nemen. Vooral het stellen van stimulerende vragen speelt een belangrijke rol. Lerenden hebben soms de neiging wat luchthartig over of om bepaalde zaken heen te lopen. Door te vragen naar de consequenties van een bepaalde bewering, door te vragen naar alternatieven, door de houdbaarheid van een bepaalde opvatting te toetsen of door simpel dóór te vragen wat iemand met een bepaalde standpunt bedoelt, kan de tutor het groepsgebesprek meer diepgang geven (Schmidt & Bouhuijs, 1980). Daarnaast kunnen natuurlijk ook zonnodig voorbeelden, analogieën en metaforen aangedragen worden, die bepaalde gebeurtenissen of situaties illustreren en kan de tutor de studenten uitnodigen hun kennis eens toe te passen op een door henzelf bedachte probleemsituatie. Tenslotte kan de tutor in het oog houden of en in welke mate de groepsleden zich, met name tijdens de rapportagefase, bezig houden met het structureren, relateren en kritisch verwerken van de nieuw verworven informatie. Om dit te bewerkstelligen kan de tutor regelmatig vragen stellen die hen 'dwingen' om hoofd- van bijzaken te onderscheiden, verband te leggen tussen leerstofeenheden of hun oordeel te formuleren over een bepaalde theorie of de meningen van auteurs. Belangrijk is dat de vragen die een tutor stelt of de voorbeelden die hij geeft nauw aansluiten op het kennisniveau van de studenten. Wanneer de vragen bijvoorbeeld te abstract geformuleerd worden of de studenten zich niet in kunnen leven in de voorbeelden die een tutor aandraagt dan is diens hulp weinig ondersteunend voor het begrijpend verwerken van de nieuwe informatie. Studenten slaan deze informatie dan wellicht wel geïsoleerd op, omdat de docent het zegt, maar van een daadwerkelijke integratie van de tutorbijdrage in hun kennisbestand is nauwelijks sprake. Moust (1993) meent dat de interventies van de tutor op inhoudelijke niveau 'cognitief congruent' moeten zijn met het denk- en redeneerniveau van de lerenden. De tutor, als vakinhoudelijke expert, moet zich

derhalve kunnen verplaatsen in de denkprocessen die novieten hanteren bij het besturen van nieuwe domeinspecifieke informatie. Tenslotte kan een tutor de groepsleden regelmatig uitnodigen te reflecteren over hun studievoortgang om na te gaan of ze door hun wijze van bestudering en explicitering van de leerstof leerwinst boeken. Dit kan bijvoorbeeld in een analyse over ouderschap in het blok 'Onrechtmatig gedrag'. De tutor stelt daar de volgende inhoudelijke evaluatieve vragen aan de orde: "Heeft onze bespreking over plegen, medeplegen, uitlokking en medeplichtigheid nu geleid tot een beter inzicht in de verschillen en overeenkomsten van deze strafrechtelijke begrippen? Waardoor is dat inzicht verbeterd? Wat zou nog anders kunnen?". Tijdens zulke reflectieve momenten kan de tutor de studenten door het geven van feedback helpen om inzicht te krijgen in hun vaardigheden om de leerinhouden te verwerken. Kenmerkend voor alle interventies van de tutor moet dus zijn dat ze eerder gericht zijn op het mogelijk maken van leeractiviteiten van de studenten dan op het direct onderwijzen van de student én dat ze nauw aansluiten bij het niveau van zelfstandig leren van de studenten.

Naast deze meer op het leerproces van de studenten gerichte activiteiten vervult de tutor ook een taak ten aanzien van de samenwerking tussen de studenten. In een leersituatie die slechts gedeeltelijk gestructureerd is en een zekere mate van eigen invulling van persoonlijke interesses biedt, is onderlinge afstemming en samenwerking een delicate maar noodzakelijke aangelegenheid. De onderwijs-groepsleden worden soms heen en weer geslingerd tussen individuele en gemeenschappelijke belangen. Ze zien niet altijd de relevantie van de aangeboden taken waardoor de bespreking kan verzanden of waardoor er gemakkelijk afgedwaald kan worden. Ofwel de interactie wordt beïnvloed door persoonlijke sympathieën en antipathieën in de groep. Een tutor kan de samenwerking tussen de studenten bevorderen door onder andere tijdens de eerste bijeenkomst(en) structuur aan te brengen in de groepsactiviteiten en door vast te houden aan gestructureerde werkprocedures als de Zeven-sprong en door zelf een voorbeeld te geven hoe groepsleden met elkaar moeten samenwerken, bijvoorbeeld door aandachtig te luisteren of door iemand te laten uitspreken. Daarnaast kan de tutor de student-gespreksleider ondersteunen, hij kan erop toezien dat de groep hard en geconcentreerd werkt en tenslotte kan hij pogingen doen om conflicten die in de groep ontstaan, op te lossen.

Vanuit studentenzijde wordt vaak opgemerkt dat zij docenten appreciëren die naast vakinhoudelijke kennis ook een hoge mate van betrokkenheid tonen bij hun leerproces in en buiten de onderwijsgroep. Een tutor moet zich niet afstandelijk ('als een echte

Tabel 6: Voorbeelden van minder controlerend gedrag door de tutor ⁵⁾

'Modeling'	'Coaching'	'Consulting'
T. laat zien (demonstreert/ illustreert) hoe een OWG geleid moet worden	St. leiden de OWG. T. geeft suggesties ter verbetering	St. leiden de OWG. T. geeft zonodig feedback tijdens de evaluatie
T. demonstreert/ oefent werk-procedures b.v. 'de Zevensprong'	T. attendeert St. op taakaspecten die relevant zijn maar door de St. niet 'opgepikt' worden	St. leggen zelf uit, vatten zelf samen. T. is alert om hen verbanden tussen bepaalde leerstofonderdelen/overeenkomsten & verschillen tussen vakgebieden te laten ontdekken
T. bespreekt welke literatuur relevant is om bepaalde probleemstellingen 'op te lossen' en laat zien hoe dat moet gebeuren	T. concretiseert leerstof als St. geen voorbeelden weten	T. draagt zonodig actuele informatie uit vakgebieden aan
T. laat verbanden zien tussen leerstofonderdelen en vraagt daar vaker naar	T. stimuleert de discussie door tegengestelde meningen te accentueren	St. passen kennis toe op praktijkvoorbeelden. T. zorgt voor moeilijkheden, 'tricks of the trade'
T. geeft voorbeelden van de wijze waarop literatuur samengevat kan worden	St. vatten delen van de discussie samen. T. 'beoordeelt' samenvattingen en vult zonodig aan/stimuleert aanvullingen	T. stimuleert een kritische, reflectieve houding door prikkelende vragen
T. laat zien welke vragen bij een bepaalde probleemstelling aan de orde dienen te komen	T. stelt vragen die St. helpen dieper over de stof na te denken.	T. realiseert nauwe relatie tussen studie-onderwerp & beroepspraktijk, draagt persoonlijke inzichten en ervaringen aan
T. demonstreert hoe bepaalde kennis toegepast kan worden om een probleem te verklaren	T. draagt situaties aan waarop St. hun kennis kunnen toepassen	
T. vraagt veelvuldig naar de mening van St. over de bestudeerde literatuur	T. diagnostiseert frequent het leerproces met de groepsleden	

schoolmeester') opstellen maar hen benaderen als (jong-)volwassenen die verantwoordelijkheid willen dragen voor hun studie. Studenten merken vaak op dat het enthousiasme van de tutor, zijn motivatie voor deze onderwijsrol een grote invloed heeft op de wijze waarop zij functioneren in en buiten de onderwijsgroep (Moust, 1993).

Studenten blijken enige tijd nodig te hebben om zich een studiehouding eigen te maken die zich ken-

merkt door het dragen van verantwoordelijkheid voor de persoonlijke leersituatie. Wanneer leeractiviteiten niet of nog niet voldoende door de studenten zelfstandig vervuld kunnen worden, zal de tutor deze activiteiten moeten uitoefenen, er zorg voor dragend dat de groepsleden ze langzamerhand kunnen overnemen. In tabel 6 wordt een voorbeeld gegeven van deze graduele overgang van docentgecentreerde onderwijsactiviteiten naar studentgerichte leeractiviteiten (Moust, 1994).

Aanvankelijk wanneer studenten nog redelijk onbekend zijn met zelfgestuurde leerprocessen zal een tutor meer de rol van 'model' op zich nemen om de studenten bewust te maken welke denkactiviteiten noodzakelijk en gewenst zijn om de leerstof te beheersen. De tutor kan bepaalde cognitieve activiteiten voordoen of stimuleren dat de studenten tijdens hun periode van zelfstudie expliciet aandacht besteden aan bepaalde leerstof verwerkende activiteiten. Ook tijdens de rapportagefase kan hij zijn interventies nadrukkelijk hierop richten. Als de groepsleden deze activiteiten steeds meer onder de knie krijgen verschuift de bijdrage van de tutor naar de rol van 'coach'. Hij zal slechts dan interveniëren wanneer hij waarneemt dat de geleverde leeractiviteiten door de groepsleden onvoldoende zijn om de bestudeerde leerstof diepgaand te begrijpen. Uiteindelijk, in de eindfase van de studie, wanneer studenten leer- en samenwerkingsactiviteiten in hoge mate zelfstandig kunnen uitvoeren, kan de tutor meer de rol van 'consulent' op zich nemen. Hij kan hen dan alert maken op 'tricks of the trade': kennis en professionele inzichten die niet zozeer in de literatuur vervat zijn, maar die behoren tot de specifieke vakexpertise van de tutor. Vermunt (1992) duidt deze wisselwerking tussen leeractiviteiten van studenten en onderwijsactiviteiten van docenten aan met de term 'procesgerichte instructie'. Hij omschrijft deze instructievorm als volgt: "Procesgerichte instructie wordt gekenmerkt door een graduele verschuiving van de taakverdeling in het instructieleerproces van de instructie naar de studenten. ... Leren leren en denken betekent dan een geleidelijke overdracht van controle over de leer- en denkprocessen van de instructie naar de lerenden zelf, een graduele overgang van externe naar interne sturing" (p. 45). Docenten hebben het vaak erg moeilijk met deze geleidelijke overdracht van het stuurwiel aan de studenten. Twee reacties zijn veelal zichtbaar. Sommige docenten voelen de tutorrol als een knellend keurslijf dat hen dwingt tot passiviteit: "Die passieve rol. Je zit daar maar in je stoel en volgt zwijgend de discussie tussen de studenten, zonder dat je mag interveniëren als er iets verkeerd gaat". Deze tutores reageren vaak wrevelig op de activiteiten van de studenten en zijn geneigd verbaal en non-verbaal verkeerde bijdragen van de studenten 'af te straffen' door hen op autoritaire wijze te corrigeren. Andere docenten hebben het beeld dat een zelfstandige leerhouding als een autonome kracht in de studenten opbloeit: "In probleemgestuurd onderwijs gaat het erom dat de studenten zelfwerkzaam zijn. Als tutor moet je dus zo veel mogelijk alles aan de studenten over laten". Wanneer studenten bij dergelijke tutores aankloppen voor hulp, is zijn reactie haast steevast "Je moet het zelf doen, zelf uitzoeken. Daar leer je van, dat is goed voor je". De leden van een onderwijsgroep voelen zich dan in de kou staan en haken

veelal af. Onderwijsgroepsleden blijken naast steun en betrokkenheid van een tutor ook ruimte nodig te hebben om de leerstof te verteren. Dit eist geduld en inlevingsvermogen van de begeleidende docent: "Het is fascinerend om te zien hoe de studenten zó zelf veel dingen ontdekken. Vaak heb je als tutor de neiging om te snel in te grijpen. Als je even wacht, ontdek je dat ze er zelf vaak wel uitkomen" (citaten uit Moust, de Grave & Gijselaers, 1990).

Wortels van probleemgestuurd leren

De wortels van probleemgestuurd leren kunnen teruggevonden worden in twee andere onderwijsbenaderingen: 'learning by discovery' en de 'case study method'. Bruner (1961) ontwikkelde de methode van 'ontdekkend leren' waarbij hij leerlingen confronteerde met problemen die zij moesten oplossen door middel van discussie met medeleerlingen. Kern van ontdekkend leren is dat de leerling de kennis die hij nodig heeft voor het oplossen van het probleem, zélf uitvindt: hij produceert als het ware zelf nieuwe feiten, regels en principes terwijl hij aan het probleem werkt. Bruner stelde deze 'ontdekkende' aanpak van het leren tegenover wat hij ziet als het passief opslaan van feiten die voor leerlingen arbitrair zijn. Ontdekkend leren zou leiden tot grotere intellectuele mogelijkheden bij lerenden, de intrinsieke motivatie bevorderen en betekenisvol leren stimuleren.

De 'case study method' (de gevalsmethode) werd in 1870 ontwikkeld door Langdell aan de Harvard Law School, uit onvrede met de passieve wijze van leren van de studenten (Fraser, 1931). Langdell vond dat zijn studenten in plaats van rechtsfeiten te memoriseren, actief hun kennis moesten analyseren aan de hand van praktijkgevallen. Langzamerhand verschoof het gebruik van de casusmethode echter naar het kunnen toepassen van kennis die eerst elders, via colleges en studieboeken, verworven werd.

Probleemgestuurd leren kan gekenschetst worden als een versmelting van beide onderwijsmethoden. Enerzijds wordt binnen probleemgestuurd leren veelvuldig gewerkt met gevalsbeschrijvingen, ontleend aan de methodiek van de case study method⁶). Tegengesteld aan de wijze waarop de case study method in veel onderwijssituaties gebruikt wordt, is echter dat hier de casus niet het eindpunt van leren is, ("Ben ik nu in staat al mijn kennis verkregen uit colleges en studieboeken toe te passen op de casus?"), maar wordt ze in de context van probleemgestuurd onderwijs als start- én eindpunt van het leerproces benut. In tegenstelling tot de methode van ontdekkend leren van Bruner worden

de lerenden na de fase van discussie naar allerlei informatiebronnen gestuurd, waar ze in confrontatie met hun reeds bestaande kennis nieuwe inzichten moeten verwerven en hun bestaande kennis verdiepen. Schmidt (1981) merkt over Bruners benadering op " .. geactiveerde voorkennis tijdens het leren

"Docenten hebben het vaak erg moeilijk met deze geleidelijke overdracht van het stuurwiel aan de studenten. Sommige docenten voelen de tutorrol als een knellend keurslijf dat hen dwingt tot passiviteit"

moet interacteren met nieuwe informatie om nieuwe kennisstructuren te laten ontstaan. Aan deze laatste voorwaarde wordt bij ontdekkend leren veelal niet voldaan. De lerende wordt geacht al werkend aan een probleem zelf de noodzakelijke nieuwe informatie te produceren. Het is echter niet aannemelijk dat lerenden in staat zijn alle principes, processen of mechanismen die ten aanzien van een bepaald vakgebied relevant zijn, te ontdekken zonder hulp van buitenaf" (p. 9).

Leerpsychologische karakteristieken van de probleemgestuurd leren

De methode van probleemgestuurd leren sluit nauw aan bij hedendaagse leerpsychologische opvattingen over leren als een constructief en actief proces (Shuell, 1986). Ten eerste wordt gepoogd de voorkennis waarover de student beschikt te activeren. Aansluiten bij de kennis die een leerling heeft, is uitermate belangrijk voor het onthouden van nieuwe informatie. De kennis die een student in eerdere leersituaties heeft verworven verschaft een kader waarbinnen nieuwe informatie betekenis wordt gegeven. Door deze voorkennis te (re)activeren worden gemakkelijker aanknopingspunten gecreëerd waarin de nieuwe informatie in de al aanwezige geïntegreerd kan worden. Hierdoor wordt het verwerven en onthouden van de nieuw verworven informatie vergemakkelijkt. Aansluiten aan én activatie van voorkennis van de lerenden draagt onmiskenbaar bij aan hun leerprestaties (Machiels-Bongaerts & Schmidt, 1990).

Ten tweede worden de studenten in de gelegenheid gesteld de leerstof, al discussiërend, frequent te

structureren en te herstructureren. Hierdoor wordt de organisatie van de kennis bevorderd. Tijdens de bespreking van de stappen 3 en 4 van de Zeven-sprong wordt een eerste voorlopige structuring op basis van reeds aanwezige voorkennis bewerkstelligd. Tijdens de fase van zelfstudie, stap 6, zal de lerende kennis nemen van de organisatie van het te bestuderend onderwerp door een of meer experts op dit terrein. Tijdens de rapportagefase tenslotte, zullen de groepsleden samen nog eens nagaan of ze de bestudeerde leerstof adequaat begrepen hebben en of ze deze leerstof, zondig kunnen toepassen op aanpalende verschijnselen. Belangrijke cognitieve leerfuncties als het onderkennen van hoofd- en bijzaken, nagaan wat de rode draad is in de bestudeerde materie, het concreet kunnen toepassen van de informatie en het kritisch kunnen verwerken van leerstof komen tijdens dit proces van probleemleren op verschillende manieren aan de orde. De lerenden spelen in het uitoefenen van deze leerfuncties bovendien een primaire rol.

Ten derde ontlokt probleemgestuurd leren de lerenden meer intrinsiek gemotiveerd studiegedrag. Doordat studenten in discussie met elkaar raken over de vraag hoe bepaalde verschijnselen in elkaar zouden kunnen zitten, waarbij verschillende visies naar voren gebracht worden, worden studenten nieuwsgierig naar wie er gelijk zou kunnen hebben. Eenzelfde belangstelling naar het begrijpen van de omringende wereld ontstaat doordat studenten onzeker raken over hun initiële verklaringen wanneer hen gevraagd wordt dit aan de groepsleden uit te leggen. Beide leersituaties creëren als het ware een cognitief conflict in en tussen studenten. Dit cognitief conflict werkt als een katalysator om nieuwe informatiebronnen op te sporen die een antwoord kunnen verstrekken op de geformuleerde vragen. Een factor die eveneens bijdraagt aan het verhogen van deze intrinsieke motivatie is het gegeven dat studenten leren in een context. Door de aangeboden taken te situeren binnen bepaalde thema's, die nauw verwant zijn met hun latere beroepsuitoefening, krijgt de lerende duidelijk en snel inzicht waarom de aangeboden leerstof aangereikt wordt. Niet alleen beklijft de aangeboden informatie hierdoor beter maar ze kan ook sneller in het geheugen teruggehaald worden (Schmidt, 1993).

Onderwijskundige doeleinden van probleemgestuurd leren

Binnen de context van probleemgestuurd leren wordt beoogd dat studenten leren te leren en dat zij een blijvende nieuwsgierigheid verwerven en een instelling om met leren door te gaan (*éducation*

permanente, lifelong learning). Om dit te bereiken worden studenten voortdurend gestimuleerd actief met de leerstof bezig te zijn en moeten de leden van een onderwijsgroep, aanvankelijk tot op zekere hoogte en later helemaal, zélf bepalen wat de leerdoelen zijn die volgen uit hun bespreking. Tevens moeten ze zelfstandig informatiebronnen aanboren en na een periode van studie weer in de groep rapporteren wat ze gevonden hebben. Door dit proces leren de studenten verschillende vaardigheden: ze leren aan elkaar uit te leggen wat ze weten over een bepaald onderwerp en elkaar te vragen te stellen naar datgene wat ze niet weten of waarover ze twijfels hebben. Ze leren zelf structuur in de leerstof aanbrengen en deze kritisch beschouwen. Van hen wordt tevens verwacht dat ze zich inspinnen om de afgesproken leerdoelen binnen redelijke termijn te bestuderen. Dit betekent dat de lerenden een regelmatig studiepatroon moeten ontwikkelen. Uitstellen van leeractiviteiten benadeelt immers de betrokkene en zijn of haar medestudenten in de onderwijsgroep. Tevens zijn de studenten, zowel in als buiten de onderwijsgroep, geregeld bezig met regulatieve leeractiviteiten (Vermunt, 1992, 1994). Tijdens de discussies in de onderwijsgroep evalueren de groepsleden, met behulp van de tutor, hun vorderingen op formele en informele wijze voortdurend. Ze diagnostiseren oorzaken van eventuele leerproblemen en toetsen of ze, na een periode van individuele studie, processen, mechanismen en theorieën uit bepaalde vakdomeinen begrepen hebben en of ze de nieuw verworven informatie kunnen toepassen op gelijksoortige problemen.

De studenten leren in de onderwijsgroep allerlei vaardigheden die hen in staat stellen meer adequaat te functioneren in groepsverband, zoals goed naar elkaar luisteren, leiding geven aan de onderwijsgroep, hanteren van besluitvormingsprocessen en omgaan met verschillende persoonlijkheden en hun (eigen)aardigheden. Effectief vergadergedrag en bekwaamheden op het terrein van teamvorming worden hierdoor zijdelings verworven. Ook vormt de onderwijsgroep een geschikte basis voor coöperatief leergedrag. Doordat de groepsleden permanent 'gedwongen' worden aan elkaar vragen te stellen en uitleg te geven zijn ze zeer actief met de leerstof bezig in steeds wisselende rollen van onderwijsgevende en -ontvangende. Deze 'peer teaching' situatie helpt studenten beter grip te krijgen op de leerstof. Enerzijds omdat studenten verkeren in een 'zone van meest nabije ontwikkeling' (Vygotsky, 1978) waardoor ze elkaars problemen met de leerstof sneller begrijpen, anderzijds omdat elkaar onderwijzen hen dwingt tot steeds weer structureren en organiseren van de leerstof (Webb, 1989).

Effecten van probleemgestuurd leren

In zijn inaugurale rede 'De kick van het kunnen, over arrangement en engagement bij het leren' schildert Lodewijks (1993) een aantal vereisten waaraan onderwijsinstellingen moeten voldoen wil er sprake zijn van een krachtige leeromgeving waarbinnen volwaardig leren door de lerenden uitgelokt wordt. Lodewijks stelt: "Op alle opleidingsniveaus zouden onderwijsvormen moeten worden gecreëerd, of simpel vaker moeten worden toegepast, waarin actieve, zoekende en probleemgerichte instructievormen een grote rol spelen. Het gaat hierbij

"Probleemgestuurd leren bevordert op indirecte wijze tevens vaardigheden op het terrein van communicatie en samenwerking"

om scholing die voortbouwt op al bij de lerende aanwezige kennis en opvattingen over de stof, die een actief omgaan met de stof vereisen, en die zijn gericht op het toepassen en het gebruiken van de kennis en vaardigheden in een variëteit van levensreële situaties, waar lerenden zich iets bij kunnen voorstellen, of die een rol in hun leven kunnen spelen. Onderzoek ... wijst uit, dat onderwijs dat uitdrukkelijk aanzet tot eigen activiteiten bij de lerenden en dat zorgvuldig aansluit bij hun persoonlijke voorkennis, niet alleen effectief is, niet alleen tot een dieper inzicht in de stof leidt, maar bij de cursisten ook de nodige tevredenheid teweeg brengt" (Lodewijks, p. 11).

De vraag die in dit kader rijst is of probleemgestuurd onderwijs als een krachtige leeromgeving gekenschetst kan worden en haar intenties met betrekking tot activatie van voorkennis, intrinsieke motivatie en zelfstandig leren waar kan maken. Onderzoek naar deze voorwaarden voor een krachtige leeromgeving laat het volgende zien. Schmidt (1984) presenteerde H.B.O.- studenten onder verschillende condities het bloedcelprobleem (tabel 2). De helft van de onderzoekspopulatie bediscussieerde onder de voorheen beschreven condities het probleem, de andere studenten bespraken onder dezelfde omstandigheden een ander neutraal probleem. Uit een daarop volgende 'free-recall' test bleek dat de studenten die het bloedcelprobleem bespraken zich twee keer zoveel informatie herinnerden over het onderliggende mechanisme 'osmose en diffusie' als de studenten die het neutrale probleem behandelden. Schmidt leidt hieruit af dat

probleemanalyse in een kleine groep een sterk activerend effect heeft op voorkennis. In een studie in een school voor voortgezet onderwijs, presenteerden Schmidt, De Volder, De Grave, Moust & Patel (1989) het bloedcelprobleem en een neutraal probleem aan leken die nog niet met deze onderwerpen te maken hadden gehad. De verklaringen van de lerenden in de onderwijsgroepjes had een sterk common-sense-achtig karakter. Na de analyse kregen alle leerlingen een tekst over osmose en diffusie te bestuderen. Vervolgens kregen de studenten een test voorgelegd. De groep die voorheen het bloedcelprobleem besproken had herinnerde zich op een toets significant meer over de tekst dan de studenten die het neutrale probleem besproken hadden. De onderzoekers concludeerden hieruit dat de activatie van voorkennis door de probleemanalyse in de onderwijsgroep het begrijpen en onthouden van nieuwe informatie bevordert, zelfs wanneer de informatie die tijdens de probleemanalyse ingebracht wordt slechts gedeeltelijk relevant is voor het verklaren van het probleem. Natuurlijk kan voorkennisactivatie op veel verschillende manieren gestimuleerd worden, bijvoorbeeld door de lerenden vragen te stellen of door hen te verzoeken eens alles op te schrijven wat ze van een bepaald onderwerp afweten. De Grave, Schmidt, Beliën, Moust, De Volder en Kerkhofs (1985) gingen na of groepsdiscussie tot betere leerresultaten leidde dan vragen stellen. Zij vonden dat analyse in onderwijsgroepjes tot significant betere resultaten leidde dan individuele probleemanalyse. Het stellen van een vraag als "Schrijf eens alles op wat je weet van ...?" had de kleinste effecten. De onderzoekers concludeerden uit deze bevindingen dat het activeren van voorkennis in een kleine groep waarbij studenten aan elkaar informatie geven en vragen stellen, waardoor elaboratie (bewerking) van het onderwerp plaatsvindt, een sterke bijdrage levert aan het begrijpen van probleem relevante informatie.

In verschillende onderzoeken gingen De Volder en zijn collega's (De Volder, Schmidt, De Grave en Moust, 1985 en De Volder, Schmidt, Moust en De Grave, 1986) na of studenten door het analyseren van een probleemtaak in een kleine groep meer belangstelling zouden krijgen in onderwerpen die met het probleem te maken hebben. Studenten kregen hetzij een relevant hetzij een niet-relevant probleem voorgelegd. Na de discussie hierover bestudeerden zij een tekst handelend over het relevante probleem. Zowel na de discussie als na de periode van tekstbestudering kregen de studenten vragen voorgelegd waarin hen verzocht werd aan te geven of zij meer informatie wilden over het relevante onderwerp. In beide gevallen toonden de groepen die het relevante probleem bespraken een aanzienlijk grotere nieuwsgierigheid naar deze informatie. De onderzoekers leidden hieruit af dat het analyseren

van problemen studenten stimuleert tot het willen begrijpen van de verschijnselen aangereikt in een probleem.

Onderzoek naar de effecten van de onderwijskundige doelstellingen is op experimentele wijze minder gemakkelijk vast te stellen. Uit interviews met en enquêtes onder studenten is bekend dat studenten veelal met plezier en enthousiasme in een probleemgestuurde leeromgeving studeren (Drop & Post, 1990).

Probleemgestuurd leren en het voorgezet onderwijs

Zoals we al schreven hoeft probleemgestuurd leren niet geïdentificeerd te worden met opleidingen die studenten voorbereiden op een specifieke professie. Het leerproces en de coöperatieve onderwijssituatie waarbinnen de leeractiviteiten plaatsvinden kunnen in velerlei onderwijssituaties benut worden. Probleemtaken kunnen ook gebruikt worden binnen andere opleidingen waar studenten verschijnselen uit de hen omringende werkelijkheid moeten kunnen verklaren en begrijpen. Probleemgestuurd leren kan beschouwd worden als een onderwijsmethode die, naast andere leerlinggerichte benaderingen zoals de aardrijkskundemethode beschreven door Van Dijk, Riezebos & Stomp (1994) en ervaringsgericht onderwijs (Depondt, 1992), een rol kan spelen in het bevorderen van de zelfwerkzaamheid en zelfstandigheid van lerenden. Evenals veel van deze onderwijskundige benaderingen probeert probleemgestuurd leren de studenten actief te betrekken bij het onderwerp dat bestudeerd moet worden, de lerenden nieuwsgierig te maken hoe een-en-ander in elkaar zou kunnen zitten en te bevorderen dat er van en met elkaar geleerd wordt.

De condities waaronder in het voortgezet onderwijs gewerkt wordt verschillen van de uitgangssituatie in het hoger onderwijs. De staf/student ratio is er in het algemeen hoger (minder stafleden per student) waardoor er gewerkt moet worden in klassen met behoorlijk veel leerlingen. Daarnaast wordt er een breder spectrum van vakken aangeboden en zijn de vakgebieden in het algemeen meer van elkaar afgegrensd. Integratie van disciplines komt minder frequent voor. Maar binnen een aantal vakgebieden of tussen enkele nauw aan elkaar verwante vakgebieden (bijvoorbeeld natuurkunde - aardrijkskunde; scheikunde - biologie) kan gebruik gemaakt worden van probleemgestuurd leren. De taken beschreven in tabel 2 bijvoorbeeld sturen de studenten in de richting van beide bovengenoemde clusters van vakken of zijn bruikbaar binnen de vakken aardrijkskunde en biologie.

Een procedure om probleemgestuurd onderwijs toe te passen is de volgende: Een docent deelt een of meer probleemtaken (het laatste is het geval wanneer studenten binnen een bepaald thema bv. 'warmtehuishouding van het lichaam' of 'fysische verschijnselen in en rond de aarde'), zoals beschreven in tabel 2, uit aan groepjes van zes studenten. Deze groepjes, voortaan leergroepen genoemd, gaan volgens de procedure van de Zevensprong de verschijnselen beschreven in de taak analyseren op basis van hun voorkennis. Terwijl de studenten dit doen kan de docent van leergroep naar leergroep gaan om te beluisteren welke ideeën de lerenden aandragen ter verklaring van de beschreven verschijnselen. Vervolgens zou een plenaire inventarisatie en verdiepende discussie onder leiding van de docent kunnen plaatsvinden. Tijdens deze plenaire discussie stelt de docent zich vooral 'uitdagend' op: hij probeert de studenten zo nieuwsgierig mogelijk te maken naar de 'oplossing' van de door hen geopperde verklaringen. Studenten kunnen daarna, wanneer er voldoende tijd is tussen twee lesblokken, zelfstandig in het documentatiecentrum van de school of in bijvoorbeeld de stadsbibliotheek en thuis bronnen raadplegen om de specifieke vraagstellingen die uit deze discussies naar voren komen te beantwoorden. Wanneer er weinig tijd tussen

voor een volgende studieronde gepland. Belangrijk bij de begeleiding van deze leeractiviteiten is dat de docent een actieve ondersteunende bijdrage levert aan het leerproces van de leerlingen. Het is een misvatting dat zelfwerkzaam en zelfstandig leergedrag van de lerenden ontstaat door 'trial and error'. Docenten moeten zorgvuldig nagaan wat en waardoor lerenden bepaalde processen niet begrijpen of waardoor het voor hen moeilijk is een samenhangende structuur te onderkennen in de informatie die zij opsporen. Aandacht voor de wijze waarop de lerenden nieuwe leerstof domeinen exploreren en betrokkenheid bij de problemen die zij daarbij ondervinden biedt de docent ingangen om zijn leerlingen gereedschappen aan te reiken waardoor zij langzamerhand steeds meer zelfstandig in staat zijn de omringende wereld te begrijpen en problemen op te lossen.

Slotbeschouwing

In deze bijdrage hebben we geprobeerd een beeld te schetsen van een element van probleemgestuurd onderwijs, een onderwijsarrangement waarin studenten geholpen worden zich voor te bereiden op de toekomstige professionele uitoefening van een beroep binnen hun vakgebied. Het element dat we beschreven hebben, probleemgestuurd leren, is het fundament van deze onderwijsvorm. Binnen de context van subthema's die nauw te maken hebben met hun latere beroepspraktijk leren studenten kennis verwerven aan de hand van op te lossen problemen. De problemen die studenten aangereikt krijgen kunnen beschrijvingen zijn van fenomenen uit de ons omringende werkelijkheid en problemen die kunnen voorkomen in de praktijk van de toekomstige beroepsbeoefenaar. Al deze probleemcontexten kunnen ertoe bijdragen dat de lerenden op een meer actieve en doelgerichte wijze gaan leren. Door op deze wijze informatie aan te bieden wordt geprobeerd een brug te slaan tussen de directe leersituatie en omstandigheden buiten de opleidingscontext (bijvoorbeeld de latere professie), maar óók bruggen naar de directe leefwereld van lerenden in het voortgezet onderwijs. Door deze domeinspecifieke en situatiegebonden leercontext worden lerenden zich sneller bewust van wat je met de geleerde kennis en vaardigheden kunt doen en wordt leren plezieriger.

"De methode van probleemgestuurd leren sluit nauw aan bij hedendaagse leerpsychologische opvattingen over leren als een constructief en actief proces"

twee lesblokken is zou de docent zonnodig de ge-eigende informatie aan kunnen reiken.⁷⁾ Tijdens de periode van zelfstudie wordt van de leerlingen verwacht dat ze proberen zo goed mogelijk antwoord te vinden op de door hen gestelde vragen en dat ze zich zo diepgaand in de leerstof verdiepen dat ze aan andere groepsleden op een samenhangende wijze kunnen uitleggen wat ze gevonden hebben of dat ze inzicht hebben in wat ze niet begrijpen en waarom dat zo is. In het volgende lesblok rapporteren de studenten eerst in de afzonderlijke leergroepjes aan elkaar wat ze gevonden hebben, waar onhelderheden over bestaan. Tijdens deze rapportages in de subgroepjes luistert de begeleidende docent weer zorgvuldig naar datgene wat in de verschillende groepen ter sprake wordt gebracht. In een afrondende plenaire discussie worden dan de nog resterende onduidelijkheden onder leiding van de docent verhelderd of zonnodig nieuwe leerdoelen

Noten

1. In de dagelijkse praktijk gebruiken veel docenten voor probleem- en strategietaken de term 'casus': gevalsbeschrijving. Beide taaktypen hebben elementen van een dergelijke gevalsbeschrijving in zich. Wij zouden de term

casus echter willen reserveren voor redelijk lange situatieschetsen van een patiënt/cliëntsituatie waarin het contact tussen hulpvrager en -gever beschreven wordt.

2. Als voorbeeld reiken we een niet-professie gebonden probleemtaak aan, die gebruikt wordt bij de training van docenten die voorbereid worden op hun rol als tutor.

We hopen dat de lezer over voorkennis inzake dit onderwerp beschikt, zodat hij/zij zelfstandig de exercitie kan 'belevén'.

3. Voorbeeld deels ontleend aan Moust, Bouhuijs & Schmidt, 1992.

4. Ultraard kan wegens plaatsgebrek hier geen uit-

voerige weergave gegeven worden van een dergelijke discussie. We reiken een korte samenvatting aan, de geïnteresseerde lezer verwijzen we naar de eerder genoemde bronnen.

5. T. = Tutor; St. = Studenten; OWG = Onderwijsgroep.

6. In noot 1 schreven we echter al dat de gebruikte casus in probleemgestuurd onderwijs veelal afwijken van de vormen die binnen de case study method gebruikt worden.

7. Deze optie is echter minder gewenst omdat hierdoor de rijkdom aan potentiële bronnen beperkt wordt en de navolgende discussie minder diepgaand kan verlopen.

Literatuur

- ° BRUNER, J.S., 'The art of discovery'. In: *Harvard Educational Review*, jrg. 31, 1961, p. 21-32.
- ° DEPONDT, L., 'Ervaringsgericht onderwijs'. In: *IDEE, Tijdschrift voor Lerarenopleiders*, jrg. 12, nr. 1, 1990.
- ° DIJK VAN, H., RIEZEBOS, A. & STOMP, L., "Leren leren" en aardrijkskunde, een voorbeeld'. In: *VELON, Tijdschrift voor Lerarenopleiders*, jrg. 15, nr. 3, 1994, p. 16-27.
- ° DROP, M.J. & POST, G.J., 'Perceptions and evaluations by graduates and faculty members of the Maastricht problem-based curriculum'. In: Z.M. Nooman, H.G. Schmidt & E.S. Ezzat (Eds.), *Innovation in medical education. An evaluation of its present status*. Springer Publishing Company, New York 1990.
- ° GRAVE, W.S. & FRIJNS, P.H.A.M., 'Schematiseren als studievaardigheid bij probleemgestuurd leren'. In: *VELON Tijdschrift voor Lerarenopleiders*, 15e jrg. nr. 1, 1993; p. 42-47.
- ° GRAVE, W.S. DE, SCHMIDT, H.G., BELIEN, J.J., MOUST, J.H.C., VOLDER, M.L., DE & KERKHOFS, L.M.M., *Effecten van verschillende typen van activatie van voorkennis op recall, gemeten met een aanvultoets*. Paper gepresenteerd op de Onderwijs Research Dagen, Tilburg 1984.
- ° FRASER, C.E., *The Case Method of Instruction*. McGraw-Hill, New York 1931.
- ° LODEWIJKS, J.G.L.C., *De kick van het kunnen, over arrangement en engagement bij het leren*. Inaugurele Rede. Nijmegen: Katholieke Universiteit, Nijmegen 1993.
- ° MACHIELS-BONGAERTS, M. & SCHMIDT, H., 'Effectiever leren door het activeren van voorkennis'. In: *IDEE, Tijdschrift voor Lerarenopleiders*, jrg. 11, nr. 3, 1990, p. 99-101.
- ° MOUST, J.H.C., *De rol van tutoren in probleemgestuurd onderwijs. Contrasten tussen studenten docenttutoren*. Academisch proefschrift. Universitaire Pers Maastricht, Maastricht 1993.
- ° MOUST, J.H.C., 'De effectieve tutor, meer dan alleen een vakinhoudelijk deskundige?' In: *Tijdschrift voor Hoger Onderwijs*, jrg. 12, nr. 3, 1994, p. 95-115.
- ° MOUST, J.H.C., BOUHUIJS, P.A.J. & SCHMIDT, H.G., *Probleemgestuurd leren*. Wolters-Noordhoff, Groningen, 1989.
- ° MOUST, J.H.C., DE GRAVE, W.S. & GIJSELAERS, W.H., 'The tutor role: a neglected variable in the implementation of problem-based learning'. In: Z.M. Nooman, H.G. Schmidt & E.S. Ezzat (Eds.), *Innovation in medical education. An evaluation of its present status*. Springer Publishing Company, New York, 1990.

Over de auteur:

Jos Moust is werkzaam als universitair docent Onderwijsontwikkeling en -research ten behoeve van de juridische faculteit, Rijksuniversiteit Limburg.

Henk Schmidt is werkzaam als hoogleraar Onderwijsontwikkeling en -research ten behoeve van de faculteit Gezondheidswetenschappen, Rijksuniversiteit Limburg.

Adres:

J. Moust, Vakgroep Onderwijsontwikkeling en -research, Rijksuniversiteit Limburg, Postbus 616, 6200 MD Maastricht.

Tel.: 043 - 881233.

- SCHMIDT, H.G., 'Enkele cognitieve effecten van probleemgestuurd onderwijs'. In: H.G. Schmidt (red) *Probleemgestuurd Onderwijs*. Flevodruk, Harlingen, 1981, p. 9-29.
- SCHMIDT, H.G., 'Activatie van voorkennis en tekstverwerking'. In: *Nederlands tijdschrift voor de psychologie*, jrg. 39, 1984, p. 335-47.
- SCHMIDT, H.G., 'Foundations of problem-based learning: some explanatory notes'. In: *Medical Education*, jrg. 27, 1993, p. 422-432.
- SCHMIDT, H.G. & BOUHUIJS, P.A.J., *Onderwijs in taakgerichte groepen*. Het Spectrum, Utrecht, 1980.
- SCHMIDT, H.G., SPAAIJ, G. & GRAVE, W. DE, 'Opsporen van misconcepties bij middelbare scholieren'. In: *Tijdschrift voor Onderwijsresearch*, jrg. 13, nr. 3, 1988, p. 129-140.
- SCHMIDT, H.G., DE VOLDER M.L., DE GRAVE, W.S., MOUST, J.H.C., & PATEL, V.L., 'Explanatory models in processing of science text: the role of prior knowledge activation through small-group discussion'. In: *Journal of Educational Psychology*, jrg. 81, nr. 4, 1989, p. 610-19.
- SHUELL, T.J., 'Cognitive conceptions of learning'. In: *Review of Educational Research*, jrg. 56, nr. 4, 1986, p. 411-436.
- VERMUNT, J.D.H.M., *Leerstijlen en sturen van leerprocessen in het hoger onderwijs - Naar procesgerichte instructie in zelfstandig denken*. Academisch proefschrift, Katholieke Universiteit Brabant. Swets & Zeitlinger, Lisse 1992.
- VERMUNT, J., 'Leerstijlen en leerstrategieën van studenten: recente onderzoekgegevens'. In: *VELON: Tijdschrift voor Lerarenopleiders*, jrg 15, nr.3, 1994, p. 8-16.
- VAN DER VLEUTEN, C. & WIJNEN, W., *Problem-based learning: Perspectives from the Maastricht experience*. Thesis, Amsterdam 1990.
- VOLDER, M.L. DE, SCHMIDT, H.G., GRAVE, W.S. DE, MOUST, J.H.C., 'Motivation and achievement in cooperative learning: the role of prior knowledge'. In: (J.H.C. van der Berchen & F. Halisch, eds.) *Achievement and Task Motivation, Swets North America, Berwyn 1985*, p. 123-27.
- VOLDER, M.L. DE, SCHMIDT, H.G., MOUST, J.H.C., GRAVE, W.S. DE, 'Problem-based learning and intrinsic motivation'. In: (J.H.C. van der Berchen & Th. C.M. Bergen & E.E.I. de Bruyn, eds.) *Achievement and Task Motivation*, Swets North America, Berwyn 1986, p. 128-34.
- VYGOTSKY, L.S., *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press, Cambridge MA 1978.
- WEBB, N.M., 'Peer interaction and learning in small groups'. In: *Review of Educational research*, jrg. 13, 1989, p. 21-41.