

2. Theoretische en empirische grondslagen van probleemgestuurd onderwijs

H.G. Schmidt, S. Foster en P.A.J. Bouhuijs

1. Inleiding

Opvattingen van wetenschapsfilosofen over de aard van het kennisverwervingsproces in de wetenschap en psychologische theorievorming over het leren en onderwijzen hebben in de loop van de geschiedenis altijd een opvallende overeenkomst vertoond. Wanneer men het spoor terug volgt tot in de vorige eeuw, toen de psychologie zich voor het eerst losmaakte van de beschouwende filosofie en een empirische wetenschap werd, ziet men steeds opnieuw deze synchroniciteit optreden. De psychologie heeft zich, evenals de wetenschapsfilosofie, steeds tussen de twee polen van empiricisme en rationalisme bewogen, als het erom ging te verklaren hoe mensen kennis opdoen omtrent de wereld om hen heen. Zo kwam het behaviorisme op in een periode waarin het positivisme het denken over wetenschap en kennisacquisitie doordrenkte, terwijl de cognitieve revolutie in de psychologie in de vijftiger en zestiger jaren samenviel met toenemende twijfels over de houdbaarheid van het logisch positivisme als kennistheorie en de opkomst van de kritisch rationalisten onder leiding van Popper, Lakatos en anderen.

Het is misschien nuttig hier enige zinnen te wijden aan beide hoofdstromen in de filosofisch discussie over de vraag hoe mensen in staat zijn hun wereld te kennen. Het empiricisme, dat door de Engelse theoretici Bacon, Locke en Hume voorgestaan werd, beschouwt mensen als onbeschreven kleitabletten ("tabulae rasae") waarop de natuur haar wetten schrijft. Wat van wetenschappers gevraagd wordt, is vooral goed uit hun ogen kijken en systematisch gegevens over de werkelijkheid verzamelen, dan zal de natuur uiteindelijk haar geheimen ontsluiten en de principes die haar besturen prijsgeven. Kennisverwerving is dus feitelijk inductief van aard: het is de herhaling van gebeurtenissen en de regelmaat in het optreden van verschijnselen in de werkelijkheid die zich als het ware opdringen aan de zorgvuldige observator als algemeen geldende wetten wier ontdekking het doel van wetenschap is.

Het rationalisme daarentegen veronderstelt dat onze kennis van de wereld in de eerste plaats het produkt van onze eigen denkactiviteit is. Uitgaande van een beperkt aantal assumpties omtrent de werkelijkheid kan door middel van *deductie* een theorie geconstrueerd worden die die werkelijk-

heid verklaart. Theorieën zijn in die opvatting geen systematische beschrijvingen van de werkelijkheid verkregen door zorgvuldige observatie, maar cognitieve constructies die het resultaat zijn van -vooral logisch-redeneren. Karikaturaal gezegd: daar waar de empiricist zich met een lege maar open geest in het veld bevindt, bezig met nauwkeurige observatie, zit de rationalist in naar binnen gekeerd gepeins verzonken, in een poging het wezen der dingen te doorgronden.

Concepties met betrekking tot leren en onderwijzen die zich in het begin van deze eeuw onder de impulsen van Thorndike en Watson in snel tempo ontvouwd, droegen alle in sterke mate het stempel van de Amerikaanse variant van het empiricisme: het behaviorisme. Het behaviorisme legde sterke restricties op aan wat het onderzoeksobject van de psychologie mocht zijn. Geheel in lijn met dat empiricisme werd vastgesteld dat alleen observeerbaar gedrag zich leende voor wetenschappelijke analyse. Leertheorieën konden zich vanuit de optiek ook alleen maar bezighouden met principes die het verwerven van bepaalde gedragingen, of veranderingen daarin, reguleerden. Oefening, herhaling en beloning van gewenst gedrag waren de basisingrediënten voor het leren. Onderwijs, in het bijzonder die onderwijsmethoden die waren afgeleid van, of werden gerechtvaardigd door deze opvattingen richtte zich dan ook sterk op het drillen van leerlingen door middel van voortdurende herhaling (Denk aan het hardop opdreunen van de tafels van 1 tot 10, het reciteren van de dorpen en steden in de provincie Groningen en het uit het hoofd leren van rijen vreemde woordjes). Datzelfde gold voor "technologische" ontwikkelingen zoals geprogrammeerde instructie. De leerling of student werd in die opvatting gezien als --U raadt het alleen onbeschreven blad, en de taak van de docent, het leerboek of programma, was, dat blad te vullen door zo efficiënt mogelijke "overdracht" van kennis. Colleges voor grote groepen en machine-gemedieerde instructie konden aan die eis voldoen.

Vanaf Dewey (1929) en eigenlijk al eerder, is er naast deze dominante traditie altijd sprake geweest van een stroming voor wie leren voornamelijk het resultaat was van de cognitieve activiteit van de leerling zelf. In die opvatting kan kennis niet zozeer "overgedragen" worden, maar moet de lerende zich die kennis "eigen maken", omdat mate van begrip van nieuwe informatie begrensd wordt door de aard van al in de lerende aanwezige

cognitieve structuren.¹ Een voorbeeld is hier wellicht op z'n plaats. Veel mensen hebben grote moeite een tekst als de volgende te onthouden ook als ze er enige tijd aan besteden:

"Nobody tells productions when to act; they wait until conditions are ripe and then activate themselves. By contrast, chefs in the other kitchens merely follow orders. Turing units are nominated by their predecessors, von Neumann operations are all prescheduled, and LISP functions are invoked by other functions. Production system teamwork is more laissez-faire: each production acts on its own, when and where its private conditions are satisfied. There is no central control, and individual productions never directly interact. All communication and influence is via patterns in the common workspace --like anonymous "to whom it may concern" notices on a public bulletin board".²

Natuurlijk is het mogelijk deze tekst uit het hoofd te leren mits voldoende tijd voor herhaling beschikbaar is. Maar het eindresultaat van die activiteit is toch waarschijnlijk niet wat gewoonlijk onder leren verstaan wordt. Een belangrijke component van werkelijk leren is dat *begrepen* is wat bestudeerd is, en dat is bij deze tekst duidelijk moeilijk omdat het onderwerp steeds aan de lezer lijkt te ontsnappen. Toch is deze tekst niet voor alle lezers lastig. Mensen met een redelijke kennis van informatica, en in het bijzonder van kunstmatige intelligentie, zullen de tekst onmiddellijk begrepen hebben als een poging verschillende programmeerstijlen te karakteriseren, en weinig moeite hebben zich de tekst na enige tijd te herinneren. Onderzoekers en theoretici wier opvattingen binnen de rationalistische traditie vallen, verklaren dit fenomeen door aan te nemen dat in de persoon aanwezige kennis in belangrijke mate bepaalt in hoeverre iets nieuws geleerd kan worden. Zij die relevante voorkennis missen, hebben meer problemen met het begrijpen en onthouden van daarop betrekking hebbende nieuwe informatie dan zij die die voorkennis wél hebben.

Het is opvallend dat, hoewel deze ideeën uit en te na verwoord zijn in het werk van de Franse epistemoloog Jean Piaget (1954) en door Jerome Bruner (1971), ze pas deel uit zijn gaan maken van "mainstream psychological theorizing" nadat, zoals gezegd, aan het begin van de zestiger jaren de pendule zich in de wetenschapsfilosofie weer van empiricisme naar rationa-

¹ Met "cognitieve structuren" wordt kennis, opgeslagen in het lange termijn geheugen, bedoeld. Deze kennis is op een bepaalde wijze georganiseerd in dat geheugen; vandaar cognitieve structuur.

² Deze tekst is ontleend aan Haugeland (1985).

lisme bewoog. Zo gezien kunnen Piaget en Bruner beschouwd worden als vroege herauten van de zogeheten "cognitieve revolutie" in de psychologie.

Daar probleemgestuurd onderwijs als methode van instructie sterk beïnvloed is door de cognitieve psychologie, zullen nu eerst enige woorden gewijd worden aan enkele principes van cognitief leren relevant voor het begrijpen van de onderliggende "mechanica" van probleemgestuurd onderwijs. Daarna zal ingegaan worden op hoe deze leerprincipes in probleemgestuurd onderwijs gerealiseerd worden. Aandacht zal daarbij gegeven worden aan de toch wat bijzondere rol die de docent bij deze vorm van onderwijs heeft. Daar dit boek vooral betrekking heeft op het onderwijs in de economie zullen de voorbeelden in deze paragrafen vooral uit dat vakgebied afkomstig zijn. Vervolgens zal kort worden ingegaan op resultaten van onderzoek die de empirische ondersteuning vormen van de theoretische veronderstellingen die aan probleemgestuurd onderwijs ten grondslag liggen. Dit hoofdstuk eindigt met een kritische beschouwing van de beperkingen waaraan deze onderwijsaanpak onderhevig is.

2. Cognitieve leerprincipes

In de loop der jaren zijn door theoretici en onderzoekers een variëteit aan leerprincipes voorgesteld (cf. Foster, 1986; West en Foster, 1976). Recent onderzoek laat zien dat die principes alle kunnen worden teruggebracht tot een betrekkelijk kleine verzameling van proposities die huidige theorieën in dit domein karakteriseren. Die principes zullen hier achtereenvolgens besproken worden.

Principe 1. Voorkennis die mensen over een bepaald onderwerp hebben, is de belangrijkste determinant van de aard en hoeveelheid nieuwe informatie die verwerkt kan worden.

Dit principe is hierboven al kort toegelicht aan de hand van Haugeland (1985).

Principe 2. Het ter beschikking hebben van relevante voorkennis is een noodzakelijke, maar geen voldoende, voorwaarde voor het begrijpen en onthouden van nieuwe informatie. Het is noodzakelijk dat die voorkennis ook geactiveerd wordt door signalen in de context waarin de informatie bestudeerd wordt.

Bransford en Johnson (1972) legden proefpersonen teksten als de volgende voor, met als opdracht die teksten te leren:

"A newspaper is better than a magazine. A seashore is a better place than the street. At first, it is better to run than to walk. You may have to try several times. It takes some skill but it's easy to learn. Even young children can enjoy it. Once successful, complications are minimal. Birds seldom get too close. Rain however, soaks in very fast. Too many people doing the same thing can also cause problems. One needs lots of room. If there are no complications, it can be very peaceful. A rock will serve as an anchor. If things break loose from it, however, you will not get a second chance".

Proefpersonen die deze tekst bestudeerden met de titel "Making and flying a kite (vlieger)", herinnerden zich na afloop bijna twee maal zoveel informatie als personen die diezelfde tekst zonder titel bestudeerden. Bransford en Johnson (1972) verklaren dat door te veronderstellen dat beide groepen cognitieve structuren beschikbaar hebben met betrekking tot wat er allemaal komt kijken bij vliegeren, maar dat die kennis door de tekst zelf niet geactiveerd wordt. De titel activeert die kennis wel, met als gevolg de superieure geheugenprestatie. Het hier gegeven voorbeeld lijkt wellicht extreem. Er zijn echter nogal wat voorbeelden bekend uit het reguliere onderwijs waarbij leerlingen niet in staat blijken nieuwe informatie te relateren aan wat ze al weten over een onderwerp. Vooral met betrekking tot het natuurwetenschappelijk onderwijs is daarnaar veel onderzoek gedaan (Schmidt, Spaaij en De Grave, 1988).

Principe 3. Kennis is in het geheugen op een bepaalde wijze georganiseerd. Die organisatie maakt haar meer of minder toegankelijk voor gebruik.

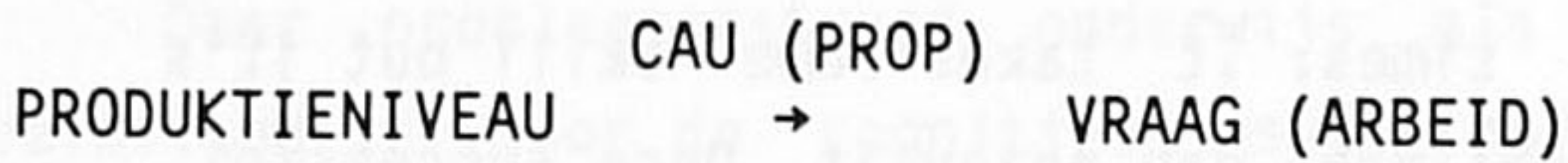
Hoe stellen psychologen zich die kennisstructuren voor die verantwoordelijk zijn voor al dat fraais? Hier komt een definitie: *Kennis bestaat uit proposities, die georganiseerd zijn in semantische netwerken. Een propositie is een bewering die bestaat uit twee concepten en hun relatie. Voorbeelden van proposities uit de economische wetenschap zijn:*

1. De vraag naar particuliere consumptiegoederen is lineair afhankelijk van het besteedbare inkomen.³

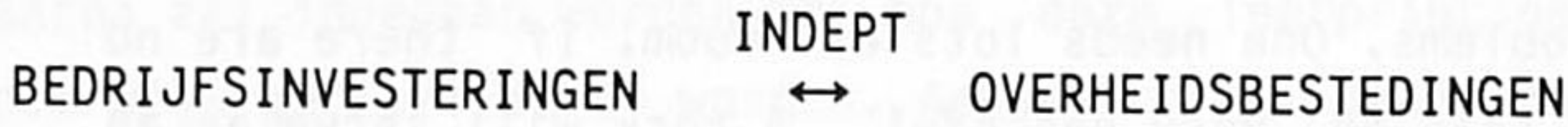
BESTEEDBAAR INKOMEN CAU (LIN) → VRAAG(PARTICULIERE CONSUMPTIEGOEDEREN)

³ De verkorte standaardnotatie voor proposities is afkomstig van Patel en Groen (1986). CAU betekent "beïnvloedt causaal". De pijl geeft de richting van de invloed aan. INDEPT betekent "independent" of "onafhankelijk van elkaar". ISA betekent "is een". En IDENT betekent "is identiek aan".

2. De vraag naar arbeid is proportioneel gerelateerd aan het niveau van de produktie



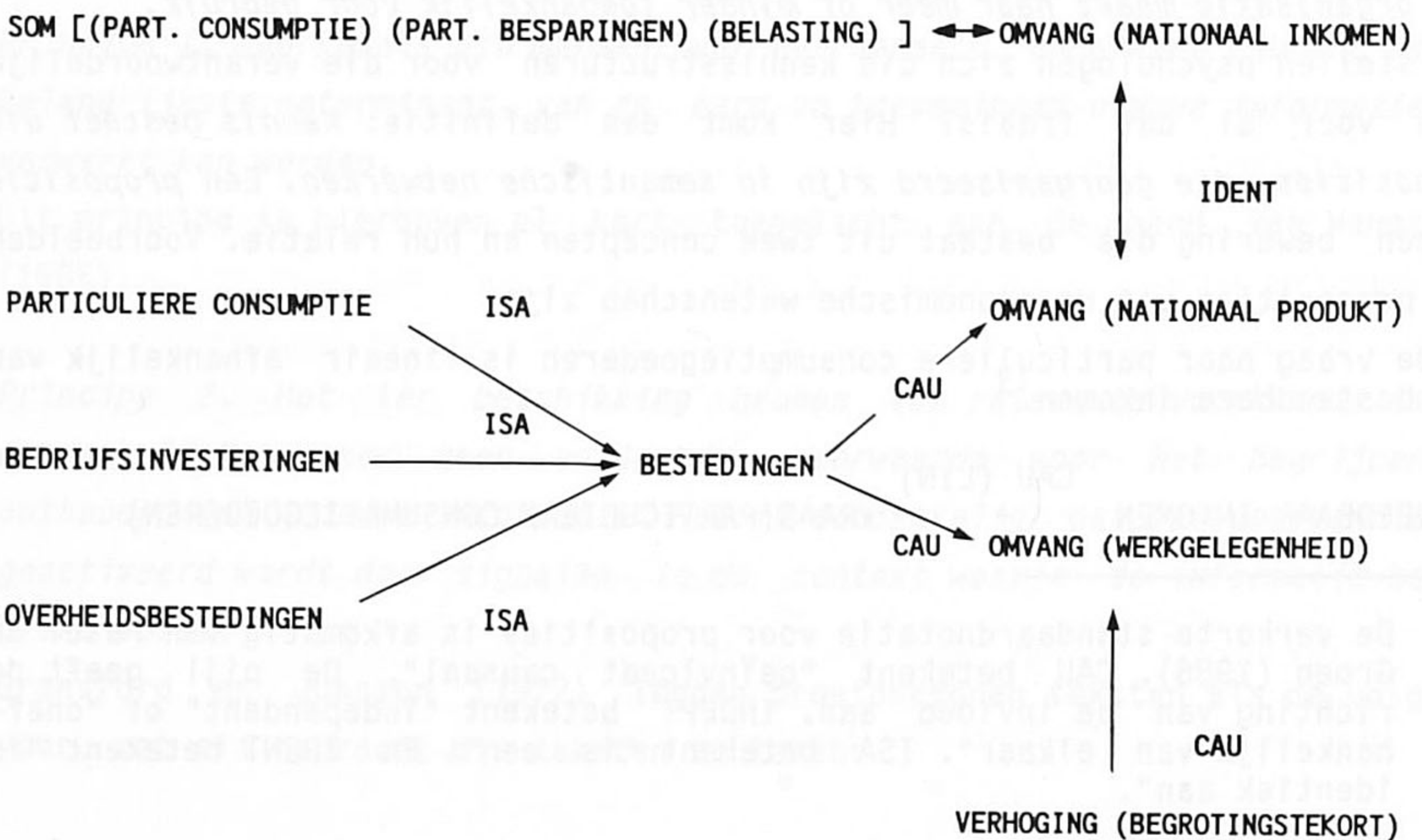
3. Bedrijfsinvesteringen en overheidsbestedingen zijn onafhankelijk van elkaar



Semantische netwerken bestaan uit grote hoeveelheden proposities die aan elkaar gerelateerd zijn. Ze zijn idiosyncratisch, dat wil zeggen: persoonsgebonden; ze organiseren het geheel van kennis dat een persoon van een deel van de werkelijkheid heeft en organiseren daarmee voor hem de werkelijkheid zelf. Kennis georganiseerd in een semantisch netwerk moet absoluut niet verward worden met boekenkennis. Het is meer; namelijk de weerslag van alle ervaringen, opvattingen en ideeën die de persoon in zijn leven heeft opgedaan. Een semantisch netwerk met betrekking tot een onderwerp kan daarom uiteraard onjuistheden, vaagheden of globaliteiten bevatten.

Figuur 1 toont --noodzakelijkerwijs sterk vereenvoudigd-- een deel van het semantische netwerk dat één van de schrijvers van dit hoofdstuk -- niet-econoom -- van de theorie van Keynes heeft.

Figuur 1: Een voorbeeld van een semantisch netwerk van proposities die samen de kennis van Schmidt met betrekking tot de theorie van Keynes vormen.



Het zal duidelijk zijn dat de gedetailleerdheid van een dergelijke kennisstructuur, de rijkdom aan relaties tussen concepten en de wijze waarop de structuur is opgebouwd grote invloed uitoefenen op wat met die kennis *gedaan* kan worden: vragen beantwoorden op een tentamen, een essay schrijven, een probleem oplossen, speculeren op de beurs, of ingrijpen in 's lands economie.

Principe 4: Het onthouden en terughalen van informatie uit het geheugen kan sterk worden verbeterd wanneer in de leerfase elaboratie op het materiaal plaatsvindt.

Het elaboratieprincipe werd voor het eerst experimenteel aangetoond door Anderson en Reder (1979). Zij maakten daarbij gebruik van een klassiek psychologisch onderzoeksparadigma, de gepaarde associatie ("paired associate") taak, een taak die sterk lijkt op het leren van Schwere Wörter op de middelbare school. Enkele voorbeelden:

hond	fiets
school	kraai
stoel	bloem
man	huis

De taak bestaat daarin dat proefpersonen deze paren moeten leren, zodanig dat bij aanbieding door de proefleider van het eerste element (hond), door de proefpersoon het tweede element (fiets) geproduceerd wordt. Het tweede element wordt dan verondersteld aan het eerste geassocieerd te zijn in het geheugen van de betrokkene. (Vandaar: paired associate learning). Anderson en Reder gaven de helft van hun proefpersonen de instructie een lijst als de hierbovenstaande te leren. De andere helft kreeg dezelfde opdracht, met dien verstande dat hen geadviseerd werd steeds actief een relatie tussen de beide elementen te construeren, bijvoorbeeld: als je "hond-fiets" moet leren dan zou het kunnen helpen als je je een hond op een fiets voorstelt. Proefpersonen die de opdracht gekregen hadden deze leerstrategie toe te passen, leverden een aanzienlijk betere prestatie op de test dan diegenen die dat niet deden. Anderson en Reder noemen deze actieve wijze van omgaan met het te leren materiaal elaboratie, omdat de lerende "uitweidt" over de relatie tussen twee concepten. Volgens de onderzoekers is deze aanpak zo succesvol omdat elaboratie in de resulterende semantische netwerken meervoudig redundante terughaalpaden ("multiple redundant retrieval paths") creëert, die het terugvinden van een concept in het geheugen vergemakkelijkt, omdat er meerdere wegen zijn waarlangs dat begrip gevonden kan worden.

Principe 5: Het vermogen om bepaalde kennis uit het lange-termijngeheugen te activeren en daarmee beschikbaar te maken voor gebruik is contextafhankelijk.

Ook dit principe laat zich wellicht het beste aan de hand van een illustratief onderzoekje toelichten. Godden en Baddeley (1975) lieten proefpersonen lijsten met woorden leren in een gepaarde-associatietaak, vergelijkbaar met die van Anderson en Reder (1979). De ene helft van deze proefpersonen bevond zich onder water in een zwembad; de andere helft leerde de lijst op de kant. Vervolgens werd de helft van de personen die zich in het water bevonden, eruit gehaald, terwijl met de helft van diegenen op de kant het omgekeerde gebeurde. Alle proefpersonen moesten zich tenslotte zoveel mogelijk gepaarde woorden herinneren. De resultaten toonden ondubbelzinnig aan dat die proefpersonen die deze geheugentaak verrichtten *in dezelfde omgeving* als waarin geleerd was, een aanzienlijk betere prestatie leverden dan de proefpersonen die de informatie moesten terughalen in een ander milieu als waarin die informatie geleerd was. Blijkbaar wordt tegelijk met wat intentioneel geleerd wordt, contextinformatie in het geheugen opgeslagen (ook als die volstrekt irrelevant is ten aanzien van de leertaak, zoals de zwembadcontext), die een later terughalen van die informatie vergemakkelijkt, tenminste als de kennis in dezelfde context teruggehaald kan worden! Dit verschijnsel van de contextuele afhankelijkheid van het leren is verantwoordelijk voor een groot aantal verschijnselen die in en buiten het onderwijs kunnen worden waargenomen: van het falen in een examenzaal, hoewel de stof thuis zorgvuldig geleerd was, tot het onvermogen van veel afgestudeerden om datgene wat aan de universiteiten gedoceerd wordt, in de praktijk toe te passen.

Principe 6: Intrinsiek of extrinsiek gemotiveerd zijn tot leren verlengt de hoeveelheid tijd, besteed aan studie (oftewel in het cognitieve spraakgebruik: de verwerkingstijd), en daarmee de leerprestatie.

Iemand die in zich de drang voelt om iets te leren, zal over het algemeen bereid zijn meer tijd in dat leren te steken dan degene die die drang in mindere mate voelt. "Other things being equal" is er een lineaire relatie tussen de tijd besteed aan de verwerking van de stof en de studieprestatie. Er wordt daarbij grofweg een onderscheid gemaakt tussen twee vormen van drang, van motivatie: intrinsieke en extrinsieke motivatie. Bij intrinsieke motivatie is de drang gericht op het begrijpen van de stof zelf; extrinsieke motivatie wordt gekenmerkt door het feit dat de leerstof bestudeerd wordt niet zozeer als een doel in zichzelf maar om andere doelen

te bereiken: een voldoende op een tentamen, een bul, toegenomen zelfvertrouwen, of een goedbetaalde baan. Kennisverwerving draagt daarbij een middelkarakter.

Intrinsieke motivatie wordt hier geïllustreerd door een onderzoek van Johnson en Johnson (1979). Zij lieten groepjes kinderen teksten bestuderen waarin ofwel de noodzaak van steenkoolwinning in dagbouw op economische gronden beargumenteerd werd, ofwel steenkoolwinning in dagbouw werd afgewezen op grond van milieuoverwegingen. Kinderen die verschillende teksten bestudeerd hadden, moesten vervolgens proberen al elaborerend elkaar te overtuigen van de juistheid van de bestudeerde standpunten. Vergeleken met een groep leerlingen die beide teksten sec bestudeerd hadden, bleken degenen die over de controversiële kwestie gediscussieerd hadden meer tijd te besteden aan het bestuderen van additionele informatie over het onderwerp en ook vaker naar een film over steenkoolwinning in dagbouw te gaan kijken. Zij waren volgens Johnson en Johnson door de gevolgde procedure intrinsiek in het onderwerp geïnteresseerd geraakt.

Met behulp van de hierboven gegeven principes kunnen grofweg drie verschillende leerprocessen onderscheiden worden (Rumelhart en Norman, 19):

1. *Groei* van bestaande semantische netwerken door middel van het toevoegen van nieuwe informatie ("accretion"). Voorkennisactivatie en elaboratie spelen hierbij een belangrijke rol.

2. *Herstructurering* ("restructuring") van die netwerken onder invloed van nieuwe informatie, bijvoorbeeld wanneer de lerende geconfronteerd wordt met feiten die strijdig zijn met proposities in het bestaande netwerk. Het bepalende cognitieve mechanisme is hier elaboratie: het produceren van hypothesen die oude en nieuwe informatie beide in een nieuw licht kan plaatsen. De confrontatie met problemen die uitdagen nieuwe verklaringen te construeren wordt daarbij als een belangrijke faciliterende factor gezien (Inagaki en Hatano, 19)

3. *Afstemming* ("tuning") van aanwezige informatie op de context waarin die informatie moet worden toegepast. Hierboven is al gezegd dat activatie van kennis contextgebonden is. Activatie van kennis in verschillende situaties waarin die kennis toepasbaar is, is een manier om die contextgebondenheid te overwinnen. Men zou dat afstemming door facilitatie of generalisatie kunnen noemen. Daarnaast moet op school verworven kennis gebonden worden aan specifieke praktijkcondities waarin die kennis bruikbaar is. Sommige kennis moet alleen maar geactiveerd worden als aan die condities voldaan wordt, en niet wanneer vergelijkbare maar niet relevante condities aanwezig zijn.

Laten we dit afstemming door inhibitie oftewel specialisatie noemen. Motivatie speelt daarnaast in alle drie de hier genoemde leerprocessen een belangrijke initiërende rol. Immers, als de persoon geen reden heeft om te leren is het onwaarschijnlijk dat enig leerproces tot stand komt.

3. Probleemgestuurd leren

Beschrijving van het leerproces

Probleemgestuurd leren is een benadering van het leerproces waarbij studenten in kleine groepen aan problemen werken, begeleid door een tutor, meestal een docent. Een probleem bestaat meestal uit een beschrijving van een verzameling fenomenen of gebeurtenissen die in de werkelijkheid kunnen worden waargenomen en die door de groep geanalyseerd of verklaard moeten worden in termen van onderliggende principes, mechanismen of processen. Voorbeelden van dergelijke problemen uit het economische curriculum van de Rijksuniversiteit Limburg zijn in Tabel 1 opgenomen.

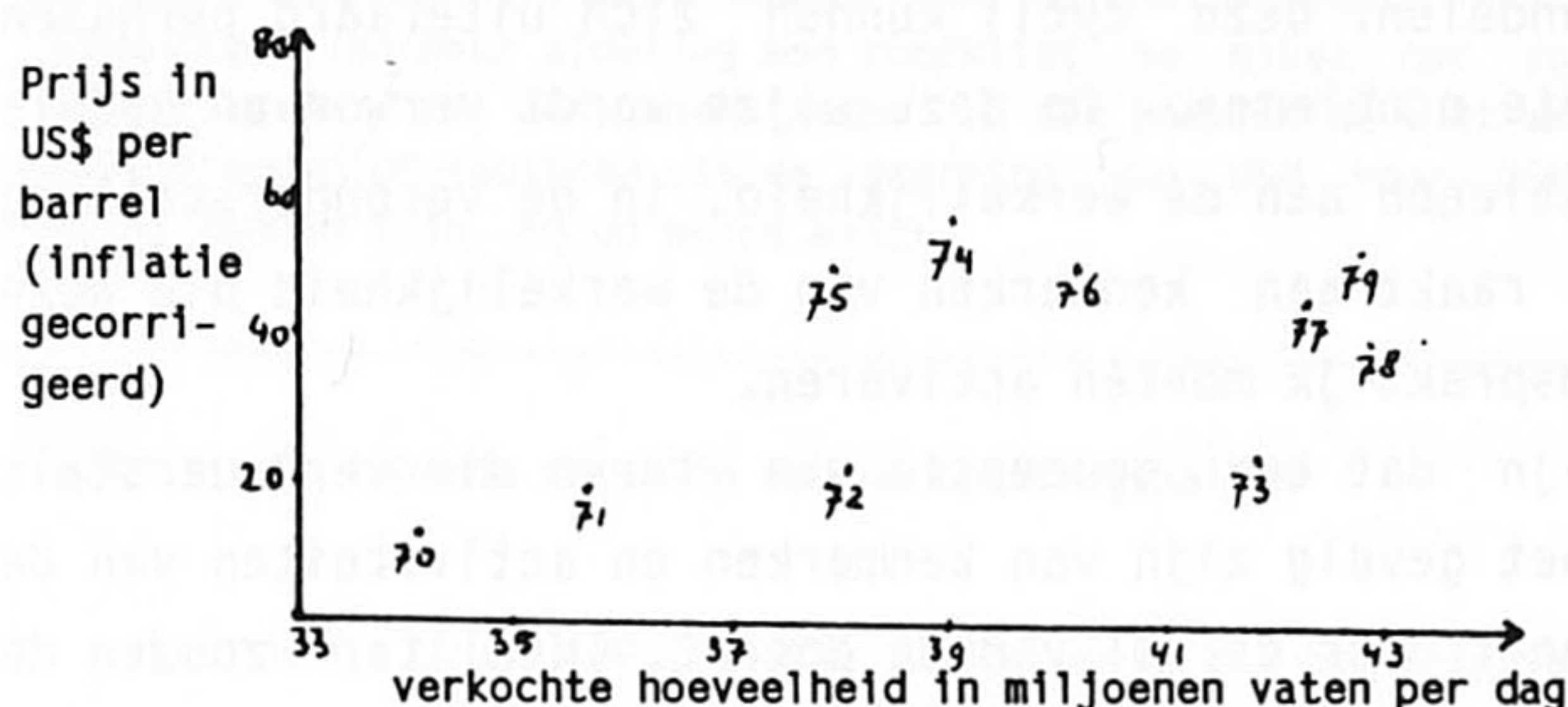
Van belang is dat studenten een dergelijk probleem analyseren met behulp van de aanwezige voorkennis, zonder dat eerst nadere literatuurstudie plaatsvindt. Het *probleem* en de discussie daarover worden verondersteld relevante voorkennis te activeren en door middel van verdere elaboratie op die voorkennis proberen studenten zich een eerste beeld te vormen van de processen die dat probleem kunnen verklaren. Ze herstructureren als het ware hun --niet op het specifieke probleem toegesneden-- voorkennis tot een --niet noodzakelijkerwijze correct-- *situatiemodel* (Van Dijk en Kintsch, 1983). Die verklaringen kunnen --afhankelijk van de aard van het probleem-- historisch, economisch, sociaal-wetenschappelijk, biologisch of wiskundig van aard zijn. Als het probleem is toegesneden op de voorkennis van de studenten maar daar niet voldoende mee verklaard kan worden, zullen tijdens de groepsdiscussie vragen opkomen, die genoteerd worden en vervolgens als *leerdoelen* voor individuele literatuurstudie dienen. Wanneer de groep na enige dagen weer bijeen komt, buigt ze zich opnieuw over het probleem teneinde na te gaan of met de nieuwverworven kennis een dieper inzicht in het probleem verkregen is, met andere woorden: of het uit de studie resulterende (causale) semantische netwerk hen in staat stelt de elementen van het probleem beter te begrijpen. Is dat nog niet het geval, dan kan een tweede ronde van zelfstudieactiviteiten volgen.

Tabel 1: Voorbeelden van problemen die nadere verklaring behoeven.

Taak De vraag naar olie

In economische leerboeken wordt de (micro-economische) vraag naar een goed door een economisch subject in het algemeen omschreven als een dalende functie van de prijs. Wanneer we verkoopstatistieken bekijken, dan suggereren die meestal een geheel andersoortig verband tussen prijs en verkochte hoeveelheid (= gerealiseerde vraag). Bijvoorbeeld in het geval van olie.

olie: prijs en verkochte hoeveelheid

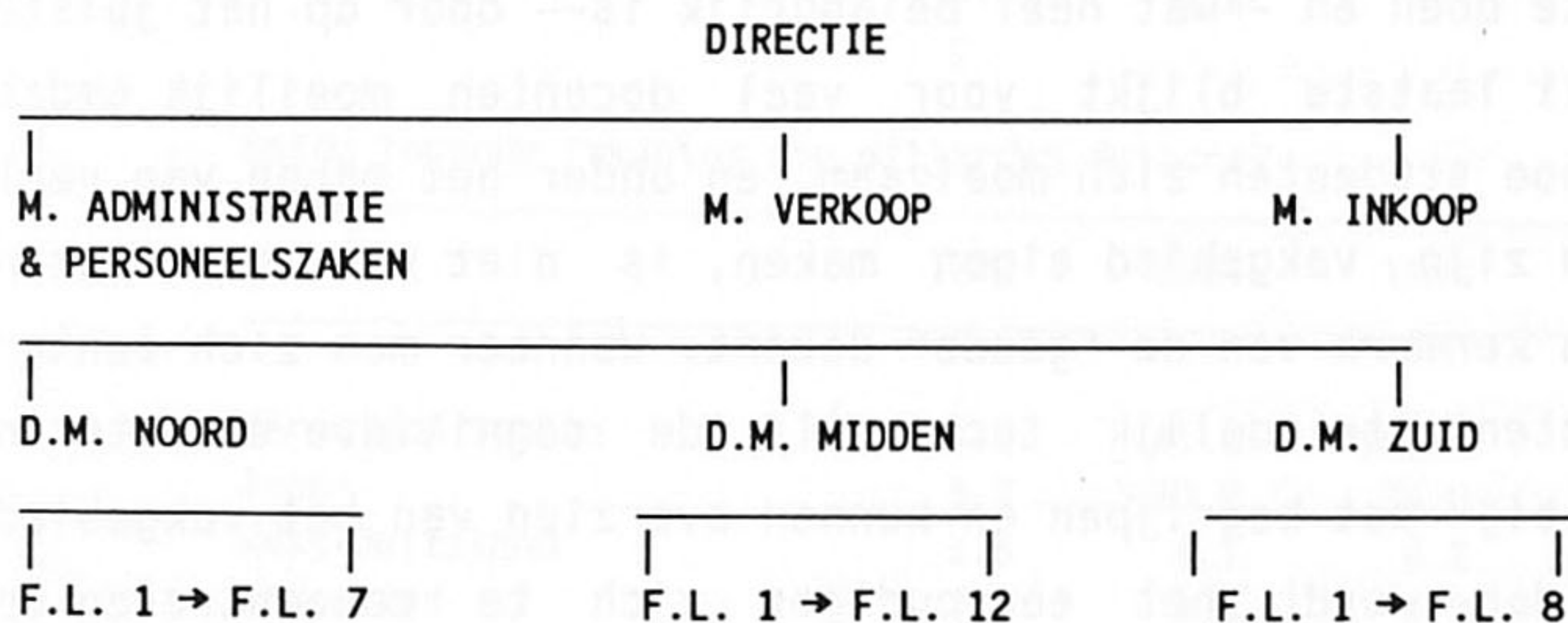


Bron: OECD Economic Outlook, nr. 39, May, 1986

Probeer dit verschijnsel te verklaren.

Taak Een alternatief

Het organigram van Superconfex Nederland BC ziet er - in enigszins aangepaste vorm - in grote lijnen als volgt uit:



M = Manager
 D.M. = Districtsmanager
 F.L. = Filiaalleider

Ook hierin komt bijvoorbeeld via de vrij platte organisatie naar voren dat de kosten zo laag mogelijk gehouden worden. De filialen zijn verspreid over het gehele land. De filiaalleider van de vestiging in Arnhem heeft er al vaker op gewezen, dat de markt in zijn regio soms duidelijk anders is dan die van de filialen in de Randstad. In zijn regio worden b.v. - letterlijk - volledig andere kleuren gevraagd. Hij heeft dan ook al vaker voorgesteld, om de inkoop, die nu volledig gecentraliseerd is, naar elk filiaal te decentraliseren. Ook de administratie en personeelszaken zouden naar elk filiaal gedecentraliseerd moeten worden. Dan zou immers het mengvormkarakter van de huidige structuur verdwijnen. Maar tegen dit voorstel heeft de directie forse bezwaren.

Sommige problemen hebben een sterke actiecomponent. Niet alleen wordt van de studenten gevraagd te verklaren waarom iets is zoals het is, maar ook hoe zij zouden *handelen* wanneer zij in een dergelijke situatie geplaatst zouden worden; welke maatregelen zij zouden nemen, welk advies zij zouden geven, ten einde het probleem *op te lossen*. Een voorbeeld is opgenomen in Tabel 2.

Meestal is het dan zo dat een eerste cyclus van leeractiviteit zich richt op een beter begrijpen van het probleem, gevolgd door een tweede cyclus gericht op het handelen. Deze cycli kunnen zich uiteraard herhalen bij verschillende verwante problemen. Op deze wijze wordt verworven kennis toegepast op problemen ontleend aan de werkelijkheid, in de veronderstelling dat die kennis gebonden raakt aan kenmerken van de werkelijkheid die deze kennis later in de beroepspraktijk moeten activeren.

Het zal duidelijk zijn dat een conceptie van leren die veronderstelt dat leereffecten vooral het gevolg zijn van kenmerken en activiteiten van de lerende, consequenties heeft voor de rol van de docent. Idealiter zouden de docent en zijn studenten --in tegenstelling tot leersituaties waarin de docent lesgeeft en de studenten luisteren-- *beide actief* bezig moeten zijn. De student worstelt met de problemen, discussieert, wordt geconfronteerd met verschillende opvattingen en probeert zich een vruchtbaar perspectief op het onderwerp eigen te maken door middel van het zoeken en bestuderen van relevante leerstof. De docent neemt deel aan deze worsteling door vragen te stellen, suggesties te doen en --wat heel belangrijk is-- door op het juiste moment te zwijgen. Dit laatste blijkt voor veel docenten moeilijk omdat "werkeloos" toezien hoe studenten zich moeizaam, en onder het maken van veel fouten, principes van zijn vakgebied eigen maken, is niet wat de meesten zien als een typisch kenmerk van de "goede" docent. Wanneer men zich echter realiseert dat studenten uiteindelijk toch zèlf de cognitieve structuren moeten opbouwen die bij het begrijpen en kunnen overzien van het vakgebied noodzakelijk zijn, dan wordt het eenvoudiger zich te concentreren op ondersteunende activiteiten zoals het bedenken van situaties die studenten helpen de tekortkomingen van hun huidige ideeën in te zien, of het maken van een opmerking op het juiste moment die hen uit een impasse in de discussie leidt: "One can lead the horse to the water; but he has to do the drinking himself!" Directe kennisoverdracht lijkt alleen efficiënt wanneer men meent dat datgene wat men doceert onmiddellijk, en in de vorm waarin het vertelt wordt, in de hoofden van de lerenden wordt opgeslagen. De werkelijkheid van het onderwijs laat zien dat het zo eenvoudig allemaal niet is. Niettemin leren de ervaringen met probleemgestuurd onderwijs dat het erg moeilijk is

Tabel 2: Voorbeelden van problemen waarbij studenten gevraagd wordt een of andere activiteit te ondernemen, als waren zij deelnemers aan de beschreven situatie.

Taak DSM en omgeving

Het is nu eind jaren '70. DSM heeft zijn polypropeenfabriek opgestart. Men bezint zich nu op uitbreiding van de capaciteit aangezien de mogelijk zich in 1981 voordoet. Bij het nemen van marketingbeslissingen is het van het grootste belang de omgevingsvariabelen in beschouwing te nemen, omdat ze de uitkomsten mede beïnvloeden.

Mevrouw Kaptein, marketing-manager van de Business-Unit Polypropeen, vraagt aan medewerkers van haar afdeling een checklist te maken ter voorbereiding op de bespreking met het management-team. In die bespreking komt de vraag aan de orde welke groepen of factoren uit de omgeving van DSM voor DSM, Polypropeen van belang kunnen zijn, en op welke wijze.

Taak De lopende rekening van de betalingsbalans

Reële groei BNP (mutatie in procenten ten opzichte van vorig jaar)

	1982	1983	1984	1985
Verenigde Staten	-2.1	3.7	6.8	2.5
Japan	3.3	3.4	5.8	5.0
West-Duitsland	-1.0	1.3	2.6	2.5
Nederland	-1.6	0.4	1.3	2.0
OESO	-0.3	2.6	4.8	-

Saldo lopende rekening (in miljarden dollars)

	1982	1983	1984	1985
Verenigde Staten	-9.2	-41.6	-101.6	-135.0
Japan	6.9	20.8	35.0	45.0
West-Duitsland	3.6	4.1	6.2	11.0
Nederland	3.2	3.9	4.9	5.7

Bron: OESO

CPB-MEV 1986

In het Beleggingsplan van het ABP worden tabellen gepubliceerd over de reële groei van het BNP en het saldo van de lopende rekening van de belangrijkste landen. Men kan constateren dat er een belangrijke convergentie is qua economische groei in 1985. Dezelfde convergentie kan echter niet waargenomen worden voor het saldo van de lopende rekening van de betalingsbalans. Blijkbaar is de ontwikkeling van intern en extern evenwicht niet gelijk voor de verschillende landen.

"je handen van het stuur af te houden" wanneer studenten moeizaam greep op een onderwerp proberen te krijgen. Dat is een oefening in zelfcontrole die voor veel ervaren docenten onbekend is. We komen er in de afsluitende paragraaf nog op terug. Zie voor verdere discussies van de docentrol in probleemgestuurd onderwijs: Schmidt en Bouhuijs, 1983 en Moust, Bouhuijs en Schmidt, 1989.

Samenvattend: probleemgestuurd onderwijs als methode van instructie wordt verondersteld de volgende effecten te hebben op het leren van studenten:

1. Activatie van voorkennis. De initiële analyse van een probleem stimuleert het terughalen van kennis uit het geheugen die in een eerder stadium verworven is, hetzij via studie, hetzij via de media.
2. Elaboratie op voorkennis door middel van discussie in de kleine groep, zowel voordat nieuwe kennis verworven is als daarna; actief verwerken van nieuwe informatie.
3. Zonodig: herstructurering van kennis zodat deze "past" op de aangeboden problemen.
4. Leren in context. Verondersteld wordt dat door studenten te confronteren met problemen die vaak aan de latere beroepspraktijk ontleend zijn, contextuele gebondenheid een positieve invloed op het gebruik van kennis kan hebben.
5. Integratie van kennis uit verschillende vakgebieden rond professioneel relevante problemen.
6. Studenten nemen datgene wat ze moeten leren als relevant waar.
7. Doordat studenten zèlf verantwoordelijk zijn voor wat geleerd wordt en hoe het geleerd wordt, neemt de intrinsieke motivatie tot leren toe. Die intrinsieke motivatie wordt eveneens bevorderd door de discussie over problemen, omdat mensen wanneer ze geïnvolveerd raken in een bepaald onderwerp er meestal ook meer van af willen weten.
8. Studenten verwerven door het samenwerken in kleine groepen sociale vaardigheden die nuttig zijn voor de latere beroepsuitoefening waar samenwerking met anderen noodzakelijk is om succes te boeken.
9. Studenten verwerven zelfstudievaardigheden omdat ze bij voortduring gedwongen zijn zèlf te zoeken naar relevante informatie. Deze vaardigheid wordt verondersteld van groot belang te zijn bij het verwerven van een houding gericht op levenslange zelfscholing.
10. Studenten verwerven vaardigheden in het oplossen van problemen.

De vraag die zich natuurlijk onmiddellijk voordoet, is, in hoeverre de hierboven veronderstelde effecten van probleemgestuurd leren een empirische basis hebben. In deze sectie zal daarom ingegaan worden op het onderzoek dat vooral door de onderzoeksgroep "Cognitieve en Motivationale Effecten van Probleemgestuurd Onderwijs" van de Rijksuniversiteit Limburg gedaan is.⁴ We beperken ons daarbij tot de resultaten van het zgn. "bloedcelprobleem-onderzoek".

Activatie van voorkennis. Schmidt (1982) legde aan kleine groepen HBO-studenten het volgende probleem voor: "Een rode bloedcel wordt onder een microscoop in zuiver water gebracht. De cel zwelt op en springt uiteindelijk uit elkaar. Een andere bloedcel wordt in een oplossing van zout in water gebracht. Hij krimpt. Verklaar deze verschijnselen". De betrokken studenten hadden allen enige jaren geleden kennis genomen van het onderwerp "osmose" (dat het verklarende biologische mechanisme vormt). De helft van de studenten bediscussieerde het bloedcelprobleem terwijl de andere helft over een ander probleem sprak. De groep aan wie het bloedcelprobleem was voorgelegd, herinnerde zich in een vervolgens afgenomen "free-recall" test⁵ bijna twee maal meer informatie over osmose dan de groep die over een neutraal probleem gediscussieerd had. Dat duidt erop dat de analyse van een probleem in een kleine groep een sterk voorkennisactiverend effect heeft.

Effecten op het verwerken van nieuwe informatie. Schmidt, De Volder, De Grave, Moust en Patel (in druk) legden hetzelfde probleem voor aan tweedeklassers van het atheneum, die het betreffende onderwerp nog nooit gehad hadden. Hun verklaringen droegen dus grotendeels een common-sense karakter. Zo veronderstelde een groep in een poging het opzwellen te begrijpen dat in de wand van de bloedcel kleppen moeten zitten die het water erin laten maar niet eruit. Een andere groep verklaarde het krimpen van de cel uit de wateraantrekkende eigenschappen van zout. Het zout "zoog" in hun opvatting vocht uit de cel zoals zout ook wijn uit een tafelkleed verwijdert. De groepen die aan het bloedcelprobleem gewerkt hadden, kregen, net als degenen die aan een neutraal probleem gewerkt hadden, vervolgens een tekst van zes

⁴ Deze groep bestaat uit M. de Volder, W. de Grave, J. Moust, B. Kerkhofs, H. Schmidt, S. Foster, R. Dobbelaere, H. Nuy en T. Geerligts.

⁵ Free recall is een procedure waarbij de proefpersoon gevraagd wordt alles op te schrijven wat hij zich over een bepaald onderwerp herinnert, zonder dat hem nadere informatie verschaft wordt die hem zou kunnen helpen bij die taak.

pagina's ter bestudering voorgelegd die over osmose handelde. De groep die het bloedcelprobleem bediscussieerd had voorafgaande aan de tekst, wist zich significant meer te herinneren van die tekst dan de groep die een ongerelateerd probleem besproken had. Activatie van voorkennis door middel van probleemanalyse in een kleine groep bevordert dus in niet geringe mate het begrijpen en onthouden van nieuwe informatie, ook al is die voorkennis slechts in beperkte mate relevant voor het begrijpen van het probleem --en soms zelfs incorrect!

Bijdrage van groepsdiscussie aan het effect. De Grave, Schmidt, De Volder, Belin, Moust en Kerkhofs (1985) vergeleken effecten van probleemanalyse in een kleine groep met individuele probleemanalyse en vooractivatie van kennis over osmose door er rechtstreeks naar te vragen, op het verwerken van een tekst over osmose. Zij ontdekten dat probleemanalyse in een kleine groep een groter positief effect had op het onthouden van de tekst dan individuele probleemanalyse, en dat voorkennisactivatie door rechtstreeks naar al aanwezige kennis op dit terrein te vragen relatief het kleinste effect had. Dat bracht hen ertoe te concluderen dat de discussie op zichzelf blijkbaar een sterker activerend effect heeft òf dat studenten voorafgaande aan de bestudering van de tekst al van elkaar leren, zodat ieder van hen meer voorkennis in geactiveerde toestand heeft voorafgaande aan tekstbestudering dan ieder van de proefpersonen die het probleem individueel geanalyseerd heeft.

Aanwijzingen voor elaboratie- en herstructureringsprocessen. In Tabel 3 zijn verklaringen van novieten opgenomen betreffende het bloedcelprobleem. De resultaten weergegeven in Tabel 3 suggereren dat studenten door middel van elaboratie hun voorkennis "geschikt maken" als verklaring voor wat hen als probleem wordt voorgelegd. De betrokken proefpersonen waren nog nooit met een vergelijkbaar probleem geconfronteerd; daarom valt aan te nemen dat bestaande, algemene wereldkennis geherstructureerd wordt teneinde "te passen" op het voorgelegde probleem.

Effecten van probleemgestuurd leren op intrinsieke motivatie. In een serie onderzoeken van De Volder en zijn collega's (De Volder, Schmidt, Moust en De Grave, 1986) werden pogingen gedaan om na te gaan in hoeverre groepsdiscussie over een probleem de intrinsieke interesse in de met het probleem verband houdende leerstof zou doen toenemen. Groepen kregen ofwel het bloedcelprobleem, ofwel een probleem dat het opstijgen van een vliegtuig van Schiphol beschreef, voorgelegd. Direct na de discussie werd hen gevraagd aan te geven in welke mate zij geïnteresseerd waren in het ontvangen van informatie over osmose. Na afloop van het bestuderen van de tekst over dat

Tabel 3: Naïeve concepties van de processen die aan het bloedcelprobleem ten grondslag liggen (ontleend aan Schmidt, Spaaij en De Grave, 1988)

Opzwellen

1. De cel is gevuld met kleine sponsjes die het 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 of ander vocht worden aan de cel onttrokken door de hygroscopische (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 hygroscopische eigenschappen. Als het water in de omgeving echter een hogere concentratie zout bevat, dan zal vocht aan de cel onttrokken worden

onderwerp werd hen gevraagd of ze nog meer over het onderwerp zouden willen lezen en of ze geïnteresseerd waren in toezending van aanvullend materiaal door de onderzoekers. Zowel voor als na de bestudering van de tekst bleken groepen die aan het bloedcelprobleem gewerkt hadden een significant grotere intrinsieke motivatie ten toon te spreiden vergeleken met de groep die aan het vliegtuigprobleem gewerkt had. Schmidt (1984) vond dat die grotere intrinsieke motivatie zich onder andere uitte in het feit dat significant meer studenten die aan de bloedceldiscussie hadden deelgenomen zich opgaven voor het bijwonen van een hoorcollege over osmose dan zij die daaraan niet hadden deelgenomen.

De studies die hier kort beschreven zijn, rechtvaardigen de stelling dat een aantal van de processen die volgens cognitief psychologen de basis vormen voor menselijk leren, in probleemgestuurd onderwijs verwezenlijkt

worden. Uiteraard gaat het hier om laboratoriumexperimenten. Dat wil zeggen dat stringente controle uitgeoefend werd op de kenmerken van de proefpersonen die aan het onderzoek deelnamen, op de hoeveelheid tijd besteed aan discussie en studie, en op wát bestudeerd werd. Daarenboven werden de experimenten uitgevoerd met middelbare scholieren in plaats van met studenten in het hoger onderwijs. Onderzoek waarin de effectiviteit van probleemgestuurd onderwijs in practijksituaties bestudeerd wordt, vormen een noodzakelijke aanvulling en verrijking van laboratoriumexperimenten. Daartoe zijn verschillende pogingen ondernomen die we hier niet nader zullen bespreken. De intrinsiek gemotiveerde lezer verwijzen we naar De Volder en Schmidt (1982), Tans, Schmidt, Schadé-Hoogeveen en Gijsselaers (1986) en Gijsselaers en Schmidt (1989, in druk).

4. Discussie

Probleemgestuurd onderwijs is een relatief nieuwe vorm van instructie met een lange intellectuele geschiedenis. Het lijkt op het eerste gezicht een adequate operationalisatie te vormen van de hiervoor besproken theoretische veronderstellingen en geniet een redelijke empirische ondersteuning. Echter, alhoewel probleemgestuurd onderwijs in een aantal opzichten beter geworteld is in moderne inzichten met betrekking tot leren en onderwijzen, brengt het ook een aantal specifieke problemen met zich mee die we de lezer niet willen onthouden. We bespreken er hier vier.

Het eerste probleem dat probleemgestuurd onderwijs met zich meebrengt, is dat het van studenten een periode van aanpassing vraagt. Studenten moeten er aan wennen om ineens zèlf verantwoordelijk te zijn voor het leerproces. Die aanpassing vraagt twee tot zes maanden. Het is daarom zinloos enige tijd met probleemgestuurd onderwijs te experimenteren in een verder conventionele onderwijscontext. Dergelijke experimenten zijn alleen al op grond van de omschakelingsmoeilijkheden die studenten ondervinden, af te raden.

Het tweede probleem is dat docenten het vaak vervelend vinden om de controle over het leerproces van hun studenten te verliezen. In het conventionele onderwijs beslist de docent over wat er geleerd wordt en hoeveel; in probleemgestuurd onderwijs bepaalt de student dat in laatste instantie, al laat hij zich natuurlijk wel adviseren door de docent.⁶

⁶ Daarnaast heeft de docent uiteraard de mogelijkheid het leerproces te sturen door middel van de problemen die hij construeert.

Daarmee samenhangend, wordt de tutorrol lang niet door alle docenten geambieerd, juist omdat de invloed op het leren van de student op zo'n indirecte manier moet worden uitgeoefend en niet altijd het door de docent gewenste effect heeft.

Het vierde probleem heeft betrekking op de beoordeling van studieprestaties in een probleemgestuurd programma. Omdat studenten zelf beslissingen nemen over wat zij op enig moment belangrijk vinden om nader te bestuderen, ontstaan er verschillen in kennis tussen groepen studenten en zelfs tussen studenten binnen één groep. Die verschillen zijn niet zozeer kwantitatief van aard maar kwalitatief. Dat maakt het lastig de studievoortgang van individuele studenten te beoordelen omdat geen zekerheid meer bestaat over wat door die studenten bestudeerd is. Een conventionele studietoets werkt niet goed, zo is de ervaring, omdat hij maar gedeeltelijk dekt wat studenten werkelijk gedaan hebben. Bovendien gaat er van summatieve toetsen, dat zijn toetsen waarvan de uitslag consequenties heeft voor de studievoortgang van studenten, een sturende werking op het leerproces uit en dat is precies wat er in deze vorm van onderwijs ongewenst is. De student stuurt zelf, waarbij probleem en docent als ANWB-bord fungeren. Er zijn echter vele wegen om een bepaald einddoel te bereiken en afname van summatieve toetsen neigt ertoe te leiden dat één weg --niet noodzakelijk de beste-- gekozen wordt. Er zijn wel oplossingen voor dat probleem, maar die vereisen nogal een investering van de onderwijsinstelling (Imbos, 1989).

Tenslotte is probleemgestuurd onderwijs nogal gevoelig voor studenten-aantallen. Het maakt niet zoveel uit of je college geeft voor honderd of voor driehonderd studenten. In termen van de inzet van personeel maakt dat geen verschil; je hebt hoogstens een grotere collegezaal nodig. Een programma dat driehonderd studenten herbergt, heeft echter drie keer zoveel tutoren nodig, vergeleken met een programma dat door honderd studenten gevolgd wordt. Een oplossing die overigens niet iedereen bevredigt, is ouderejaarsstudenten als tutor in te zetten.

Literatuur

- Anderson, J.R. & Reder, L.M., An elaborative processing explanation of depth of processing, in: L.S. Cermak & F.I.M. Craik (Eds.), *Levels of processing in human memory*, Lawrence Erlbaum, Hillsdale, NJ, 1979.
- Bransford, J.D. & M.K. Johnson, Contextual prerequisites for understanding: some investigations of comprehension and recall, *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 11, 1972, pp. 717-726.
- Bruner, J.S., *Toward a theory of instruction*, Harvard University Press, Cambridge, 1971.
- De Volder, M.L., & Schmidt, H.G., Tutor: inhoudsdeskundige of procesbegeleider?, in: H.G. Schmidt (Red.), *Probleemgestuurd onderwijs*, Stichting voor Onderzoek van het Onderwijs, Harlingen, 1982.
- De Volder, M.L., Schmidt, H.G., Moust, J.H.C. & De Grave, W.S., 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 & Zeitlinger and Swets North America, Lisse, 1986.
- Dewey, J., *The quest for certainty*, Minton, New York, 1929.
- Foster, S.F., Ten principles of learning revised in accordance with cognitive psychology: With implications for teaching, *Educational Psychologist*, 21, 1986, pp. 235-243.
- Gijselaers, W.H. & Schmidt, H.G. (in press), Towards a causal model of student learning within the context of a problem-based curriculum, in: Z. Noman, H.G. Schmidt, & E. Ezzat (Eds.), *Innovation in medical education, an evaluation of its present status*, Springer Publishing, New York.
- Godden, D.R. en Baddeley, A.D., Context-dependent memory in two natural environments: on land and underwater, *British Journal of Psychology*, 66, 1975, pp. 325-331.
- Haugeland, J., *Artificial intelligence: The very idea*, The MIT Press, Cambridge, 1985.
- Imbos, Tj., *Het gebruik van einddoeltoetsen bij de aanvang van de studie*, Dissertatie, Rijksuniversiteit Limburg, Maastricht, 1989.
- Inagaki, K., & Hatano, G., Amplification of cognitive motivation and its effects on epistemic observation, *American Educational Research Journal*, 14, 1977, pp. 485-491.
- Johnson, D.W., & Johnson, R.T., Conflict in the classroom: controversy and learning, *Review of Educational Research*, 49, 1977, pp. 51-69.
- Moust, J.H.C., Bouhuijs, P.A.J., & Schmidt, H.G., *Probleemgestuurd leren: Een wegwijzer voor studenten*, Wolters-Noordhoff, Groningen, 1989 in druk.
- Moust, J.H.C., Schmidt, H.G., De Volder, M.L., Belin, J.J.J. en De Grave, W.S., Effects of verbal participation in small-group discussion on learning, in: J.T.E. Richardson, M.E. Eysenck and D.W. Piper (Eds.), *Student learning: research in education and cognitive psychology*, Guildford: Society for Research into Higher Education, 1986.
- Patel, V.L. & Groen, G.J., Knowledge based solution strategies in medical reasoning, *Cognitive Science*, 10, 1986, pp. 91-116.
- Piaget, J., *The construction of reality in the child*, Basic Books, New York, 1986.
- Rumelhart, D.E., & Norman, D.A., Accretion, tuning and restructuring: Three modes of learning, in: Klatzky, R., & Cotton, J.W. (Eds.), *Semantic factors in cognition*, Erlbaum, Hillsdale, 1978.
- Schmidt, H.G., *Activatie van voorkennis, intrinsieke motivatie en de verwerking van tekst*, Dissertatie, Van Walraven, Apeldoorn, 1982.
- Schmidt, H.G., Intrinsieke motivatie en studieprestatie: enkele verkennende onderzoeken, *Pedagogische Studiën*, 60, 1983, pp. 385-395.
- Schmidt, H.G., Problem-based learning: rationale and description, *Medical*

- Education*, 1983, 17, pp. 11-16.
- Schmidt, H.G., Activatie van voorkennis en tekstverwerking, *Nederlands Tijdschrift voor de Psychologie*, 39, 1984, pp. 335-347.
- Schmidt, H.G., & Bouhuijs, P.A.J., *Onderwijs in taakgerichte groepen*, Het Spectrum, Utrecht, 1983.
- Schmidt, H.G., De Grave, Willem S., De Volder, Maurice L., Moust, Jos H.C., and Patel, Vimla L., Explanatory Models in the Processing of Science Text: The Role of Prior Knowledge Activation through Small-Group Discussion, *Journal of Educational Psychology*, 1989 in druk.
- Schmidt, H.G., Spaaij, Gerard, & De Grave, Willem, Opsporen van bij misconcepties middelbare scholieren, *Tijdschrift voor Onderwijsresearch*, 13, 1988, pp. 129-140.
- Tans, R.W., Schmidt, H.G., Schadé-Hoogeveen, B.E.J. & Gijsselaers, W.H., Sturing van het onderwijsleerproces door middel van problemen: een veldexperiment, *Tijdschrift voor Onderwijsresearch*, 11, 1986, pp. 35-46.
- Van Dijk, T.A., & Kintsch, W., *Strategies of discourse comprehension*, Academic Press, New York, 1984.
- West, C.K., & Foster, S.F., *The psychology of human learning and instruction in education*, Wadsworth, Belmont, 1976.