

Hardop denken als bron van informatie

A.T.J. Vernooij en R.B. Dekker

Een vast onderdeel in het programma voor de tweede-fase lerarenopleiding is het uitvoeren van een onderzoekprogramma van circa 300 uur. In dit artikel wordt verslag gedaan van een vakdidactisch onderzoek dat gericht is geweest op de problemen die leerlingen uit 4 HAVO hebben met het oplossen van bedrijfseconomische vraagstukken ¹⁾.

Aanleiding

De lerarenopleiding is opgezet als eenjarige dagopleiding, maar er zijn ook studenten die reeds een gedeeltelijke betrekking hebben als onbevoegd docent in het voortgezet onderwijs. Een van deze studenten kwam tijdens de colleges vakdidactiek met een probleemsituatie. Hij had in een klas 4 HAVO de break-even-analyse behandeld. Ondanks de uitvoerige aandacht die aan dit onderwerp besteed was en de extra stencils met opgaven en uitwerkingen waren de resultaten teleurstellend. Het gemiddelde cijfer lag op 4,7.

Om zicht te krijgen op de moeilijkheden die leerlingen hebben met dit soort vraagstukken werd besloten om een aantal leerlingen hardop-denkend soortgelijke vraagstukken te laten maken. Zij zouden om de beurt twee vraagstukken voorgelegd krijgen in aanwezigheid van hun docent. De aanpak van de vraagstukken zou met een cassette recorder worden vastgelegd, waarna de tekst eventueel uitgeschreven kon worden tot een protocol, dan wel afgeluisterd kon worden voor directe verwerking.

Het maken van hardop-denken-protocollen is tegenwoordig een veel gebruikte methode om het denkproces van leerlingen te analyseren ²⁾. Daarbij kan men zich beperken tot een enkele registratie van het denkproces, zonder nadere vragen te stellen en suggesties voor de oplossing te doen. Of men kan bewust om een toelichting vragen naar de beweegredenen. De eerste aanpak geeft een zuiver maar onvolledig beeld van wat er in het hoofd van de leerling omgaat. De tweede aanpak loopt het risico van sturing door de docent-onderzoeker, maar ontlokt wel redeneringen, die anders verborgen zouden blijven.

Onderzoeksofzet en uitvoering

De intentie van het onderzoek was om te achterhalen waar de belangrijke struikelblokken zitten bij de afhandeling van de break-even-analyse. Dit moest leiden tot nieuwe ingangen voor de behandeling van de stof in een extra klassikale les. Daarna zou een nieuw proefwerk volgen om te meten of de resultaten verbe-

terd waren. Zes leerlingen werden uitgenodigd om een tweetal vraagstukken hardop denkend op te lossen in circa 40 minuten. Tijdens het onderzoek is de nadruk steeds meer op het eerste vraagstuk komen te liggen, omdat de leerlingen binnen de tijd niet toekwamen aan de volledige afhandeling van het tweede vraagstuk.

De eerste opgave luidde als volgt:

Een onderneming produceert slechts een soort product. De totale constante kosten (TCK) op jaarbasis bedragen f 80.000. De proportioneel variabele kosten per stuk zijn f 10. De verkoopprijs van het product wordt op f 30 gesteld. De onderneming produceert zoveel als ze verkoopt.

- Bereken de totale opbrengst (TO) bij een jaarafzet van 3.000 stuks.*
- Bereken de totale kosten (TK) bij dezelfde afzet als in a.*
- Hoeveel bedraagt de nettowinst van deze onderneming bij deze afzet?*
- Waar ligt het break-even punt (BEP) van deze onderneming?*
- Stel dat de ondernemer een nettowinst wil behalen van f 40.000 per jaar. Hoeveel producten moet deze onderneming dan verkopen bij een verkoopprijs van f 30 per stuk?*
- Stel dat de ondernemer niet meer kan maken dan 5.000 stuks. De nettowinst moet toch f 40.000 worden. Hoe hoog moet de verkoopprijs dan worden om deze winst te behalen?*

De vraagstelling van het onderzoek is ingevuld aan de hand van het onderzoekprogramma van de afdeling vakdidactiek ³⁾ en bestond uit twee deelvragen:

I Welke problemen hebben leerlingen met deze stof, vakinhoudelijk gezien?

II In welke fase van het oplossen van vraagstukken liggen deze problemen?

Als kader voor de fasering van het oplossingsproces werd gebruik gemaakt van de zeven fasen uit de Systematische Probleem Aanpak ⁴⁾, die in het voornoemde onderzoekprogramma onderscheiden worden.

Dit zijn:

1. de oriëntatie op het vraagstuk
2. de analyse van het vraagstuk (c.q. de deelvragen)
3. de schematisering van de oplossingsstructuur
4. de vaststelling van het oplossingspad
5. de uitwerking van de oplossing via een becijfering
6. de controle van de uitkomst
7. de evaluatie van de oplossingsmethode

Voor het onderzoek werden zes leerlingen uitgenodigd. Gekozen werden twee goede, twee matige en twee zwakke leerlingen. Interviews werden gepland in tussenuren. Van deze zes leerlingen kwamen er drie op het afgesproken tijdstip. De drie andere leerlingen zegden om onduidelijke redenen in eerste instantie af. Nadat de eerste drie protocollen waren afgenomen en deze leerlingen enthousiast bleken over de opgedane ervaringen, meldden de drie afzeggers zich opnieuw voor het onderzoek. Voor twee kon nog een tijdstip gevonden worden, de derde, een van de matige leerlingen, viel af.

De verwerking van de opnames vond plaats via beluistering van de bandopnamen. Het uittypen van de gesprekken zou teveel tijd gevraagd hebben en is ook alleen zinvol bij zeer nauwkeurige analyse van het resultaat. De bandjes zijn opgenomen in het dossier van het onderzoek op het instituut van de lerarenopleiding.

Resultaat protocollen

ad 1. de oriëntatie op het vraagstuk

De oriëntatie op het vraagstuk heeft betrekking op de wijze waarop leerlingen het voorgelegde probleem interpreteren. Zij moeten trachten de probleembeschrijving te begrijpen op grond van wat zij lezen in de opgavetext en van wat zij opdiepen uit het geheugen als aanvullende informatie⁵⁾. Uit de protocollen blijkt dat drie leerlingen de beantwoording van de eerste vraag naar de totale opbrengst (TO) beginnen met het opschrijven van een formule. In plaats van de formule voor de berekening van de totale opbrengst, zoals die nodig is voor de eerste vraag, is dat de formule voor het berekenen van het break-even-punt: $TO = TCK + TVK$. Een van de leerlingen licht dit toe met de opmerking: "Er staat hier (in de opgave) TCK en dan weet je de formule: $TO = TCK + TVK$. Die schrijf je ook altijd op."

De term TCK dient kennelijk als een signaal waarmee de leerling kennis uit zijn geheugen activeert om het vraagstuk te plaatsen. Geprepareerd op het onderwerp break-even-punt is het niet toevallig dat juist deze formule geactiveerd wordt. Maar zij wordt door de leerlingen veralgemeniseerd. Het specifieke karakter van de situatie waarbinnen deze formule toepasbaar is, ontgaat deze leerlingen kennelijk.

Er zijn nog meer signalen dat de leerlingen onvoldoende 'situationele kennis' hebben om het vraagstuk succesvol aan te kunnen pakken. Twee leerlingen raken in de problemen doordat ze niet direct beseffen dat uit het gegeven van de TCK en van de gemiddelde variabele kosten volgt dat alle kosten slechts verdeeld

zijn in twee categorieën: constante en variabele kosten.

De opgave bevat ook enkele verkeerde signalen, waardoor leerlingen benadeeld worden die op grond van die signalen 'situationele kennis' activeren. Een leerling hanteert de formule voor de handelsovername en schrijft op: $\text{nettowinst} = \text{brutowinst} - \text{overige kosten}$. Hij kan vervolgens de 'overige kosten' niet vinden in de opgave en loopt vast met een op zich juiste definitie van nettowinst. Het verwarrende gebruik van de term 'netto-winst' in de derde vraag vat de leerling op als een signaal dat er ook sprake is van 'bruto-winst'. En daarna ligt het voor de hand om de genoemde formule te activeren.

De term 'winst' leidt tot meer problemen, die niet alleen aan de leerlingen te wijten zijn. In het volgende fragment komt dit tot uiting:

docent: Waar ligt het break-even-punt?

leerling: Bij $TO = TK$, want de onderneming maakt net geen verlies en net geen winst.

docent: Hoeveel is de winst dan?

leerling: Ja, eh, hij heeft geen winst.

docent: Nee, dus de winst is?

leerling: Eh, nul.

Economen hanteren twee definities van 'winst':

- winst is het verschil tussen opbrengst en kosten, ongeacht of dit positief, negatief of nul is,
- winst is het bedrijfsresultaat mits dit groter dan nul is. Indien het bedrijfsresultaat kleiner dan nul is, spreekt men van verlies.

De invulling van het begrip winst in een uitwerking hangt af van de situatie waarbinnen de term gebruikt wordt. De Jong en Ferguson Hessler⁶⁾ spreken over kennis van probleemsituaties als over een aparte kennissoort en benoemen die als situationele kennis.

Docenten hanteren die situationele kennis als vanzelfsprekend, leerlingen moeten die situationele kennis nog opdoen. Dat blijkt als de leerlingen bij vraag c. berekenen dat het verschil tussen opbrengst en kosten een verlies van f 20.000 oplevert. Aangezien er gevraagd wordt 'Hoeveel bedraagt de nettowinst?', gaan enkele leerlingen er vanuit dat het een positief getal moet zijn. Zij benoemen het verlies dan ook als een winst en laten het minteken weg.

De meeste problemen van de leerlingen blijken uiteindelijk te vallen onder de eerste fase. Zij hebben veel problemen met de fundamentele relaties tussen de begrippen en met de formules die daaruit voortvloeien. De begrippen zelf worden met elkaar verward: verlies en winst, opbrengst en winst, afzet en omzet, nettowinst en verkoopresultaat. Of de overeenkomst tussen begrippen wordt niet herkend: omzet en opbrengst, brutowinst en verkoopresultaat. Een van de oorzaken is dat economen hun begrippen soms anders definiëren dan in het spraakgebruik. Opbrengst bij voorbeeld is in het spraakgebruik gewoonlijk gelijk aan winst.

Een ander voorbeeld van begripsverwarring komt tot uiting in het onderstaande tekstfragment waar de docent de term 'kosten' ongemerkt een perspectiefveran-

dering laat ondergaan. De leerling is op zoek naar de totale opbrengst bij het break-even-punt en de docent verliest zijn rol als onderzoeker uit het oog en gaat de leerling helpen:

leerling: Dan neem je 30.

docent: 30 is de verkoopprijs ja.

leerling: En dan .. even kijken 30 min 10 plus 80.000

docent: Nee, eerst naar de TO kijken. Als je TO in vult en je weet dat 1 stuk 30 gulden kost, wat moet je dan meer weten?

Hier gebruikt de docent een begrip uit het spraakgebruik: een stuk kost f 30 maar f 30 zijn niet de kosten. Er treedt een perspectiefverandering op waarbij kosten als term vanuit ondernemersperspectief verwisseld wordt met f 30 als term vanuit het afnemersperspectief.

Een algemene indruk uit het materiaal is dat de materie kennelijk weinig realiteitswaarde heeft voor de leerlingen. Zij kunnen zich onvoldoende identificeren met de rol van de ondernemer en de problemen, die deze ervaart in zijn werk. Zij kunnen zich moeilijk een voorstelling maken van de rol die de break-even-analyse speelt in de planning van de verkoop. De geringe realiteitswaarde zal waarschijnlijk ook een rol spelen bij de beperkte kennis van de betekenis der begrippen.

ad 2. de analyse van het vraagstuk of de deelvragen

De vijf leerlingen gebruiken weinig zoekstrategieën ⁷⁾. Ze gebruiken zelden of nooit een doelanalyse, dat wil zeggen dat zij nadenken over hetgeen gevraagd wordt en zich afvragen welke middelen of tussenresultaten nodig zijn om het gevraagde te berekenen ⁸⁾. Een keer vroeg een leerling zich hardop af welke gegevens hij nodig had. Voor het overige putten leerlingen uit het geheugen naar formules of voorbeelden uit de les of ze gaan de opgave nogmaals doorlezen. Een leerling verwoordde het als volgt: "Ik kijk naar de gegevens, want ik weet niet meer wat ik moet doen."

Opvallend is dat de leerlingen de 'helpstrategie' niet herkennen die zit opgesloten in de deelvragen a. en b. Beide zijn aanloopvragen naar c., maar leerlingen ervaren het als drie losstaande vragen en beginnen bij vraag c. van voren af aan alle berekeningen opnieuw te maken. Soms ontdekten ze gaandeweg dat de berekeningen bij a. en b. bruikbaar waren bij c. Maar toen ze deze ontdekking wilden toepassen bij vraag d. gingen ze de fout in. De lay-out van de opgave suggereert in dit geval een doorgaande redenering, terwijl het perspectief van de vragen toch ineens verandert ⁹⁾.

ad 3. de schematisering van de oplossingsstructuur

De zes deelvragen doen allemaal een beroep op dezelfde schemastructuur. De relaties tussen de begrippen die van belang zijn voor de oplossing kunnen worden weergegeven zoals in schema 1 (zie blz. 242) is gedaan. Aangezien dit schema niet was besproken op voorhand, maar pas in de extra les centraal werd gesteld, hadden de leerlingen in het eerste proefwerk geen indicatie van een schematisering. Bij het tweede

proefwerk hebben acht leerlingen het schema expliciet opgezet op hun proefwerkblaadje.

De vragen a. (bereken totale opbrengst), b. (bereken de totale kosten) en c. (bereken de nettowinst) zijn direct gericht op de top van het schema en dienen 'bottom up' berekend te worden. In dit schema is duidelijk te zien, dat de vragen a. en b. als verborgen 'helpstrategie' in het vraagstuk zijn ingebouwd. Met dit totale beeld voor ogen zou het veel evidentier zijn hoe de samenhang tussen de vragen ligt. Dat deze samenhang niet evident is, moge blijken uit onderstaand fragment van een der protocollen. Nadat de leerling zowel de totale opbrengst berekend heeft als de totale kosten, volgt de aanpak van de berekening van de nettowinst:

leerling: Hoeveel bedraagt de nettowinst van deze onderneming bij deze afzet?

docent: Ja, hoeveel bedraagt de nettowinst van deze onderneming bij deze afzet?

leerling: Umm, umm .. dat is .. um .. even kijken hoor ..

docent: Waar zit je nu naar te kijken?

leerling: Ik probeer van de gegevens .. eruit te concluderen ..

docent: Je kijkt eerst naar de gegevens.

leerling: Ja

docent: Maar, waarom doe je dat? Waarom kijk je naar de gegevens?

leerling: Nou omdat ik dus nu.. omdat ik eigenlijk niet zo goed weet wat ik moet doen.

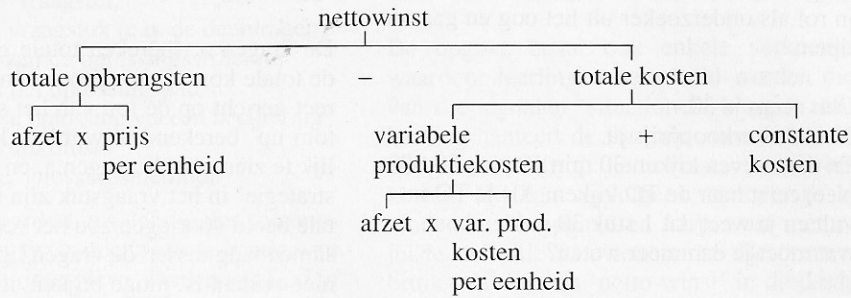
De vragen d. (break-even-punt), e. (bereken de afzet bij gegeven winst) en f. (bereken de prijs bij gegeven winst), zijn gelijksoortige problemen. Nu is de waarde van het begrip aan de top bekend, terwijl een van de oorspronkelijke data wordt gevraagd. Bij d. en e. vraagt men naar de afzet en bij f. vraagt men naar de prijs per eenheid. In alle drie de gevallen moet de leerling het oplossingspad uit a., b. en c. in omgekeerde richting aflopen.

4/5. de vaststelling van het oplossingspad en de uitwerking

Mede doordat de leerlingen geen helder beeld hebben van de samenhang tussen de begrippen en de wijze waarop die samenhang aan de orde wordt gesteld, komen zij tot chaotische oplossingspaden. Het is opvallend dat de leerlingen weinig opschrijven van wat ze allemaal denken en dat er zo weinig verband zit tussen hun notities. De neerslag van hun denkproces beperkt zich tot getallen die als herinnering of als deel van de uitwerking genoteerd worden. Formules, bij voorbeeld, vullen ze vaak uit het hoofd in, waardoor controle op de juistheid niet meer mogelijk is.

Een vraag, die overigens buiten het bestek van dit onderzoek valt, is of op proefwerken en examens niet teveel vraagstukken worden voorgelegd, waardoor de leerlingen onder tijdsdruk tot een onjuiste oplossingsstrategie komen. Indien de doelstelling van het onderwijs is om leerlingen te leren op systematische en verantwoorde wijze vraagstukken op te lossen, zal er tijd en aandacht nodig zijn voor controle van het zelfgemaakte werk. Daarvoor is weer nodig dat de leerlin-

Schema 1: Het relatiepatroon van de winst-structuur



gen aantekening maken van de wijze waarop zij de analyse uitvoeren en van de wijze waarop zij de ordening van de relaties tot een oplossingspad hebben vastgelegd. Beide activiteiten vragen tijd.

6/7 de controle van de uitkomst en de evaluatie van de oplossingsmethode

De leerlingen werden niet voorbereid op het evalueren van de oplossingsmethode. Daarvan zijn dan ook geen indicaties te vinden. Bij diverse vragen is het mogelijk om door schatting de uitkomst te controleren. Zo kan bij de vragen d. en e. direct gezien worden of de productie-omvang groter of kleiner moet zijn dan in de vorige vraag het geval was. Het aardige is dat vier leerlingen direct ook het goede antwoord geven, zodra daar expliciet naar werd gevraagd. Maar op de suggestie om schattingen als controlemogelijkheid te gebruiken kwam van een van de leerlingen als reactie: "Voor controle heb je geen tijd".

Nieuwe lesopzet

Aan de hand van de resultaten, waarvan in het voorgaande een samenvatting is gegeven, is een ordening in de problemen gemaakt. Een deel van de problemen is op korte termijn aan te pakken in een extra les. Een ander deel van de problemen vereist voortdurende aandacht en kan alleen op termijn effect hebben.

Op termijn zal een leerling zich meer moeten kunnen identificeren met de rol van de ondernemer. Vraagstukken moeten als problemen worden aangeboden waarover je na moet denken en die je moet analyseren om te ontdekken welke gegevens nodig zijn om dat probleem aan te pakken. De docent moet de problemen samen met de leerlingen analyseren. Het resultaat kan dan vastgelegd worden op het bord via een gezamenlijke poging om het relatiepatroon tussen het gevraagde en de gegevens te reconstrueren. Het invullen van de getallen die bij de begrippen horen en het uitrekenen van de uitkomst, is dan niet problematisch meer.

De docent moet dus niet te snel met uitgewerkte voorbeelden komen. Het voorrekenen van de uitkomst houdt in dat de docent start met fase vier van het probleem-oplossen en dus de eerste drie fasen overslaat. Leerlingen gaan daardoor voorbeelden en formules uit hun hoofd leren, zonder dat ze inzien waarom dit de meest voor de hand liggende oplossing is in de gege-

ven situatie. Als de docent met de leerlingen samen het probleem analyseert en komt tot een schematisering van de probleemstructuur, kunnen leerlingen de uitwerking zelf verzorgen. De docent eindigt dan waar hij nu begint.

Het verschuiven van de aandacht van het rekenen naar het analyseren brengt ook met zich mee dat meer aandacht ontstaat voor het economisch begrippenapparaat. Begrippen horen thuis in een context en ontleen hun betekenis ook aan die context. Met name afgeleide begrippen als nettowinst, verkoopresultaat, bedrijfsresultaat e.d. blijken uiteen te vallen in telkens dezelfde basisbegrippen, maar hebben een andere opbouw. Die opbouw is de kern van de situationele kennis die docenten reeds bezitten, maar die leerlingen nog moeten verwerven.

Uit de resultaten zijn ook conclusies getrokken voor de korte termijn. Op basis van het analyseschema werd een tweetal nieuwe lessen voorbereid en gegeven. De vraagstukken werden geplaatst in het kader van dit schema en de reacties van de leerlingen waren zeer positief.

Proefwerkresultaten

De tweede repetitie is aanzienlijk beter gemaakt dan de eerste (zie schema 2). Daarbij is er zorgvuldig op nagezien dat het proefwerk niet eenvoudiger was dan de eerste keer. De betere resultaten blijken niet alleen uit het gemiddelde (6,0 tegenover 4,7 voor het eerste proefwerk), maar ook uit de spreiding van de cijfers. Bovendien blijkt dit uit de constatering dat slechts vier leerlingen de tweede keer lager scoorden dan de eerste keer. Een daarvan wist al zeker dat hij bleef zitten. De drie anderen hadden de eerste keer een goed cijfer gehaald en wisten dat het hoogste cijfer van de twee proefwerken zou tellen.

Aanbevelingen voor hardop-denken protocollen

Het uitvoeren van onderzoek via hardop denken levert op korte termijn veel inzicht op in de gedachtengang van leerlingen die worstelen met een vraagstuk. Het is daarbij niet nodig om geregistreerde opnames volledig uit te typen en te analyseren. Ook kan volstaan worden met het interviewen van kleine aantallen leerlingen die aan de hand van een enkele, karakteristieke opgave hun problemen al snel prijsgeven. Daarbij dient de docent zich te realiseren dat hij in de rol van onderzoeker en luisteraar zit.

Schema 2: vergelijking behaalde proefwerkresultaten

<u>Leerling</u>	<u>Cijfer</u> <u>rep. (1)</u>	<u>Cijfer</u> <u>rep. (2)</u>	<u>Mutatie</u>	<u>Leerling</u> <u>no.</u>	<u>Cijfer</u> <u>rep. (1)</u>	<u>Cijfer</u> <u>rep. (2)</u>	<u>Mutatie</u>
1	4,2	7,1	+ 2,9	13	3,9	5,4	+ 1,5
2	-	4,2	-	14	5,0	6,3	+ 1,3
3	6,2	7,2	+ 1,0	15	6,2	6,7	+ 0,5
4	7,7	7,1	- 0,6	16	8,1	7,1	- 1,0
5	2,7	5,0	+ 2,3	17	-	8,3	-
6	2,7	3,8	+ 1,1	18	2,3	6,7	+ 4,4
7	2,7	1,7	- 1,0	19	5,4	7,5	+ 2,1
8	6,9	5,4	- 1,5	20	6,5	4,2	- 2,3
9	5,4	-	-	21	3,1	3,3	+ 0,2
10	1,0	6,7	+ 5,7	22	4,6	5,4	+ 0,8
11	6,5	7,1	+ 0,6	23	1,9	4,6	+ 2,7
12	5,8	9,2	+ 3,4	24	4,6	8,3	+ 3,7
				25	-	4,6	-

Uit de gemaakte protocollen blijkt dat een docent al snel de neiging krijgt om suggesties te doen en de sturing van het oplossingsproces over te nemen. De docent in de rol van onderzoeker dient zich te beperken tot het stimuleren van het hardop denken ("blijf praten") en eventueel tot het vragen van een toelichting op gemaakte keuzes. Corrigerende opmerkingen horen thuis in de nabespreking.

Met betrekking tot de geschreven tekst, waarin de leerling de uitwerking van de opgaven vastlegt, is het van belang dat op de bandopname duidelijk wordt wanneer welke zaken worden opgeschreven. Voor het interpreteren van de band en de notities, is de samenhang tussen beide belangrijk. Om die reden mag een leerling tijdens een dergelijk protocol ook niet onjuistheden in zijn tekst veranderen. Alle notities dienen chronologisch vastgelegd te worden. Wel kan natuurlijk een verwijzing opgenomen worden naar een ander stukje tekst dat men gaat corrigeren.

Het is voor leerlingen niet eenvoudig om hardop denkend een vraagstuk te maken in aanwezigheid van hun leraar. Meer dan ooit op een proefwerkblaadje blijkt, maakt een leerling heel wat dwaalwegen door voordat hij tot een antwoord komt, waarvan hij denkt dat het een juist antwoord is. Tijdens het zoekproces heeft ieder ook het volle recht om onduidelijke wegen af te lopen tot duidelijk is dat het de verkeerde weg is. Als de docent-onderzoeker hierop reageert met te roepen 'fout!', slaat de leerling dicht en ontstaat er geen zicht op de foute gedachtengangen die men wilde achterhalen. Het doel van een hardop-denkenprotocol is om een authentiek gedachtenproces vast te leggen. En het is heel fascinerend om getuige te zijn van de ontplooiing van een dergelijke gedachtengang.

Voetnoten:

- 1 Dekker, R.B. (juli 1990). *Op zoek naar de problemen van leerlingen met een bedrijfseconomisch vraagstuk*. Instituut voor de Lerarenopleiding van de Universiteit van Amsterdam.

- 2 Doornbos, W.C. & Streun, A. van (1981). *Het oplossen van wiskundige problemen in het aanvangs-onderwijs analyse voor wiskundestudenten*. R.U. Groningen, ZW-8016.

Ferguson Hessler, M.G.M. (1989). *Over Kennis en Kunde in de Fysica*. Eindhoven: proefschrift over vakdidactiek natuurkunde.

Hayes, John R. (1981). *The complete problem solver*. Philadelphia: The Franklin Institute.

- 3 *Onderzoeksprogramma voor leraren in opleiding*, Instituut voor de Lerarenopleiding, Herengracht 256, Universiteit van Amsterdam, 1990.

- 4 Het idee van een systematische probleemaanpak is ontwikkeld door Pilot en Mettes. In mei 1989 is in het *Tijdschrift voor het economisch onderwijs (TEO)* eerder bericht over deze aanpak in het artikel: De analyse van een bedrijfseconomisch vraagstuk van A.T.J. Vernooij.

Mettes, C.T.C.W., & Pilot, A. (1980). *Over het leren oplossen van natuurwetenschappelijke problemen*. Enschede: Technische Hogeschool Twente, proefschrift over vakdidactiek natuurkunde.

- 5 Jong, T. de (1986). *Kennis en het oplossen van vraagstukken*. Eindhoven: proefschrift over vakdidactiek natuurkunde.

- 6 Zie de voetnoten 2 en 5.

- 7 Vernooij, A.T.J. (1990). *Zoekstrategieën voor het oplossen van vraagstukken. TEO*, 7.

- 8 Parreren, C.F. van. (1981). *Leren denken: een analyse van het leerresultaat*. In Schouten-Van Parreren (ed): *Onderwijsproceskunde*. Groningen: Wolters Noordhoff, *Leerpsychologie en onderwijs* 5.

- 9 Voor een uitvoerige behandeling van de vormen van wendbaarheid in bedrijfseconomische vraagstukken en de perspectiefveranderingen die daarbij optreden zie: G.H. Minnaar en A.T.J. Vernooij, (1990). *Begeleidend materiaal bij het COO-programma Kostenberekeningen*. Utrecht: CMN.