

'Leren Leren' vereist consistentie in de lesstof

Gepubliceerd in het *Pedagogisch Tijdschrift*, 1998, 23(1), blz. 39-62.

Auteur: Fons Vernooij

Dit artikel bevat de essenties van het proefschrift van Fons Vernooij. Om die reden is het ook op de westen van Fons Vernooij gepubliceerd als artikel onder de naam 'Het leren oplossen van bedrijfseconomische problemen'.

Samenvatting

Binnen het onderwijs hebben voorbeelden vaak de functie om generaliseerbare kennis over te dragen. De verwachting van de docent is dat leerlingen zich aan de hand van voorbeelden een voorstelling maken van algemeen geldige regels of procedures. Het risico van die didactische werkwijze is dat de samenhang tussen de voorbeelden onvoldoende aandacht krijgt.

Indien de voorbeelden ontleend zijn aan verschillende subdisciplines van een wetenschap kunnen leerlingen begrippennetwerken opbouwen die onvoldoende rekening houden met het jargon dat eigen is aan de behandelde subdisciplines. Het kenmerk van jargonverschillen is dat dezelfde term verschillende betekenissen kan hebben in verschillende subdisciplines.

In een pilot-studie binnen het bedrijfseconomisch onderwijs bleek dat leerlingen trachtten om de begrippenkaders die afkomstig waren uit verschillende subdisciplines ineen te schuiven, omdat zij er onbewust vanuit gingen dat er consistentie moest zijn tussen de aangeboden voorbeelden. Daardoor creëerden zij logisch samenhangende structuren, waar die in feite ontbraken.

Om dit verschijnsel nader te onderzoeken, zijn twee instructiemethoden met elkaar vergeleken in een voortoets-natoets ontwerp met een controlegroep. De experimentele groep kreeg onderwijs waarin de begrippen uit een rekenkundig hoofdstuk in expliciete modellen waren ondergebracht en de controlegroep kreeg onderwijs in hetzelfde hoofdstuk met de gebruikelijke rekenkundig opgezette voorbeelden.

De toets omvatte vragen uit voorafgaande hoofdstukken en uit het nieuwe hoofdstuk. De onderzoekshypothese was dat de leerlingen uit de experimentele groep beter zouden presteren dan de leerlingen uit de controlegroep. Uiteindelijk bleek dat ook het geval te zijn. Maar die hogere score kwam niet voort uit een betere beheersing van de nieuwe stof, maar uit een betere retentie van de oude stof.

De resultaten van dit onderzoek hebben in sterke mate bijgedragen aan een volledige herziening van de examenprogramma's voor bedrijfseconomie in het Nederlandse voortgezet onderwijs. Het resultaat was het programma *Management & Organisatie*.

Inleiding

Een van de belangrijke voorwaarden voor 'leren leren' is dat de lesstof consistent is opgebouwd. Een zelfstandig leerproces, toegepast op lesmateriaal dat niet consistent is, kan bij de leerlingen tot verwarring leiden. Leerlingen die zich verwonderen over inconsistenties, kunnen een dergelijke verwarring aan zichzelf wijten, omdat zij niet (durven) twijfelen aan hun lesboek. Zij denken dat zij het niet snappen, terwijl zij in feite door hebben dat de aangeboden lesstof onsamenhangend is.

Als zelfstandig leren het doel is van het onderwijs, is het van groot belang te achterhalen waardoor goede leerlingen in de problemen komen. Aan de ene kant vereist dit een kritische beschouwing van de lesstof en aan de andere kant een duidelijke visie op de wijze waarop leerlingen zich een voorstelling maken van de lesstof.

Inconsistenties in de lesstof

Inconsistenties in de lesstof kunnen door verschillende oorzaken ontstaan. De schrijver van een leerboek kan de tekst slordig formuleren zodat het lesmateriaal onnodige fouten bevat (Vernooij, 1995a, 1995b en 1995c). Ook kan de schrijver didactische vereenvoudigingen doorvoeren, die strijdig zijn met kennis die eerder of later aan de orde komt. Voorts kan een schrijver ook wetenschappelijke vooronderstellingen impliciet laten zodat de tekst eerst een aanvulling behoeft, voordat de consistentie tot uiting komt. Dit geldt vooral daar waar een schrijver een onderwerp vanuit verschillende subdisciplines behandelt.

De complexiteit neemt verder toe zodra de relatie tussen verschillende vakken mede in beschouwing komt. Zo bevat wiskunde A veel economische vraagstukken, maar heeft deze aangepast aan de didactische behoeften van het vak wiskunde. En vakken zoals natuurkunde, scheikunde en biologie werken met grootheden die naast een naam en een waarde ook een eenheid hebben die deel uitmaakt van een eenduidig stelsel van eenheden.

De economische vakken laten de vermelding van eenheden echter geheel of gedeeltelijk impliciet. Als economen praten over 'kosten' kunnen ze daar twee verschillende soorten grootheden mee aangeven: grootheden uitgedrukt in 'guldens per periode' en grootheden uitgedrukt in 'guldens per stuk'. In plaats van profileren van het verschil door systematische vermelding van de eenheden, verhult men het verschil door beide soorten kosten aan te duiden met de eenheid 'guldens'. Daarmee sluit men meer aan bij een vak als wiskunde, omdat die ook abstraheren van eenheden.

Bij de invoering van het studiehuis komt in de toekomst de nadruk te liggen op algemene vaardigheden die bij alle vakken hetzelfde zijn. Dit houdt in dat niet alleen de consistentie binnen de vakken een punt van aandacht moet zijn, maar ook de consistentie over de vakken heen. Wat leerlingen bij het ene vak leren, moeten ze kunnen toepassen bij het andere vak. Dat vereist een duidelijke visie op de relatie tussen 'leren leren' en de gevolgen van inconsistenties in het lesmateriaal van uiteenlopende vakken.

De voorstelling die leerlingen zich maken

Het tweede uitvloeisel van de eis tot consistentie is dat docenten zich een goed beeld moeten vormen van de voorstelling die een leerling zich kan maken van de lesstof. Ook de manier waarop die voorstelling zich ontwikkelt, is van groot belang. Als docenten verwachten dat leerlingen nieuwe kenniselementen toevoegen aan reeds aanwezige kennisstructuren, gaan zij van andere didactische principes uit dan wanneer zij verwachten dat leerlingen overgaan tot integratie van oude en nieuwe kennis, dus constructivistisch bezig zijn (Roelofs & Terwel, 1997). Deze opvattingen hebben onder andere gevolgen voor de wijze van toetsen in het onderwijs.

In het voortgezet onderwijs (i.c. HAVO en VWO) is het gebruikelijk om proefwerken te geven over afgeronde eenheden nieuwe leerstof zonder dat de afstemming en/of integratie van de nieuwe leerstof met de oude leerstof onderdeel is van de toetsing. Docenten verwachten bij een dergelijke wijze van toetsen dat leerlingen de nieuwe stof als een zelfstandige eenheid opvatten en toevoegen aan eerder verworven kennis.

In een onderzoek naar de mogelijkheden om computers te gebruiken bij het bedrijfseconomisch onderwijs op het VWO (Vernooij, 1993b; Vernooij en Visch, 1994) kwam naar voren dat deze verwachting niet correct is. Veel leerlingen integreerden ongevroegd de nieuwe leerstof met reeds eerder verworven kennis. Nadere bestudering van de resultaten leidde tot de constatering dat veel leerlingen een onjuiste voorstelling van de lesstof ontwikkeld hadden, omdat de nieuwe leerstof niet consistent was met eerder behandelde leerstof.

In het leerboek dat centraal stond bij het onderzoek, kwamen de verschillen tussen diverse subdisciplines niet expliciet naar voren. De auteurs leggen de leerlingen een reeks redactie-vraagstukken voor, zonder dat op een hoger abstractieniveau een categorisering van begrippen plaats vindt. Daarmee ontbreekt een herkenbare presentatie van de diverse subdisciplines die verweven zitten in het examenprogramma.

In wezen gaat het om grootheden zoals inkoop, verkoop, kosten en winst waarvoor de fundamentelementen reeds in de redactievraagstukken van het basisonderwijs zijn gelegd. Om de gevolgen van deze didactische aanpak te onderzoeken is, op basis van de bevindingen uit de vakdidactiek natuurkunde, een alternatieve instructiewijze ontwikkeld voor het oplossen van bedrijfseconomische vraagstukken.

Deze instructiewijze is gericht op het expliciteren van de conceptuele modellen die verwerkt zitten in de voorbeeldopgaven. Daartoe is een wijze van schematiseren ontwikkeld die in de appendix is weergegeven. Dergelijke schema's zijn te achterhalen door na te gaan welke kennis leerlingen na afloop van de berekening uit de redactievraagstukken kunnen generaliseren. Dat zijn niet de getallen, want die zijn in elke opgave anders. Het zijn wel de grootheden die via optellen, aftrekken, vermenigvuldigen of delen met elkaar verbonden zijn.

Eerst is een vooronderzoek uitgevoerd in klas 5 VWO onder 29 leerlingen. Daarna is in klas 4 HAVO een vergelijkend onderzoek uitgevoerd onder 155 leerlingen. In dit onderzoek zijn de effecten van twee instructiewijzen met elkaar vergeleken. Een experimentele groep van circa 75 leerlingen kreeg expliciet onderwijs in bedrijfseconomische modellen en een controlegroep van circa 80 leerlingen kreeg impliciet onderwijs in diezelfde modellen.

In concreto betekent dit dat beide groepen dezelfde tekst met voorbeeldvraagstukken kregen voorgelegd, waarbij de controlegroep de gebruikelijke uitwerking in de vorm van een berekening kreeg gepresenteerd en de experimentele groep een uitwerking in de vorm van een conceptueel schema, waarna zij zelfstandig de berekening moesten uitvoeren.

Onderzocht is in welke mate de leerlingen van beide groepen erin slaagden om zich de vereiste conceptuele modellen uit verschillende subdisciplines eigen te maken en deze ook van elkaar gescheiden te houden. Voor de operationalisering zijn verschillende testen ontwikkeld en afgenomen (Vernooij, 1993a). In deze bijdrage komt slechts één van de gehanteerde testen aan de orde. Dit is de test waarin leerlingen gevraagd is om in woorden te omschrijven hoe een bepaalde grootte berekend moet worden (zie de vragen in de appendix).

Het vooronderzoek

Tijdens het vooronderzoek is aan een aantal VWO-leerlingen gevraagd om enkele karakteristieke vraagstukken over de berekening van de kostprijs per eenheid product en de nettowinst in een periode hardop-denkend uit te werken. Zodoende werd duidelijk welke problemen kunnen optreden bij het oplossen van deze vraagstukken. Deze protocollen hebben geen generaliserende, maar wel een hypothese-vormende waarde.

De sessies zijn op de band opgenomen en tot protocollen verwerkt. Uit de protocollen blijkt dat leerlingen tijdens het oplossen van de vraagstukken hun stappen voortdurend toetsen aan algemene mentale voorstellingen die zij eerder verworven hebben. Zodra die algemene mentale voorstellingen niet langer in overeenstemming zijn met de tekst uit de nieuwe opgave, raken de leerlingen in de war. Vaak beginnen zij aan hun eigen capaciteiten te twijfelen.

Bij het boekhouden bijvoorbeeld leren de leerlingen dat de 'kostprijs van de verkopen' afhangt van het verkochte aantal producten maal de inkoopprijs (zie schema 1 uit de appendix). Bij de kostencalculatie daarentegen leren de leerlingen dat de 'kostprijs per eenheid product' bestaat uit de inkoopprijs plus de inkoopkosten plus een opslag voor algemene bedrijfskosten (zie schema 2 uit de appendix). De term kostprijs wordt dus op twee verschillende manieren gedefinieerd binnen twee subdisciplines van de bedrijfseconomie.

De verwarring van de leerlingen blijkt uit de volgende citaten (Vernooij, 1993b) die aansluiten op de vraag hoe een handelaar de kostprijs per product berekent.

Dan had ik meteen al een vraag daarover: namelijk moet je rekenen vanuit de verkoopprijs of vanaf het begin? .. Je kunt het vanaf de inkoop doen plus alle kosten .. Maar je kunt ook beginnen met opbrengst verkopen min de brutowinst. Dan krijg je de kostprijs, dus dan zit alleen de inkoopprijs in de kostprijs. Het hangt ervan af hoe je redeneert. Dus dan weet je eigenlijk niet wat de kostprijs inhoudt.

Een andere leerling geeft er blijk van dat hij consistentie heeft aangebracht waar geen consistentie bestaat. Hij heeft een mentale voorstelling ontwikkeld, die verzoening brengt tussen de twee bedrijfseconomische modellen (zie ook schema 3 en 4 uit de appendix), maar is zich er niet van bewust dat hij een hybride constructie tot stand heeft gebracht. Zijn integratievermogen is zelfs zo sterk dat hij de realiteit van zijn boek vervangt door een gedachtenconstructie die voldoet aan de eis van consistentie:

Bij het begin stond er zo verleidelijk, ik weet niet of dat aan mij lag, de kostprijs is de inkoopprijs, de inkoopkosten en de algemene bedrijfskosten. Ja en dan moet je toch kiezen voor het een of het ander, vind ik.

Onderzoeker: "Hoe bedoel je?"

Nou ik dacht altijd de kostprijs is de inkoopprijs plus de inkoopkosten... Dit is misschien een andere manier om de kostprijs te berekenen, dat weet ik dan niet zo precies.

Onderzoeker: "Hoe is het in de klas behandeld?"

Nou, ik dacht echt niet zoals het hier staat. Gewoon eh, de kostprijs is de inkoopprijs plus de inkoopkosten.

Onderzoeker: "Wil je toch vraag 1 van de natoets maken?"

Nu moet ik toch kiezen voor het een of het ander .. De kostprijs is dus de inkoopprijs zeggen ze hier, de inkoopkosten en een opslag voor algemene kosten.

Ja ik blijf gewoon volhouden .. Ja dat is dan weer zo moeilijk. Ik kan het ook op twee manieren uitrekenen, maar .. Nou ik houd me nu aan wat zij zeggen.

Hij berekent vervolgens de kostprijs per eenheid product volgens de instructies uit de opgave en zegt:

Als je moet geloven wat daar staat, is dit de kostprijs.

En hij vervolgt met de opmerking:

Ik had altijd gewoon in mijn hoofd zitten, dat de kostprijs uit de inkoopprijs en de inkoopkosten bestond, dat wist ik wel. Maar als zij zeggen dat de kostprijs meer omvat, dan doe ik dat wel, maar ik houd me vast aan: de opbrengst min de kostprijs is de brutowinst.

Deze leerling heeft de term kostprijs gedefinieerd tot de som van inkoopprijs en inkoopkosten, omdat die formulering zowel tegemoet komt aan het boekhouden als aan de kostencalculatie (zie schema 3 en 4). De essentie van het probleem is dat de leerling geen onderscheid maakt tussen periodegrootheden en productgrootheden, want hij zegt: *de opbrengst min de kostprijs is de brutowinst*. Hij is zich onvoldoende bewust van het belang van de dimensies 'guldens per periode' en 'guldens per stuk', mede omdat economen, zoals eerder opgemerkt, bij beide soorten van grootheden volstaan met het *f*-teken.

De geciteerde leerling was niet de enige leerling uit zijn klas die de neiging had om het dimensie-onderscheid tussen 'guldens per eenheid product' en 'guldens per periode' als irrelevant te beschouwen. Dat bleek bij de toets waarin de leerlingen gevraagd werd om in woorden weer te geven hoe bepaalde grootheden berekend moeten worden (zie de vragen in de appendix).

Zoals blijkt uit tabel 1 kozen veel leerlingen voor een identieke omschrijving van 'kostprijs per eenheid product' en 'kostprijs verkopen in een periode'. Anderen kozen voor een parallelle omschrijving, d.w.z. dat de kostprijs verkopen in een periode werd opgevat als 'de afzet in een periode x de kostprijs per eenheid'. Slechts weinigen kozen voor onafhankelijke omschrijvingen en niemand gaf in de natoets twee correcte omschrijvingen.

Tabel 1: Vergelijking van de aard van de antwoorden bij de natoets en de retentietoets in de pilot

Beperkt tot de vragen:

- a. Hoe berekent een handelaar doorgaans de kostprijs verkopen?
- e. Hoe berekent een handelaar doorgaans de kostprijs van een product?

experimentele groep (n = 15)		controle groep: (n = 14)		
natoets	retentie	natoets	retentie	
5	7	3	2	identiek
7	8	7	9	parallel
3	-	4	3	onafhankelijke omschrijvingen
-	-	-	-	correcte omschrijving van beide

Uit een nadere analyse van de resultaten bleek dat de onderzochte leerlingen op drie verschillende manieren omgingen met de inconsistenties tussen de boekhoudkundige benadering en de calculatorische benadering.

1. Een klein aantal leerlingen hanteerde de twee benaderingen als naast elkaar staande begrippenapparaten.
2. Een ander deel van de leerlingen herdefinieerde het *eerder* verworven boekhoudkundige begrippenapparaat op basis van het later verworven calculatorische begrippenapparaat.

3. Een derde groep leerlingen herdefinieerde zowel het boekhoudkundige als het calculatorische begrippenapparaat. Het zoeken naar een samenhangend begrippenapparaat leidde bij deze derde groep van leerlingen niet alleen tot herdefiniëring van oude kennis, maar werkte ook belemmerend op het ontwikkelen van een correcte voorstelling van de nieuwe modellen.

Theoretisch kader

Het onderzoek in klas 4 HAVO is opgezet vanuit de cognitieve psychologie. De Jong (1986) en Ferguson Hessler (1989) hebben in het kader van de vakdidactiek natuurkunde onderzocht welke band er bestaat tussen de vaardigheid om problemen op te lossen en de aanwezigheid van domeinspecifieke kennis. Zij formuleerden expliciet welke probleem-schema's experts tot hun beschikking hebben.

Probleemschema's zijn een representatie (Jorna, 1989) van de voorstelling die experts zich maken van de problematiek binnen hun vakgebied (Norman, Gentner & Stevens, 1976; Chi, Feltovich & Glaser, 1981; Larkin, 1983; Anderson, 1985). Leerlingen dienen soortgelijke schema's te ontwikkelen door nieuwe kennis te relateren en te integreren met bestaande kennis (Ausubel c.s, 1978; Prawat, 1989).

Norman (1983) maakte daarbij onderscheid tussen *conceptuele modellen*, *mentale modellen* en *conceptualisering van de mentale modellen*. Hij verstaat onder conceptuele modellen de kennisstructuren die docenten aan hun leerlingen willen overbrengen. De kennisstructuren die leerlingen daadwerkelijk ontwikkelen, noemt hij mentale modellen. Hij merkt daarbij op dat die mentale modellen slechts indirect zijn waar te nemen.

De conceptuele modellen die in het bedrijfseconomisch onderwijs centraal staan, zijn in dit onderzoek omschreven als 'bedrijfseconomische modellen'. Deze zijn opgebouwd uit handelingsvoorschriften die aangeven hoe de diverse bedrijfseconomische grootheden met elkaar gecombineerd moeten worden, bij voorbeeld: *brutowinst = opbrengst verkopen minus kostprijs verkopen* (zie appendix, schema 1). Bij het uitwerken van vraagstukken zullen de leerlingen de juiste handelingsvoorschriften op het juiste moment moeten toepassen. Het achterhalen van de vereiste handelingsvoorschriften is de kern van het oplossingsproces.

Bij het probleemoplossen kunnen vier functionele stadia onderscheiden worden: oriëntatie, analyse, planning en uitwerking (Mettes en Pilot, 1980; De Jong, 1986; Ferguson Hessler, 1989; Schoenfeld, 1989; e.a.). De essentie zit in de analysefase. Om de samenhang tussen de data en de onbekende grootheid in een specifiek vraagstuk op grond van economisch inzicht te kunnen vaststellen, moeten leerlingen dat vraagstuk in drie stappen analyseren: (1) vaststellen welk bedrijfseconomisch model van toepassing is op een bepaald vraagstuk, (2) vaststellen welk fragment uit dat model geïsoleerd moet worden op grond van de beschikbare gegevens en de onbekende grootheid en (3) vaststellen hoe dat fragment getransformeerd moet worden tot een oplossingschema

voor de betreffende opgave.

In wezen gaat het bij bedrijfseconomische problemen om redactievraagstukken, die wiskundig zijn te definiëren als vergelijkingen van de nulde graad: er is één onbekende en een serie gegevens. De leerlingen moeten de beschikbare gegevens zo combineren dat zij de waarde van die ene onbekende grootte kunnen berekenen. De moeilijkheidsfactor zit niet in wiskundige bewerkingen, maar in het ontbreken van het oplossingschema dat aangeeft op welke wijze de gegevens gecombineerd moeten worden tot een antwoord.

Het oplossingschema moeten de leerlingen ontleen aan één van de bestaande bedrijfseconomische modellen en toevoegen aan de tekst van het vraagstuk om het oplosbaar te maken (Vernooij, 1996). In principe zouden de leerlingen eenduidige handelingsvoorschriften uit de bedrijfseconomische modellen moeten kunnen afleiden. Gezien de verschillen in het jargon van de afzonderlijke bedrijfseconomische subdisciplines is echter een grote mate van taalvaardigheid vereist om tot een juiste interpretatie van de gegeven vraagstukken te komen.

De gangbare bedrijfseconomische didactiek is niet gebaseerd op *explanation based learning* maar op *similarity based learning* (Ahn, Brewer en Mooney, 1992). In deze instructiewijze blijven de bedrijfseconomische modellen impliciet. De leerlingen moeten zelf een algemeen geldig bedrijfseconomisch model construeren door een gemeenschappelijk patroon te herkennen in een reeks gelijksoortige opgaven. Zij moeten bewust letten op overeenkomsten tussen analoge gevallen (Prawat, 1989).

Vervolgens moeten zij zelfstandig mentale modellen opbouwen aan de hand van inferenties (Holland, Holyoak, Nisbett & Thagard, 1989). De hypothese van het uitgevoerde onderzoek houdt in dat 'explanation based learning' met behulp van expliciet gepresenteerde algemeen geldige modellen, tot mentale modellen leidt die een betere afspiegeling vormen van de gepresenteerde bedrijfseconomische modellen, dan 'similarity based learning' waarbij de modellen impliciet blijven.

Bij de ontwikkeling van mentale modellen kunnen misconcepties ontstaan (Chi, 1992). Alhoewel het ontstaan van misconcepties een normaal verschijnsel is in het onderwijs (Driver, Guesne en Tiberghien, 1985) is het onderkennen en classificeren ervan noodzakelijk om te voorkomen dat deze misconcepties blijven bestaan (Taconis, 1995). Mogelijke verklaringen voor het ontstaan van misconcepties kunnen gegeven worden op basis van de theorie over 'conceptual change'.

Chi, Slotta en De Leeuw (1994) definiëren conceptual change als gedachtenprocessen waarbij een concept van de ene categorie overgeplaatst moet worden naar een andere categorie, bij voorbeeld omdat een concept in een wetenschappelijke visie andere kenmerken heeft dan een soortgelijk concept in het dagelijkse spraakgebruik (Voorbeeld: walvissen zijn geen vissen, maar zoogdieren). Misconcepties zijn het gevolg van de

plaatsing van nieuwe begrippen in een categorie, waar deze op ontologische gronden niet thuis horen. Bij voorbeeld, leerlingen plaatsen een proces dat niet aan een tijdsverloop gebonden is, in de categorie 'gebeurtenissen', die juist wel gekenmerkt worden door een begin- en een eindtijdstip.

Binnen de bedrijfseconomie is het onderscheid tussen voorraadgrootheden (met als dimensie 'guldens per stuk') en stroomgrootheden (met als dimensie 'guldens per periode') van belang. Leerlingen die dit ontologische verschil niet opmerken, raken in de problemen wanneer zij twee begrippen laten samenvallen, terwijl een strikt onderscheid vereist is. Eerder in dit artikel is de opmerking van één leerling tijdens een hardop-denksessie aangehaald:

Als zij zeggen dat de kostprijs meer omvat dan de inkoopprijs en de inkoopkosten, dan doe ik dat wel, maar ik houd me wel vast aan: de opbrengst min de kostprijs is de brutowinst.

In het eerste deel van de uitspraak gaat het om de kostprijs per product, uitgedrukt in 'guldens per stuk', en in het laatste deel gaat het om de kostprijs verkopen, uitgedrukt in 'guldens per periode'. De leerling probeert de term 'kostprijs' te hanteren zonder nadere verwijzing naar de vereiste dimensies (Vernooij, 1993c). De emotionele weerstand van de leerling die uit het citaat blijkt, vloeit onder andere voort uit het miskennen van het ontologische verschil tussen de begrippen 'kostprijs per product' en 'kostprijs verkopen in een periode'.

Toch is deze visie op conceptual change ontoereikend om de emotionele weerstand volledig te verklaren. Zij houdt in onvoldoende mate rekening met het geschetste onderscheid tussen de boekhoudkundige en de calculatorische benadering. Als de termen 'kostprijs per product' en 'kostprijs verkopen' uit hetzelfde begrippenapparaat komen, is te verwachten dat: $afzet \times kostprijs \text{ per product} = kostprijs \text{ verkopen}$. (Met als logisch dimensioneel verband: stuks per periode \times guldens per stuk = guldens per periode). Om te begrijpen dat dit niet het geval is, moeten de leerlingen niet alleen onderkennen dat de twee termen een verschillende dimensie hebben, maar ook dat zij afkomstig zijn uit twee afzonderlijke subdisciplines binnen de bedrijfseconomie. En dat aspect komt niet terug in de benadering van Chi.

Vosniadou (1994) biedt wel een verklaring waarin ruimte is voor de invloed van afzonderlijke subdisciplines. Zij onderkent twee vormen van 'conceptual change': verrijking en herziening van mentale modellen. In deze termen zijn de begrippen assimilatie en accommodatie van Piaget te herkennen. Bij verrijking voegt een leerling nieuwe informatie toe aan een reeds bestaande conceptuele structuur. Bij herziening is de opslag van nieuwe kennis alleen mogelijk als het bestaande mentale model een verandering ondergaat door de vervanging van geldende vooronderstellingen door andere.

Het geschetste probleem van de geciteerde leerling is vanuit de visie van Vosniadou te verklaren als een poging om kennis van calculatorische berekeningen toe te voegen aan een

conceptuele structuur die opgebouwd is uit boekhoudkundige termen. Pas als de leerling in staat is om te onderkennen dat er een andere conceptuele structuur bestaat die onafhankelijk van de boekhoudkundige structuur functioneert, is het mogelijk de nieuwe term in de daarbij vereiste conceptuele structuur te plaatsen. Zolang dat besef er niet is, zal de leerling trachten de boekhoudkundige en calculatorische termen tot een samenhangend geheel te brengen en aldus een mentaal model ontwikkelen dat geen goede afspiegeling is van de aangeboden leerstof.

Schrijvers van leerboeken voor bedrijfseconomie in het voortgezet onderwijs in Nederland doen weinig moeite om de verschillende hoofdstukken uit hun boek ten opzichte van elkaar te profileren als benaderingen die afkomstig zijn uit verschillende subdisciplines. Zij presenteren de leerstof als onderdelen die steeds tot een verrijking moeten leiden, in plaats van tot een herziening.

Het uitgevoerde onderzoek had mede ten doel dit uitgangspunt ter discussie te stellen. Vanuit het oogpunt van 'conceptual change' is het van belang te weten of onderwijs gebaseerd op 'explanation based learning' inferenties oproept die leiden tot meer adequate mentale modellen dan onderwijs gebaseerd op 'similarity based learning'. Leerlingen laten zich bij het oplossen van vraagstukken immers niet leiden door de modellen die eerder aangeboden zijn, maar door de mentale modellen die zij vanuit dat aanbod in hun hoofd ontwikkeld hebben. De verwachting is dat het oplosproces meer kans op succes heeft naar mate deze mentale modellen beter aansluiten bij de vereiste bedrijfseconomische modellen.

Doelstelling van het onderzoek

Met behulp van probleem-analyse-diagrammen (Vernooij, 1990) is voor een aantal hoofdstukken uit het genoemde leerboek van Hoogheid en Fuchs (1987) een conceptuele beschrijving gemaakt van de vraagstukken die de leerlingen moeten uitwerken. Vanuit deze diagrammen zijn de bedrijfseconomische modellen afgeleid die de leerlingen aangeboden krijgen. Explicitering van de modellen maakte duidelijk dat er tal van verschillen bestaan tussen de subdisciplines, waardoor de probleemschema's onderling niet verenigbaar zijn (Vernooij, 1993a).

Ten einde na te gaan hoe leerlingen uit 4 HAVO omgaan met dergelijke, onderling strijdige probleemschema's is een empirisch onderzoek opgezet, gesitueerd in een realistische klassesituatie. De hoofdvraag voor dit onderzoek luidde:

Welke mentale modellen ontwikkelen leerlingen uit 4 HAVO als reactie op het samenstel van conceptuele modellen dat hen wordt aangeboden om vraagstukken op te lossen over de berekening van de kostprijs per eenheid product en de nettowinst in een periode?

Twee instructiewijzen zijn vergeleken met behulp van een onderzoeksontwerp gebaseerd op een voortoets, een natoets en een retentietoets waarin de resultaten van een experimentele groep en een controle groep met elkaar vergeleken zijn. De experimentele groep kreeg

expliciet onderwijs in bedrijfseconomische modellen met behulp van probleemschema's en de controlegroep kreeg volgens de gebruikelijke benadering impliciet onderwijs via voorbeeldopgaven.

Meting van de verschillen tussen de twee groepen vond onder andere plaats aan de hand van vragen naar de omschrijving van handelingsvoorschriften die deel uitmaken van de gedoeerde bedrijfseconomische modellen. Toetsing van de verschillen in de gepresenteerde antwoorden vond plaats op basis van de navolgende onderzoekshypothese:

Leerlingen uit 4 HAVO die expliciet onderwijs hebben gehad in bedrijfseconomische modellen, formuleren na afloop van de instructie handelingsvoorschriften die dichter liggen bij de gedoeerde bedrijfseconomische modellen dan leerlingen die impliciet onderwijs hebben gehad.

Op grond van de resultaten uit het pilot-onderzoek is de verwachting dat de leerlingen uit de experimentele groep een hogere score behalen op de natoets dan de leerlingen uit de controlegroep, omdat zij beter in staat zijn de oude en de nieuwe leerstof te scheiden. De verwachting is voorts dat de leerlingen uit de controlegroep, meer dan de leerlingen uit de experimentele groep, op zoek gaan naar compromissen tussen de termen die in twee verschillende betekenissen worden gebruikt en dat zij daardoor in de natoets lager scoren op de oude kennis.

Methode (zie overigens de voetnoot)

Proefpersonen

Het onderzoek vond plaats op zes scholen in de regio Utrecht / Zuid Holland, die gebruik maakten van het 'Basisboek Bedrijfseconomie' van Hoogheid & Fuchs (1987). Bij de scholen namen alle leerlingen die bedrijfseconomie als examenvak hadden gekozen, deel aan het onderzoek. Om de gelijke behandeling van leerlingen binnen een bepaalde school te waarborgen en vermenging van instructiewijzen door onderlinge informatie-uitwisseling tussen leerlingen te voorkomen, zijn de scholen in hun geheel toegewezen aan een bepaalde conditie. In totaal hebben 75 leerlingen uit de experimentele groep alle toetsen afgelegd en 80 leerlingen uit de controlegroep.

Materialen

Het instructiemateriaal is gebaseerd op een hoofdstuk uit het genoemde leerboek. De leerlingen hebben in de voorafgaande hoofdstukken geleerd hoe ze via de boekhoudkundige benadering de nettowinst in een voorbije periode kunnen berekenen (zie schema 1 van de appendix). In de eerste paragraaf van het hoofdstuk staat uiteengezet hoe een handelaar de gewenste verkoopprijs van een product kan berekenen (zie schema 2 van de appendix). Daarop aansluitend volgt in de tweede paragraaf een Amerikaanse manier om de nettowinst in een periode te berekenen.

Voor de controlegroep is op basis van het leerboek een aangescherpt cursusboek gemaakt het gekozen hoofdstuk te zuiveren van slordige formuleringen. Wel bleven de essentiële verschillen tussen de bedrijfseconomische benaderingen behouden. Vanuit dit cursusboek is het instructiemateriaal ontwikkeld voor de experimentele groep. Alle rekenkundige voorbeelden zijn vervangen door schema's waaruit de leerlingen zelfstandig de berekeningen konden afleiden.

Toetsing

Toetsing van de kennis vond onder andere plaats met behulp van de test Kennis van Handelingsvoorschriften, die speciaal is ontwikkeld voor dit onderzoek. De test bestaat uit acht vragen die gericht zijn op de wijze waarop een handelaar bedrijfseconomische grootheden berekent. De eerste vier vragen gaan over de berekening van grootheden die van belang zijn voor de vaststelling van de nettowinst in een periode volgens de boekhoudkundige benadering (zie schema 1 in de appendix). De tweede reeks gaat over de berekening van de verkoopprijs volgens de calculatorische benadering (zie schema 2 in de appendix).

Procedure

Om de leersituatie zo realistisch mogelijk te maken, vond het onderzoek plaats in de scholen. De eigen docenten gaven de lessen en de natoets telde mee als regulier proefwerk. De docenten die de experimentele vorm verzorgden kregen vooraf instructie en met hen werd afgesproken dat zij onaangekondigde lesbezoeken konden verwachten. Die lesbezoeken hebben bij alle docenten uit de experimentele conditie plaatsgevonden, zodat geconstateerd is dat inderdaad op experimentele wijze lessen zijn verzorgd

De gekozen opzet bracht met zich mee dat de toewijzing van onderzoekselementen aan de onderzoeksconditie niet a-select kon plaatsvinden. De invloed van de docenten op hun klas is daardoor als mogelijke verklarende variabele niet uit te sluiten. Conclusies uit het onderzoek kunnen slechts met grote voorzichtigheid getrokken worden.

Het uitgevoerde onderzoek bevat een voortoets-natoets-ontwerp met een retentietoets. De voortoets vond plaats voor aanvang van het onderzoek, maar na afronding van de boekhoudkundige benadering. De natoets vond plaats direct na afronding van de calculatorische berekening van de verkoopprijs per product. De retentietoets vond plaats na afronding van de tweede paragraaf (zie figuur 1).

Figuur 1: Onderzoeksopzet

De onderzoeksopzet luidt:

1. Experimentele groep:	T_1	X_0	X_1	T_2	X_3	T_3
2. Controlegroep:	T_1		X_2	T_2	X_4	T_3

T_1 voortoets Kennis van Handelingsvoorschriften;

- X_0 introductie in de schematechniek gedurende drie lessen;
- X_1 zes lessen expliciet onderwijs in de bedrijfseconomische modellen uit paragraaf 23.1;
- X_2 zes lessen impliciet onderwijs in de bedrijfseconomische modellen uit paragraaf 23.1;
- T_2 natoets Kennis van Handelingsvoorschriften;
- X_3 vier lessen expliciet onderwijs in de bedrijfseconomische modellen uit paragraaf 23.2;
- X_4 vier lessen impliciet onderwijs in de bedrijfseconomische modellen uit paragraaf 23.2;
- T_3 retentietoets Kennis van Handelingsvoorschriften.
-

Instrumentatie

De onderzoekshypothese luidde dat de experimentele groep handelingsvoorschriften zou formuleren die dichter liggen bij de bedrijfseconomische modellen dan de controlegroep. Dit moest zich o.a. uiten in de natoets en de retentietoets van de test Kennis Van Handelingsvoorschriften doordat de experimentele groep tot een hogere score zou komen dan de controlegroep.

Om mogelijke alternatieve verklaringen voor de gevonden resultaten te minimaliseren zijn een serie testvariabelen mede in beschouwing genomen. Voor alle leerlingen zijn beschrijvende gegevens verzameld over de samenstelling van hun vakkenpakket (i.c. de aanwezigheid van wiskunde A, wiskunde B en algemene economie in het pakket), over het geslacht van de leerlingen en over de vraag of zij doubleur zijn of afkomstig zijn uit 4 MAVO. Ook is hun analytisch vermogen gemeten met de DAT-analogieën test (Evers en Lucassen, 1984). Tot slot is een nauwkeurige inventarisatie gemaakt van de tijd besteed aan huiswerk. Dit laatste is zodanig gebeurd dat de docenten geen inzage kregen in de gegevens van het huiswerk (Vernooij, 1993b).

Beoordeling

De beoordeling van de test vond plaats door twee onafhankelijke beoordelaars. Zij kregen het werk van de 155 leerlingen voorgelegd in alfabetische volgorde van de achternamen van de leerlingen zonder verwijzing naar de school van herkomst. De beoordelaars ontvingen een lijst van mogelijke antwoorden die correspondeerden met de verschillende benaderingen: de boekhoudkundige benadering (model B), de calculatorische benadering (model C), de alternatieve benadering die veelvuldig in het vooronderzoek was waargenomen (model A). Niet-identificeerbare benaderingen werden als model X gecodeerd. Deze coderingslijst was ontwikkeld aan de hand van de resultaten uit het vooronderzoek in 5 VWO.

De eerste vraag aan de beoordelaars was om vast te stellen vanuit welke model de leerlingen hun antwoorden geformuleerd hadden. De tweede vraag was om volledig correcte antwoorden te honoreren met twee punten en antwoorden die wel volgens het correcte model geformuleerd waren, maar onzuiverheden bevatten, te honoreren met één

punt. De interbeoordelaarsbetrouwbaarheid is gecontroleerd met behulp van Cohen's kappa (gemiddeld 0,7 en dus aanvaardbaar). Ter afronding hebben de twee beoordelaars een gezamenlijk eindoordeel vastgesteld, waarbij de richtlijn was om steeds de meest strenge interpretatie van de normen toe te passen.

Resultaten

De keuze voor afzonderlijke modellen

De eerste vraag aan de beoordelaars was om vast te stellen vanuit welke benadering de leerlingen hun antwoorden geformuleerd hadden. Deze bijdrage beperkt zich tot de gemaakte keuzen bij de berekening van de 'kostprijs verkopen' (item a) en de berekening van de 'kostprijs per product' (item e). Informatie over de andere items is elders beschikbaar (Vernooij, 1993a).

De instructie in de calculatorische benadering leidde bij de natoets en de retentietoets tot een significant verschil ten gunste van de experimentele groep op een niveau van $\alpha = 5\%$ (tabel 2). Bij de experimentele groep stijgt in de retentietoets het aantal correcte antwoorden, terwijl dat bij de controlegroep niet het geval is.

Tabel 2: Geregistreeerde codes op de vraag naar de berekening van de kostprijs verkopen

	voortoets		natoets		retentietoets	
	EG	CG	EG	CG	EG	CG
model A	-	2	11	9	9	5
model B	32	26	18	1 (*)	27	2 (*)
model C	5	11	36	60	23	44
overige	38	41	10	9	16	29

Analyse van het verschil in correcte antwoorden:

voortoets : $\chi^2 = 1,3$ bij een $p \leq 0.254$ ten gunste van de experimentele groep;

natoets : $\chi^2 = 16,8$ bij een $p \leq 0.001$ (*) ten gunste van de experimentele groep;

retentietoets : $\chi^2 = 26,4$ bij een $p \leq 0.001$ (*) ten gunste van de experimentele groep;
(*) duidt op een verschil op een significantieniveau $\alpha = 5\%$.

Toelichting:

model A: alternatieve benadering (schema 3);

model B: boekhoudkundige benadering: correct antwoord (schema 1);

model C: calculatorische benadering.

EG: experimentele groep (n = 75), CG: controlegroep (n = 80).

Opvallend is de mate waarin leerlingen bij de natoets en de retentietoets de boekhoudkundige grootheid 'kostprijs verkopen' herdefinieerden in termen van de calculatorische benadering. Van de experimentele groep handelden 36 van de 75 leerlingen zo en van de controlegroep 60 van de 80 leerlingen. Tussen de twee groepen bestaat een significant verschil ($\chi^2 = 16,8$; $p \leq 0.001$) ten gunste van de experimentele groep.

In tabel 3 is af te lezen dat bij de natoets en de retentietoets relatief meer leerlingen uit de controlegroep de berekening van de 'kostprijs per product' correct formuleerden dan leerlingen uit de experimentele groep. Bij de voortoets is een significant verschil ten gunste van de controlegroep op een niveau van $\alpha = 5\%$ te constateren. Bij de natoets is het verschil net niet significant op een niveau van $\alpha = 5\%$. Bij de retentietoets is het verschil in het geheel niet significant.

Tabel 3: Geregistreeerde codes bij de berekening van de kostprijs per eenheid product

	voortoets		natoets		retentietoets	
	EG	CG	EG	CG	EG	CG
model A	2	2	10	3	19	9
model B	19	3	-	-	1	1
model C	3	12 (*)	52	67	42	52
overige	51	60	13	10	13	21

Analyse van het verschil in correcte antwoorden:

voortoets : $\chi^2 = 4,2$ (*) bij een $p \leq 0.041$ ten gunste van de controlegroep;

natoets : $\chi^2 = 3,7$ bij een $p \leq 0.054$ ten gunste van de controlegroep;

retentietoets : $\chi^2 = 1,0$ bij een $p \leq 0.326$ ten gunste van de controlegroep.

(*) duidt op een verschil op een significantieniveau $\alpha = 5\%$.

Toelichting:

model A: alternatieve benadering (schema 4);

model B: boekhoudkundige benadering;

model C: calculatorische benadering: correct antwoord (schema 2).

EG: experimentele groep (n = 75), CG: controlegroep (n = 80).

Een verklaring voor het gevonden verschil tussen de twee groepen in de voortoets werd gevonden bij de controleberekeningen van de resultaten per school. Uit deze analyse bleek dat deze verschillen geheel te herleiden waren tot de resultaten van één school, nader aan te duiden als school Z. Een aantal van de 25 leerlingen van deze school maakten in de voortoets fouten, die leerlingen van de andere scholen pas in de tweede en derde toetsronde

maakten. Telefonische navraag bij enkele leerlingen van school Z leverde de mededeling op dat de docent de stof uit het onderzoek reeds op voorhand besproken had. Bij de covariantie-analyses (weergegeven in tabel 4) zijn de leerlingen van deze school daarom buiten de berekening gehouden.

Uit de gepresenteerde resultaten blijkt voorts dat meer leerlingen uit de experimentele groep overstapten naar het alternatieve model dan leerlingen uit de controlegroep. Nader onderzoek bracht aan het licht dat bij de natoets acht leerlingen zowel bij de berekening van de 'kostprijs verkopen' (item a) als de 'kostprijs per product' (item e) model A gebruikten. Bij de retentietoets waren dat tien leerlingen.

De behaalde scores

In tabel 4 staan de gemiddelde scores die de experimentele groep en de controlegroep behaalden op de test Kennis van Handelingsvoorschriften. Voordat de covariantie-analyse (ANCOVA) is uitgevoerd, is eerst nagegaan of de behaalde scores op de acht items redelijk normaal verdeeld zijn. De betrouwbaarheid van de test is onderzocht met behulp van Cronbach's alpha. De resultaten van de betrouwbaarheidstest waren niet volledig bevredigend, maar voor onderzoeksdoeleinden aanvaardbaar.

Tabel 4: Resultaten op de test Kennis van Handelingsvoorschriften

	score a t/m d		score e t/m h		score a t/m h	
	gem.	s.d.	gem.	s.d.	gem.	s.d.
<i>Voortoets:</i>						
experimentele groep	3.3	2.1	0.2	**	3.5	2.1
controlegroep excl. Z	3.4	2.4	0.1	**	3.5	2.4
<i>Natoets:</i>						
experimentele groep	3.0	2.4	3.8	2.2	6.8	3.2
controlegroep excl. Z	1.3	1.4	3.6	2.0	4.9	2.4
<i>Retentietoets:</i>						
experimentele groep	3.7	2.7	3.0	2.5	6.6	4.2
controlegroep excl. Z	1.1	1.2	2.7	2.0	3.8	2.3

ANCOVA natoets (n = 130): $F(1,98) = 10.6$ bij een $p \leq .001^*$.

ANCOVA retentietoets (n = 130) : $F(1,98) = 5.9$ bij een $p \leq .009^*$.

* duidt op een verschil op een significantieniveau $\alpha = 5\%$ bij eenzijdige toetsing.

** de standaarddeviatie is niet relevant in deze voortoets.

experimentele groep (n = 75), controlegroep (n = 55).

In de natoets is een covariantie-analyse uitgevoerd met als covariaten de score van de voortoets, de tijd besteed aan huiswerk en de score op de DAT-Analogieën test. Als

onafhankelijke variabelen zijn ingevoerd: wiskunde A, wiskunde B of economie in het lespakket, doubleur en geslacht. Uit deze covariantie-analyse komt een significant verschil ten gunste van de experimentele conditie naar voren waaruit blijkt dat de instructiewijze een beslissende rol gespeeld heeft in de totstandkoming van het verschil in de behaalde score (tabel 4). De retentietoets leverde eveneens een significant verschil op ten gunste van de experimentele conditie (tabel 4). Ter controle is een berekening uitgevoerd op schoolniveau om na te gaan of er lokatieverschillen optreden. Dit bleek niet het geval te zijn.

Een model van trefwoorden

Nadere analyse van de antwoorden op de items a en e uit de test Kennis van Handelingsvoorschriften brengt aan het licht dat leerlingen opvallend vaak een *identieke omschrijving* geven van de begrippen 'kostprijs verkopen in een periode' en 'kostprijs per product'. Het gebruik van identieke formuleringen was in het vooronderzoek reeds naar voren gekomen en was een van de aanleidingen geweest om voor het hoofdonderzoek de tekst van het hoofdstuk te herschrijven. Met name is erop gelet dat 'productgrootheden' en 'periodegrootheden' steeds strikt uit elkaar gehouden werden.

Om de uitwerking van deze problematiek nader te onderzoeken, is een telling uitgevoerd waarvan de resultaten staan weergegeven in tabel 5. Met behulp van de chi-kwadraat toets is berekend dat er bij de tussentoets en de eindtoets een significant verschil bestaat ten gunste van de experimentele groep.

Tabel 5: Aantal identieke omschrijvingen voor *kostprijs verkopen* en *kostprijs per product* bij leerlingen die een antwoord noteerden bij de items a en e

	totale groep	exper. groep	contr. groep	chi ²	p ≤
<i>Voortoets:</i>					
aantal leerlingen	106	58	48		
a en e identiek:	22	10	12	0,55	0,46
<i>Natoets:</i>					
aantal leerlingen	155	75	80		
a en e identiek:	92	30	62	22,63	0,001*
<i>Retentietoets:</i>					
aantal leerlingen	155	75	80		
a en e identiek:	66	25	41	5,04	0,025*

Het aantal identieke omschrijvingen is zo groot dat nader onderzoek op dit punt is gewenst. Bij de tussentoets is te constateren dat van de 80 leerlingen uit de controlegroep er zelfs 62 een identieke omschrijving gaven voor 'kostprijs verkopen in een periode' en 'kostprijs per product'. Dit betekent dat meer dan 75% van de leerlingen het onderscheid tussen periodegrootheden en productgrootheden niet onderkent in de begripsomschrijving.

Alhoewel de experimentele groep significant beter scoorde, ging het daar nog altijd om 30 van de 75 leerlingen, ofwel 40%. Dit is een indicatie dat leerlingen bij het definiëren van economische grootheden voorbij gaan aan essentiële kenmerken, zelfs als er nadrukkelijk aandacht aan wordt besteed tijdens de lessen.

Discussie

De keuze om het onderzoek te situeren in een realistische klasse-situatie brengt met zich mee dat het onderzoek meer exploratief dan toetsend van aard is. Beperkingen in de opzet en uitvoering van het onderzoek nopen tot grote voorzichtigheid bij de interpretatie van de gevonden resultaten. Mogelijke alternatieve verklaringen voor de gevonden resultaten zijn mogelijk en vereisen nader onderzoek om met meer zekerheid uitspraken te doen over de gevonden resultaten.

Toch kan geconcludeerd worden dat de gevonden resultaten de geformuleerde hypothese bevestigen binnen de kaders van dit onderzoek. De leerlingen die expliciet onderwijs hebben gehad in bedrijfseconomische modellen, formuleerden na afloop van de instructie handelingsvoorschriften die dichter liggen bij de gedoctrineerde bedrijfseconomische modellen dan leerlingen die impliciet onderwijs hebben gehad. Zij behaalden een hogere score op de natoets dan de leerlingen uit de controlegroep.

Het gevonden verschil volgt echter niet uit betere resultaten op de nieuwe leerstof, maar is geheel te verklaren uit de terugval in de score van de controlegroep op de oude kennis. Dit is in overeenstemming met de geformuleerde verwachting. Significant meer leerlingen uit de controlegroep herdefinieerden de termen uit het boekhoudkundige model in termen van het calculatorische model.

Tegelijk is te constateren dat in beide groepen een deel van de leerlingen tot een alternatief model kwam, dat noch aansloot bij de boekhoudkundige benadering, noch bij de calculatorische. Deze leerlingen ontwikkelden een samenhangend stelsel van modellen (zie schema 3 en 4 uit de appendix) dat zij als referentiekader gebruikten bij het oplossen van vraagstukken. Zij kwamen op basis van traceerbare redeneringen tot onjuiste oplossingen. Deze vloeiden echter niet voort uit het ontbreken of slechts gedeeltelijk beheersen van de aangeboden stof. Zij creëerden nieuwe modellen die op logische conclusies zijn gebaseerd en die voorbehouden zijn aan leerlingen die streven naar integratie van nieuwe en oude kennis: mentale modellen die consistentie brengen, waar geen consistentie bestaat.

Bij de analyse van de resultaten van school Z is geconstateerd dat deze docent voorinformatie heeft gegeven aan zijn leerlingen. Onbedoeld leverde deze docent daarmee een extra bijdrage aan de resultaten van dit onderzoek. De afwijkende antwoorden van zijn groep leerlingen liepen vooruit op de ontwikkelingen die zich voordeden bij de andere leerlingen uit de controlegroep. Dat leidt tot een ondersteuning van de resultaten die gevonden zijn bij de controlegroep. De terugval in eerder opgedane kennis is reeds op

voorhand te constateren bij school Z.

De activiteiten van leerlingen om consistentie te creëren waar die niet bestaat, verdient nadere studie binnen de constructivistische aanpak (Roelofs en Terwel, 1997). Uit deze processen blijkt immers dat leerlingen kennis niet zien als overdrachtproces, maar als een constructieproces waarbij nieuwe elementen van kennis worden samengevoegd met reeds bestaande cognitieve structuren (Bruner, 1993).

Mogelijke alternatieve verklaringen

Gezien de opzet van dit onderzoek bestaat de mogelijkheid dat er alternatieve verklaringen zijn voor de gevonden resultaten. De eerste alternatieve verklaring ligt in de keuze om de leerlingen niet a-select toe te wijzen aan een conditie, maar via de school waar zij op zitten. Aan de hand van de gemiddelde score en de standaarddeviatie per school is onderzocht of de daarmee corresponderende betrouwbaarheidsintervallen overlap vertonen. Met uitzondering van school Z, bleek dit het geval te zijn.

Naast schooleffecten zijn ook docenteffecten als alternatieve verklaring voor de gevonden resultaten op te voeren. Deze effecten zijn zoveel mogelijk ingeperkt, door de spreiding van de negen docenten over de twee condities: vier docenten bij de experimentele conditie en vijf bij de controleconditie. Bovendien waren de docenten uit de experimentele conditie niet op de hoogte van de experimentele aanpak en de docenten uit de experimentele aanpak zijn (in beperkte mate) gecontroleerd op hun vaardigheid om de ontwikkelde systematische probleem aanpak toe te passen.

Een derde alternatieve verklaring ligt in de leerlingeffecten. Het is mogelijk dat er verschillen bestaan in de inzet van de leerlingen. Voorstelbaar is dat de leerlingen die deelnamen aan het experimentele programma zich meer ingezet hebben dan de leerlingen die op de gebruikelijke wijze les kregen. Door middel van een uitgewerkt systeem van huiswerkregistratie (buiten de docenten om) is hierover informatie verzameld. Deze leverde geen significante verschillen tussen de groepen op.

Daarnaast speelt de vraag in hoeverre leerlingen in verband met het onderzoek bereid waren voor één hoofdstuk over te stappen op een andere aanpak. Tijdens één van de uitgevoerde hardop-denksessies bracht een leerling uit de experimentele conditie haar reserves onder woorden:

Ik heb de opgaven zo min mogelijk met modellen gedaan, dus als het allemaal klopte, wist ik gewoon dat ik het snapte. (..) Als het echt niet anders kon, dan keek ik wel van 'oh ja, zo en zo' en dan ging ik weer verder werken zonder modellen. (..) Omdat het maar één hoofdstuk was, dacht ik, ik moet per sé niet met die modellen gaan werken (..).

De ontwikkeling van mentale modellen

De hoofdvraag van het onderzoek is gericht op de mentale modellen die de leerlingen

ontwikkelden als reactie op het samenstel van conceptuele modellen dat zij kregen aangeboden. Uit de telling van het aantal mentale voorstellingen zoals die door de beoordelaars zijn geëvalueerd, blijkt dat HAVO-leerlingen net als VWO-leerlingen tot herdefiniëring van oude kennis overgaan. Binnen de totale groep van 155 leerlingen treedt tussen de voortoets en de natoets een verschuiving op waarbij het percentage leerlingen dat de boekhoudkundige term 'kostprijs verkopen' invult volgens de calculatorische benadering toeneemt van 10% tot 62%. Introductie van een Amerikaanse benadering in het tweede deel van de instructie leidde opnieuw tot verschuivingen.

Nergens in de aangeboden leerstof van de instructieperiode wordt het begrip 'kostprijs verkopen' expliciet gedefinieerd. Toch menen de leerlingen dat zij er goed aan doen deze grootheid te herzien al naar gelang nieuwe kennis wordt aangeboden. Bovendien blijken, net als in het pilot-onderzoek, een aantal leerlingen ertoe over te gaan zowel de eerder verworven stof als de nieuw aangeboden stof te herformuleren om deze onderling consistent te maken. Kennelijk verwachten leerlingen consistentie en gaan zij voorbij aan criteria die juist aanleiding zijn tot onderscheid.

Nader onderzoek naar de wijze waarop leerlingen economische grootheden definiëren is derhalve gewenst. Het lijkt erop alsof zij grootheden definiëren zoals natuurlijke begrippen gedefinieerd worden (Rosch, 1978; Medin and Smith, 1984; Holland c.s., 1989). Een 'stoel' is een 'stoel', maar toch kan een stoel allerlei vormen aannemen die vallen binnen de categorie 'stoel'. Parallel daaraan zou 'kostprijs' opgevat kunnen worden als 'kostprijs', in welke gedaante dan ook. De term 'kostprijs' is dan geen grootheid maar een trefwoord dat opgenomen wordt in een model van trefwoorden, die allemaal multi-interpretabel zijn.

Op een dergelijke wijze beschouwd, vallen de kwaliteiten van de bedrijfseconomische grootheden (onderscheid naar dimensie en naar subdiscipline) weg. Er blijft een schijnbaar klein en overzichtelijk begrippenapparaat over, omdat alle nuances uit de naamgeving verdwijnen.

De registratie van mentale modellen van waaruit leerlingen redeneren vereist overigens een tweetal relativeringen (Norman, 1983). Door de wijze waarop de vragen zijn opgesteld, hebben de leerlingen zelf een conceptualisering geformuleerd van de mentale modellen die zij in hun hoofd ontwikkeld hebben bij het verwerven van de leerstof. De beoordelaars hebben deze conceptualiseringen geïnterpreteerd. Daardoor zijn er twee transformaties geweest. Voor de beantwoording van de hoofdvraag is het van belang te weten of de mentale voorstellingen die de leerlingen op papier hebben gezet, een goede representatie zijn van de mentale modellen die zij in hun hoofd hebben. Voortgezet onderzoek op dit punt is gewenst.

Relevantie voor het onderwijs

Het rendement van een meer conceptuele benadering zoals toegepast in de alternatieve instructiewijze, lijkt niet te liggen in het verwerven van nieuwe kennis, maar in het

integreren van nieuwe kennis in de reeds aanwezige kennisstructuur. Nader onderzoek is nodig om in soortgelijke en andere situaties na te gaan of de gevonden resultaten generaliseerbaar zijn. Dit geldt zowel binnen het vak bedrijfseconomie als in het raakvlak tussen bedrijfseconomie en vakken zoals algemene economie, wiskunde A, natuurkunde e.d.

Van groot belang voor de doorvoering van consistentie in de lesstof is de invulling van de vakken binnen de nieuwe tweede fase voortgezet onderwijs. De vakontwikkelgroep Economie heeft mede naar aanleiding van de resultaten van dit onderzoek een diepgaande herstructurering voorgesteld voor het vak bedrijfseconomie (SLO, 1995 en 1996). Boekhouden gaat definitief weg uit het programma en de invalshoek verschuift van het uitvoerende naar het leidinggevende niveau. In de nabije toekomst verschijnt het vak onder de naam Management & Organisatie (M&O) op het rooster.

Centraal in het nieuwe programma M&O staat een lesstofbeschrijving op basis van onderling consistente conceptuele modellen. Leerlingen moeten deze kunnen onderscheiden en bovendien de overeenkomsten en verschillen aangeven met soortgelijke modellen uit de algemene economie en uit het wiskunde-A programma. Daarmee schrijft het programma voor dat leerlingen de vaardigheid op moeten doen om met verschillende begripsstructuren om te gaan. Of de leerlingen dat inderdaad kunnen, is een vraag die alleen via aanvullend onderzoek is te beantwoorden.

Uit het onderzoek kan met de nodige voorzichtigheid, ook een conclusie getrokken worden over de veronderstelling van docenten dat een proefwerk gericht kan zijn op de hoofdstukken die het laatste behandeld zijn. Gezien het grote aantal leerlingen dat de voorafgaande kennis onmiddellijk herdefinieerde, is deze veronderstelling aanvechtbaar. De resultaten uit dit onderzoek duiden erop dat de integratie van nieuwe kennis met eerder verworven kennis eveneens getest moet worden.

Uit de antwoorden blijkt nog een tweede aanleiding om de wijze van evaluatie via proefwerken te heroverwegen. De leerlingen die ertoe overgaan zowel de oude als de nieuwe leerstof te herdefiniëren, hoeven niet tot de categorie 'slechte leerlingen' te behoren. Slechte cijfers kunnen een aanwijzing zijn dat het juist om goede leerlingen gaat; om leerlingen die over een bepaalde vaardigheid beschikken: de vaardigheid om kennis te integreren.

Summary

The teaching of accounting in Dutch secondary schools is focused on handing over knowledge of separate topics without much attention for their integration. As these topics are derived from different subdisciplines, which use conceptual models that are not consistent to one another, it remains unclear what students do, while they try to relate these topics. In a pilot-study it was found that many students try to integrate the conceptual models, even when that is not possible.

To investigate what exactly happens with students at secondary schools, two different instructional methods were compared within a pretest-posttest control group design in a group of 155 students. In one method the conceptual models were presented explicitly with the help of schemata whereas in the other the conceptual models were presented implicitly in cases presenting the required computations, as is the usual approach in Holland.

The students of the group that received explicit instruction in conceptual models were supposed to perform better than the other group. And they did. But this was not due to the acquisition of new knowledge, but to the preservation of the knowledge acquired in an earlier stage. The results of this research program contributed to a redefinition of the curriculum in secondary schools.

Websites (toegevoegd op 27-04-2012:

- www.fons-vernooij.nl
- www.bedrijfseconomische-begrippen.nl
- www.bedrijfseconomische-modellen.nl
- www.vakdidactiek-bedrijfseconomie.nl

Deze websites zijn toegevoegd, omdat zij veel resultaten uit het promotie-onderzoek bevatten in een vorm die direct toegankelijk is voor leerlingen, studenten en docenten.

Literatuur

- Ahn, W.K., Brewer, W.F., & Mooney, R.J. (1992). Schema acquisition from a single example. *Journal of experimental psychology: Learning memory and cognition*, (2), 391 - 412.
- Anderson, J.R. (1985). *Cognitive psychology and its implications*. New York: W.H. Freeman and Company.
- Ausubel, D.P., Novak, J.D., & Hanesian, H. (1978). *Educational Psychology, a cognitive view*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Bruner, J.J. (1993). *Schools for thought. A science of learning in the classroom*. Cambridge, Massachusetts: Bradford.
- Chi, M.T.H., Feltovich, P.J., & Glaser, R. (1981). Categorization and representation of physics problems by experts and novices. *Cognitive science*, (5), 121 - 152.
- Chi, M.T.H. (1992). Conceptual change within and across ontological categories: examples from learning and discovery in science. In: R. Giere (ed.), *Cognitive models in science: Minnesota studies in philosophy of science*. University of Minnesota Press.
- Chi, M.T.H., Slotta, J.D., and Leeuw, N. de (1994). From things to processes: a theory of conceptual change for learning science concepts, *Learning and Instruction* 4(1), page 27-43.
- Driver, R., Guesne, E., & Tiberghien, A. (1985). *Children's ideas in science*. Milton Keynes, UK: Open University Press.
- Evers, A. & Lucassen, W. (1984). *DAT '83*. Lisse: Swets & Zeitlinger BV.
- Ferguson Hessler, M.G.M. (1989). *Over Kennis en Kunde in de Fysica*. Eindhoven: proefschrift.
- Holland, J.H., Holyoak, K.J., Nisbett, R.E., & Thagard P.R. (1986/89). *Induction. Processes of Inference, Learning and Discovery*. Cambridge: MIT Press.
- Hoogheid, J.C. & Fuchs H. (1987). *Basisboek Bedrijfseconomie voor HAVO en VWO*, Groningen: Wolters-Noordhoff.
- Hout-Wolters, B.H.A.M. van, (1992). *Cognitieve strategieën als onderwijsdoel*. Amsterdam: oratie.
- Jong, T. de (1986). *Kennis en het oplossen van vraagstukken*. Eindhoven: proefschrift.
- Jorna, R.J. (1989). *Kennisrepresentaties en symbolen in de geest*. Groningen: proefschrift.
- Larkin, J.H. (1983). The role of problem representation in Physics. In D. Gentner & A.L. Stevens (Eds.) *Mental Models*. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.

- Medin, D.L. & Smith, E.E. (1984). Concepts and concept formation. *Annual Review of Psychology* 35, Palo Alto.
- Mettes, C.T.C.W. & Pilot, A. (1980). *Over het leren oplossen van natuurwetenschappelijke problemen. Een methode voor ontwikkeling en evaluatie van onderwijs toegepast op een cursus Thermodynamika*. Enschede: proefschrift.
- Norman, D.A., Gentner, D.R., & Stevens, A.L. (1976). Comments on learning schemata and memory representation. In: D. Klahr (ed.), *Cognition and Instruction* (177-197). Hillsdale N.J.: Lawrence Erlbaum Ass.
- Norman, D.A. (1983). Some observations on mental models. In D. Gentner & A.L. Stevens (eds.) *Mental Models*. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.
- Prawat, R.S. (1989). Promoting access to knowledge, strategy, and disposition in students: a research analysis. *Review of Educational Research* 59, 1 - 41.
- Roelofs, E. & Terwel, J. (1997). *Constructivism and authentic pedagogy: State of the art and recent developments in the Dutch national curriculum in secondary education*. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association (AERA), Chicago, maart 1997.
- Rosch, E. (1978). Principles of Categorization. In: E. Rosch & B.B. Lloyd: *Cognition and Categorization*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Ass.
- Schoenfeld, A.H. (1989). Teaching Mathematical Thinking and Problem Solving. In L.B. Resnick & L.E. Knopfer (Eds.): *Toward the Thinking Curriculum: Current Cognitive Research*, 1989 Yearbook of the Association for Supervision and Curriculum Development.
- SLO. (1995). *Examenprogramma's Economie en Management & Organisatie* zoals voorgesteld door de Vakontwikkelgroep Economie en uitgebracht in opdracht van de Stuurgroep Profiel Tweede Fase in de reeks Advies Examenprogramma's HAVO/VWO. Enschede: SLO.
- SLO. (1996). *Einddoelen voor het programma Management en Organisatie*. Rapport in opdracht van de de Stuurgroep Profiel Tweede Fase. Enschede: SLO.
- Taconis, R. (1995). *Understandig Based Problem Solving. Towards qualification-oriented teaching and learning in physics education*. Eindhoven: proefschrift.
- Vernooij, A.T.J. (1990). A systematic problem approach in Business Administration. In J.M. Pieters, K. Breuer, & P.R.J. Simons (Eds.) *Learning Environments, Contributions from Dutch and German Research*. Berlijn: Springer Verlag.
- Vernooij, A.T.J., (1993a). *Het leren oplossen van bedrijfseconomische problemen. Didactisch onderzoek naar kostprijs- en nettowinstvraagstukken in het voortgezet onderwijs*. Rotterdam: proefschrift. Zutphen: Thieme.
- Vernooij, A.T.J., (1993b). *Deelrapporten bij het onderzoek naar het leren oplossen van bedrijfseconomische problemen*. Zutphen: Thieme.
- Vernooij, A.T.J., (1993c). De toetsende tucht van de dimensie-analyse. *Maandblad voor Accountancy en Bedrijfseconomie* 67(10), 462-470.
- Vernooij, A.T.J., & Visch, E. (1994). The Use of Spreadsheets in Business Education, *Economia, The Journal of the Association of European Economics Education* 4 Part 1, Summer 1994.

- Vernooij, A.T.J., (1995a) Micro-economie en bedrijfseconomie: drie referentiekaders om de kosten te berekenen. *Tijdschrift voor het Economisch Onderwijs* 96(1).
- Vernooij, A.T.J., (1995b). De vele definities van brutowinst. *Tijdschrift voor het Economisch Onderwijs* 96(2), 70-73.
- Vernooij, A.T.J., (1995c). De valkuil van de kostprijsformule. *Tijdschrift voor het Economisch Onderwijs* 96(3), 109-112.
- Vernooij, A.T.J., & Aa, P.M.E.M. van der (1996a). *Elementaire Bedrijfseconomische Modellen*. Zutphen: Thieme.
- Vernooij, A.T.J., (1996b) Impliciet versus expliciet onderwijs in bedrijfseconomische modellen. *Tijdschrift voor Onderwijs Research. Jaargang 21(3)*, 246-261.
- Vosniadou S. (1994). Capturing and modeling the process of conceptual change, *Learning and Instruction* 4(1), 45-69.

Voetnoot:

Een uitvoerige wetenschappelijke verantwoording is te vinden in het Tijdschrift voor Onderwijsresearch, 1996, Jaargang 21, nr 3, blz 246 t/m 261.

Auteur:

Dr. A.T.J. Vernooij

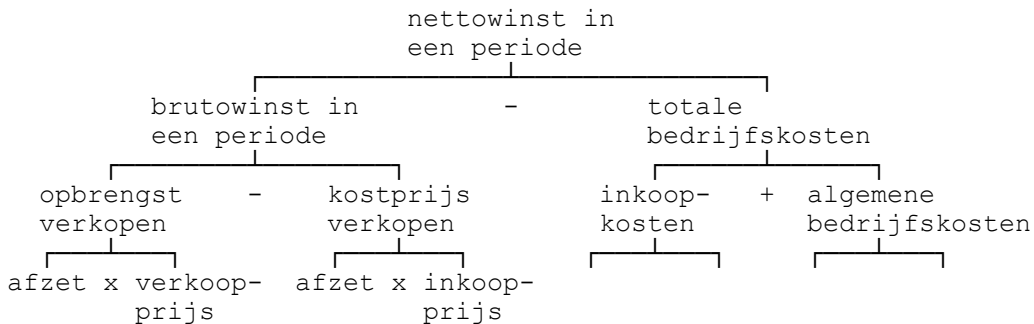
Telefoon privé: 071 - 5726211.

E-mail: mail@fons-vernooij.nl

Homepage: www.fons-vernooij.nl

APPENDIX

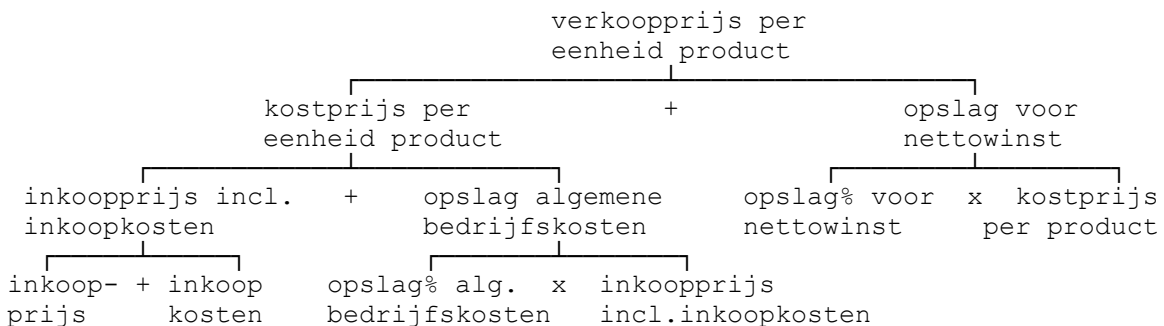
Schema 1: De boekhoudkundige benadering van de nettowinstberekening in een handelsonderneming (aangeduid als model B)



Vragen uit subtest 1 van de test Kennis van Handelingsvoorschriften. Het antwoord op elke vraag is van onder naar boven uit het schema af te lezen:

- Hoe berekent een handelaar doorgaans de kostprijs verkopen?
- Hoe berekent een handelaar doorgaans de opbrengst verkopen?
- Hoe berekent een handelaar doorgaans de brutowinst in een periode?
- Hoe berekent een handelaar doorgaans de nettowinst in een periode?

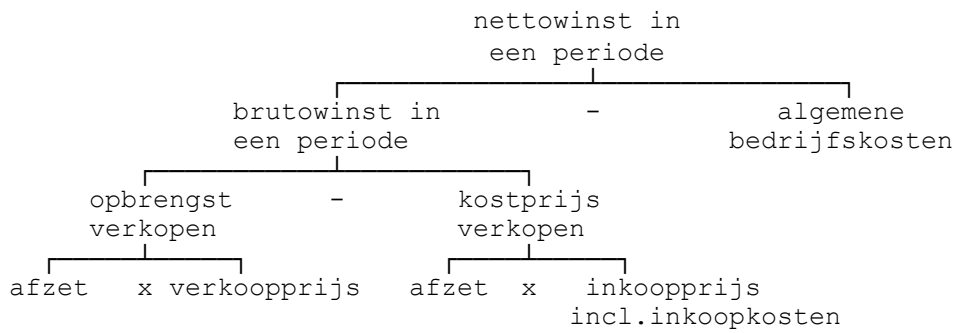
Schema 2: De berekening van de verkoopprijs volgens de calculatorische benadering (aangeduid als model C)



Vragen uit subtest 2 van de test Kennis van Handelingsvoorschriften. Het antwoord op elke vraag is van onder naar boven uit het schema af te lezen:

- Hoe berekent een handelaar doorgaans de kostprijs van een product?
- Hoe berekent een handelaar doorgaans de verkoopprijs van een product?
- Hoe berekent een handelaar doorgaans de opslag nettowinst per product?
- (Vraag gericht op een ander model)

Schema 3: Een alternatieve benadering van de nettowinstberekening in een handelsonderneming (aangeduid als model A)



Schema 4: Een alternatieve benadering van de berekening van de verkoopprijs (eveneens aangeduid als model A)

