

HOOFDSTUK 8

DIMENSIELOOS DENKEN

Uit de resultaten die in hoofdstuk 6 en 7 beschreven staan, komt met grote regelmaat naar voren dat leerlingen problemen hebben met het maken van onderscheid tussen periodegrootheden en productgrootheden. Veel leerlingen hanteren de economische grootheden alsof zij geen dimensie hebben, c.q. alsof de dimensie van ondergeschikt belang is bij het ontwikkelen van een notie over de betekenis van een grootheid. Zij maken bij voorbeeld geen onderscheid tussen brutowinst per periode en opslag brutowinst per product.

Andere leerlingen veronderstellen zonder meer dat periodegrootheden parallel gedefinieerd zijn aan productgrootheden. Zij gaan voorbij aan het contextgebonden karakter van grootheden en negeren het bestaan van disciplines met elk hun eigen woordgebruik. Dit uit zich bij voorbeeld in het handelingsvoorschrift *kostprijs verkopen = afzet x kostprijs per product*. Beide overwegingen zijn aanleiding dieper in te gaan op de wijze waarop de onderzochte leerlingen uit 4 HAVO omgaan met de dimensies.

De doelstelling van dit hoofdstuk is na te gaan of de instructiewijze van invloed is op de ontwikkeling van de juiste noties over economische grootheden. Verwacht mag worden dat expliciet onderwijs in conceptuele modellen leidt tot beter onderscheid tussen periodegrootheden en productgrootheden. Dit leidt tot de onderzoekshypothese dat de leerlingen uit de experimentele groep minder dimensiefouten maken dan de leerlingen uit de controlegroep. De bijpassende nulhypothese luidt dat er geen verschil is tussen de twee groepen.

8.1 Vier kwaliteiten van economische grootheden

In dit onderzoek is de term kostprijs in twee betekenissen onderzocht. De eerste betreft de Kostprijs Verkopen in een handelsonderneming en de tweede de kostprijs als basis voor de verkoopprijs, eveneens in een handelsonderneming. In hoofdstuk 1 zijn voorbeelden gegeven van examenopgaven waarin ook andere betekenissen van de term kostprijs naar voren komen.

In de externe verslaggeving hanteert men de term 'kostprijs van de omzet' en bij de fabrieksboekhouding de 'standaardkostprijs'. Een confrontatie van de grootheid 'kostprijs verkopen' met de grootheid 'kostprijs van de omzet' was ook mogelijk geweest, evenals een confrontatie van de 'kostprijs bij een handelsonderneming' met de 'standaardkostprijs bij de fabrieksboekhouding'. Dat had een problematiek aan het licht gebracht die vergelijkbaar is met de onderzochte problematiek.

Bij de vaststelling welke betekenis van 'kostprijs' in een bepaald vraagstuk bedoeld wordt, spelen vier soorten criteria een rol. Deze brengen onderscheid aan tussen de varianten van de term kostprijs:

- het onderscheid naar dimensie: per product, per partij, per gedateerde periode en per ongedateerde periode;
- het onderscheid naar discipline: boekhoudkundig, calculatorisch, vanuit de externe verslaggeving;
- het onderscheid naar tijdsperspectief: voorcalculatorisch of nacalculatorisch;
- het onderscheid naar bedrijfstype.

De leerling die uitroept (zie hoofdstuk 6, leerling 4): "Dit hoort niet in de kostprijs, want dit zijn eigenlijk kosten", heeft volkomen gelijk mits deze leerling daarbij aangeeft:

- dat het gaat om de kostprijs van de verkopen in een periode,
- bekeken vanuit de boekhoudkundige benadering,
- vanuit nacalculatorisch tijdsperspectief
- en geplaatst in een handelsbedrijf.

Op basis van de vier genoemde criteria is het mogelijk een grootheid te karakteriseren. Indien een karakterisering ontbreekt kunnen defaultwaarden gebruikt worden om de open einden van het begrip in te vullen. De deskundige kan deze defaultwaarden kiezen op basis van zijn ervaringen met het begrip uit het verleden. Zo is de term brutowinst in dit onderzoek vooral aan bod gekomen met de volgende defaultwaarden:

Bedrijfstype:	handelsonderneming
Tijdsperspectief:	nacalculatorisch
Dimensie:	per periode
Discipline:	
Boekhoudkundig:	<i>opbrengst verkopen - kostprijs verkopen - kortingen</i>
Calculatorisch:	<i>omzet - inkoopwaarde omzet - directe inkoopkosten</i>
Break-even aanpak:	<i>omzet - inkoopwaarde omzet - kortingen</i>

De term brutowinstopslag dient echter de navolgende begripsdefinitie te activeren met de genoemde defaultwaarden:

Bedrijfstype:	handelsonderneming
Dimensie:	per product
Indien discipline is:	boekhoudkundig
dan is het tijdsperspectief:	nacalculatorisch: <i>verkoopprijs - inkoopprijs - korting</i>
Indien discipline is:	calculatorisch
dan is het tijdsperspectief:	voorcalculatorisch: <i>verkoopprijs - inkoopprijs - directe inkoopkosten</i>
of:	<i>b.w. percentage x (inkoopprijs + dir. inkoopkosten)</i>
of:	<i>b.w. percentage x verkoopprijs</i>
Indien discipline is:	break-even aanpak
dan is het tijdsperspectief:	voorcalculatorisch: <i>b.w. percentage x (verkoopprijs - korting)</i>

De complexiteit van het bedrijfseconomische begrippenapparaat krijgt onvoldoende aandacht in de formulering van het eindexamenprogramma (ACLO-ER, 1981; Ginjaar-Maas, 1984). Ook in de concretisering van de eindtermen Bedrijfseconomie HAVO/VWO die door het bestuur van de sectie Bedrijfseconomie van de Vereniging van Economieleraren is opgesteld, ontbreekt een visie op de tegenstrijdigheden in het bedrijfseconomische begrippenkader (VECON, in voorbereiding).

In het fragment over 'Inleidende kostenbegrippen' staat te lezen als concrete uitwerkingen van de globale doelstellingen:

- 2.1.01 Omschrijven van het begrip kosten.
- 2.1.02 Omschrijven van het begrip constante en variabele kosten.
- 2.1.03 Omschrijven van het begrip kostprijs.
- 2.1.04 Omschrijven van het begrip inkoopprijs.
- 2.1.05 Omschrijven van het begrip verkoopprijs.
- 2.1.06 Omschrijven van het begrip brutowinst.
- 2.1.07 Omschrijven van het begrip nettowinst.

Deze eindtermen zijn op een te hoog abstractieniveau geformuleerd. Er is bij voorbeeld niet aangegeven welk van deze grootheden als periodegrootheden aangemerkt moeten worden en welke als productgrootheden. Exacter gezegd, er staat niet aangegeven dat leerlingen onderscheid moeten leren maken tussen periodegrootheden en productgrootheden, en ook niet dat ze onderscheid moeten leren maken tussen voorcalculatorische berekeningen en nacalculatorische grootheden.

De formulering van de 'concrete uitwerking' sluit aan op het dimensieloze denken van de leerlingen en suggereert bovendien dat de leerlingen inderdaad in staat zijn de gevraagde omschrijvingen eenduidig te geven. Alleen al voor het begrip 'brutowinst' zijn achttien omschrijvingen gegeven in hoofdstuk 6. En deze serie is uit te breiden met varianten van brutowinst in de betekenis van 'brutowinst per partij', 'verkoopresultaat' en 'contribution margin'.

Zinvoller zou het zijn de economische grootheden in te kaderen aan de hand van de beschreven criteria en aan te geven in welke situatie welke handelingsvoorschriften verwacht worden. Consistente conceptuele modellen voor duidelijk herkenbare situaties dienen vastgesteld te zijn voordat een opsomming volgt van grootheden die de leerlingen moeten omschrijven.

Expliciete aandacht voor de vier genoemde kwaliteiten van economische grootheden is nodig, mede omdat de beschrijving niet compleet is. Nadere invulling van de vier genoemde kwaliteiten is mogelijk. Zo kan bijvoorbeeld binnen het onderscheid naar het tijdsperspectief de volgende differentiatie gemaakt worden. De brutowinst van een periode kan op realistische wijze *nacalculatorisch* vastgesteld worden, maar kan ook *speculatief nacalculatorisch* worden benaderd.

Een ondernemer kan zich ook afvragen hoe groot de brutowinst geweest zou zijn als ... Zo kan ook *voorcalculatorisch* een realistische inschatting gemaakt worden hoe groot de brutowinst zal zijn bij aanname van de meest waarschijnlijke waarden van de diverse

grootheden uit het handelingsvoorschrift. Maar een ondernemer kan ook *speculatief voorcalculatorisch* redeneren door zich af te vragen hoe groot de brutowinst zal worden als ... Dit onderscheid leidt tot een stelsel van kwalificaties als ,gerealiseerde', ,niet behaalde', ,verwachte', ,mogelijke' en synoniemen daarvoor.

Het dilemma dat hieruit voortvloeit, is niet alleen een economische probleem, maar ook een taalkundig probleem. Volledig correcte omschrijvingen zijn zo uitvoerig dat ze onpraktisch zijn. Dat is een aanleiding om kwalificaties die vanuit de context vanzelfsprekend zijn weg te laten. Dit leidt tot de ontwikkeling van voorstellingen die zijn opgebouwd uit grootheden ,met een open eind'.

De invulling van de open einden moet gebeuren tijdens het interpreteren van een tekst. Het op correcte wijze toevoegen van de verzwegen kwalificaties is echter een vaardigheid die de deskundige onderscheidt van de beginner. Het leren elimineren en het leren toevoegen van kwalificaties zijn daarmee vaardigheden die expliciet onderwerp van instructie kunnen zijn.

8.2 Het deelonderzoek kaartsorteren

Ten einde aanvullende informatie te verkrijgen over de algemene mentale voorstellingen die leerlingen ontwikkelen over de berekening van de kostprijs en de nettowinst is een kaartsorteringsexperiment ontworpen waarop de afzonderlijke procedures zijn uiteengelegd in handelingsvoorschriften. Elk conceptueel model dat in het voorafgaande is behandeld, is vertaald in een serie van vijf of zes kaartjes die gezamenlijk het model weergeven.

Elk model ging ook vergezeld van enkele kaartjes met onjuiste handelingsvoorschriften die karakteristiek zijn voor de mentale voorstellingen die leerlingen kunnen ontwikkelen. Aan leerlingen uit de experimentele groep en uit de controlegroep is gevraagd de kaartjes te sorteren. In deelrapport 6 (Vernooij, 1993) is een volledig overzicht van het bestand aan kaartjes opgenomen.

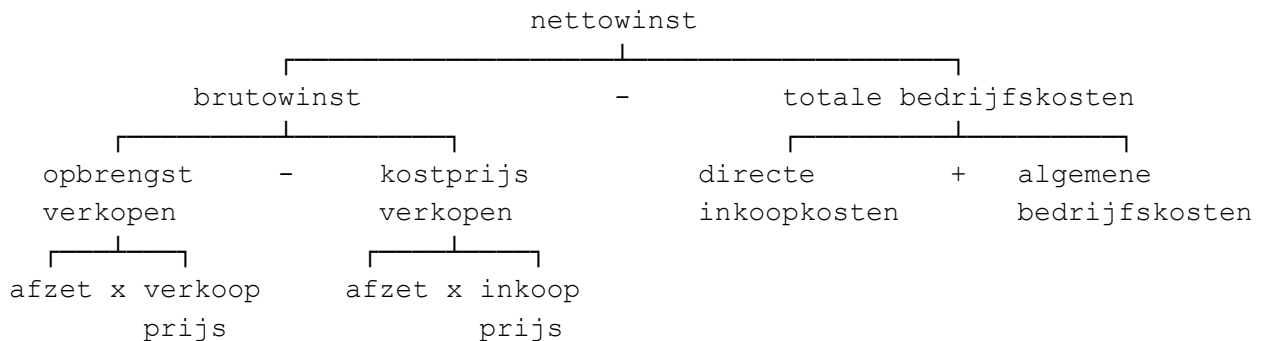
8.2.1 Inleiding

De *vraagstelling van het deelonderzoek kaartsorteren* bestond uit de eerste twee vragen van het empirisch onderzoek (zie hoofdstuk 7). De doelstelling was om met behulp van een kaartsorteringstest een beeld te krijgen van de wijze waarop leerlingen mentale voorstellingen ontwikkelen over de conceptuele modellen die zij aangeboden krijgen.

De techniek om een kaartsysteem te gebruiken is ontleend aan Chi, Feltovich and Glaser (1981). Zij vonden met behulp van een systeem van kaartjes waarop verschillende probleemsituaties beschreven staan, dat experts andere criteria hanteren om de kaartjes te ordenen dan beginners.

Alle vijf conceptuele modellen uit hoofdstuk 23 van het Basisboek van Hoogheid en Fuchs (1987) zijn vastgelegd op kaartjes. Elk kaartje bevat één handelingsvoorschrift. Aan het boekhoudmodel (schema 8.1) zijn bij voorbeeld vijf kaartjes ontleend.

Schema 8.1. Model B: Het conceptuele model van de berekening van de nettowinst in een periode volgens de boekhoudkundige benadering, exclusief de korting.



k13/B: $\text{nettowinst} = \text{brutowinst} - \text{totale bedrijfskosten}$

k12/B: $\text{brutowinst} = \text{opbrengst verkopen} - \text{kostprijs verkopen}$

k48/B: $\text{opbrengst verkopen} = \text{afzet} \times \text{verkoopprijs}$

k29/B: $\text{kostprijs verkopen} = \text{afzet} \times \text{inkoopprijs}$

k46/B: $\text{totale bedrijfskosten} = \text{directe inkoopkosten} + \text{algemene bedrijfskosten}$

Op de kaartjes stond niet de code B vermeld, maar wel het nummer. Deze nummers zijn a-select toegekend. De bedoeling van de test is dat de leerlingen eerst de kaartjes bij elkaar zoeken die één model vormen en dat ze vervolgens de kaartjes in een formatie leggen die overeen komt met het schema.

Op basis van de resultaten van de pilot-studie in 5 VWO zijn ook kaartjes toegevoegd, die als afleiders dienst doen. Deze foutieve kaartjes bevatten handelingsvoorschriften die uitdrukking geven aan mentale voorstellingen die afwijken van de aangeboden conceptuele modellen. Zo was een aantal kaartjes toegevoegd met onjuiste handelingsvoorschriften om de kostprijs verkopen en de kostprijs per product te berekenen.

Foutieve kaartjes zijn o.a.:

k39/B: $\text{kostprijs verkopen} = \text{afzet} \times (\text{inkoopprijs} + \text{DI p.e.p.})$

k26/A: $\text{kostprijs verkopen} = \text{inkoopwaarde van de omzet} + \text{DI}$

k03/B: $\text{kostprijs verkopen} = \text{afzet} \times \text{kostprijs p.e.p.}$

k05/C: $\text{kostprijs} = \text{inkoopprijs} + \text{DI p.e.p.}$

8.2.2 Opzet en beoordeling

Proefpersonen

Het onderzoek vond plaats onder 36 leerlingen, waarvan 18 afkomstig uit de experimentele conditie en 18 uit de controleconditie. Om de buitenexperimentele factoren (Janssens, 1989), zoals de invloed van de docent en de sfeer in de klas zoveel mogelijk onder controle te houden, is als een van de selectiecriteria gesteld dat zes leerlingen per klas gekozen zouden worden. Voorts is de factor 'wiskunde A' of 'wiskunde B' in het pakket als controlevariabele

opgenomen door de helft van de leerlingen te kiezen uit leerlingen met wiskunde A in het pakket en de andere helft uit leerlingen met wiskunde B.

Leerlingen met zowel A als B zijn buiten het onderzoek gelaten. Binnen de klassen zijn de leerlingen a-select gekozen door in alfabetische volgorde (vanaf Z teruggelend) de leerlingen uit de namenlijst te halen. Alle op deze wijze geselecteerde leerlingen waren bereid om deel te nemen aan het kaartsorteren. Tijdens het onderzoek is bij een van de controlescholen één leerling met wiskunde B afgevallen wegens ziekte en bij de experimentele scholen is één leerling met wiskunde A afgevallen om dezelfde reden. De overige proefpersonen hebben op het vereiste tijdstip de toetsen afgelegd.

Materialen

Het bestand aan kaarten voor het kaartsorteringsexperiment is in twee versies ontwikkeld. De eerste versie bestond uit 55 kaartjes die fragmenten van berekeningen bevatten die letterlijk opgetekend waren vanuit hoofdstuk 23 uit het tekstboek en het opgavenboek. Verschillende soorten opdrachten zijn uitgetoetst, uiteenlopend van gerichte opdrachten om bepaalde berekeningen uit te voeren tot de vrije opdrachten naar eigen inzicht stapeltjes te vormen van de kaarten.

De inconsistenties in de tekst van het theorieboek maakten het eerste bestand aan kaarten echter onoverzichtelijk. Na enkele testen bij leerlingen en vakdidactici is het eerste bestand kaarten voorgelegd aan drie docenten die gingen participeren in het lesprogramma conform de experimentele conditie. Zij kregen gericht de vraag voorgelegd om gezamenlijk de conceptuele modellen te formuleren die zij reeds in het schriftelijk materiaal in schemavorm hadden gezien. Toen hen dat niet binnen anderhalf uur gelukte, is besloten een nieuwe versie te ontwikkelen.

Vanuit de herschreven versie van hoofdstuk 23 is een nieuw bestand aan kaartjes geformuleerd op basis van consistente conceptuele modellen. Aanvankelijk bestond dit tweede bestand uit 56 kaartjes, maar om de complexiteit verder te beperken is het bestand teruggebracht tot 47 kaartjes plus 1 informatiekaartje en 3 opdrachtenkaartjes. Het bestand is in twaalfvoud uitgeschreven en opnieuw getest bij een groep van 8 leerlingen die in oktober hadden meegenomen aan het pilot-onderzoek in 5 VWO. Vier leerlingen kregen een vrije opdracht en vier een gerichte opdracht.

Gezien de wisselende resultaten die zelfs bij de gerichte opdracht ontstonden, is besloten de leerlingen uit 4 HAVO gerichte opdrachten te geven. De formulering van de opdrachten was zodanig dat niet expliciet gevraagd werd om meer dan één model van de berekening nettowinst en meer dan één model van de berekening verkoopprijs vast te leggen. Indien leerlingen onderkennen dat er meer correcte conceptuele modellen naast elkaar bestaan, kunnen zij extra punten behalen door meer kaartsorteringen neer te leggen.

Procedure

Het onderzoek met het kaartsorteren was opgezet als experimenteel onderzoek parallel aan het hoofdonderzoek. Alle leerlingen hebben deelgenomen aan het hoofdonderzoek en dus de instructies gevolgd conform de beschrijving in hoofdstuk 7. Net als het hoofdonderzoek is de kaartsorteringstest opgezet als een dubbel pretest - posttest control group design, dat

is een opzet met een experimentele groep en een controlegroep waarbij driemaal een toets wordt afgenomen.

De voortoets vond plaats voor aanvang van de behandeling van paragraaf 23.1. De tweede meting vond plaats na afronding van paragraaf 23.1 op dezelfde dag als de klassikale natoets van het hoofdonderzoek. Deze meting gold tevens als voortoets voor de behandeling van paragraaf 23.2. De derde meting vond plaats na afsluiting van paragraaf 23.2 met de laatste klassikale toets.

Ondanks het grote aantal kaartjes met handelingsvoorschriften hebben de leerlingen steeds een identieke set voorgelegd gekregen. Alle series kaarten zijn in identieke volgorde genummerd. Na elke ronde werden de kaartjes gesorteerd op nummer zodat elke leerling in elke ronde de kaartjes in dezelfde volgorde aantrof. Te verwachten was dat de eerste ronde voor alle leerlingen onbevredigend zou verlopen aangezien zij vele kaartjes niet konden herkennen op basis van reeds opgedane kennis. Alle leerlingen is meegedeeld dat zij deze kaartjes op de stapel overbodige kaartjes konden leggen.

De kaartsorteringstest is niet opgezet als een tijdttest. Tijdens de testfase bleek dat leerlingen twintig tot veertig minuten nodig hadden om de kaartjes te sorteren en te rangschikken. Tijdens het onderzoek was geen van de leerlingen langer dan 40 minuten bezig. Alle leerlingen hebben dezelfde schriftelijke instructies ontvangen over de wijze waarop de gevraagde rangschikkingen op een formulier genoteerd dienden te worden.

Eén leerlinge uit de experimentele groep was niet in staat het kaartsorteren na schooltijd uit te voeren, zodat tweemaal is uitgeweken naar een uur vroeg in de ochtend. Deze uitzonderingspositie is tevens benut door de leerlinge te vragen het kaartsorteren hardopdenkend uit te voeren zodat een bandopname gemaakt kon worden van het denkproces. In paragraaf 8.4 volgen enkele resultaten van dit protocol.

De hypothese

De veronderstelling, die ten grondslag ligt aan dit experimentele onderzoek, is dat leerlingen die correcte mentale voorstellingen ontwikkeld hebben tijdens de instructiefase, beter in staat zijn tot selectie van de kaartjes dan leerlingen die geen correcte mentale voorstellingen hebben ontwikkeld. Dit leidt tot de verwachting dat leerlingen uit de experimentele groep meer correcte kaartjes bijeen leggen en minder onjuiste kaartjes gebruiken dan leerlingen uit de controlegroep.

De onderzoekshypothese luidt:

Leerlingen uit de experimentele groep zullen hogere scores behalen voor de volledigheid en correctheid van de modellen dan leerlingen uit de controlegroep.

De nulhypothese die aan statistische toetsing onderworpen zal worden, luidt dat er geen verschil is tussen de groepen. Als het groepsgemiddelde van de experimentele groep significant hoger is dan het groepsgemiddelde van de controlegroep, zal dit opgevat worden als een relevant verschil tussen de twee groepen.

Scoring en normering van het materiaal

De eerste opdracht aan de leerlingen was de genummerde kaartjes te verdelen over vier stapeltjes:

- kaartjes nodig voor de berekening van de nettowinst,
- kaartjes nodig voor de berekening van de verkoopprijs,
- foutieve kaartjes en
- overbodige kaartjes.

Vervolgens dienden zij de kaartjes voor de berekening van de nettowinst zodanig te ordenen op tafel dat de samenhang tussen de kaartjes naar voren kwam. Ook de kaartjes voor de berekening van de verkoopprijs dienden geordend te worden. Ten slotte dienden zij de gevonden samenhang te noteren op een vel papier, op zodanige wijze dat een reconstructie van de kaartverdeling mogelijk was. Ook de nummers van de foutieve kaartjes en de onnodige kaartjes dienden zij te noteren.

Scoring van het materiaal vond plaats door 1 punt toe te kennen per correct kaartje. Indien leerlingen bij de berekening van de nettowinst en/of de verkoopprijs kaartjes aaneengesloten hadden die betrekking hebben op verschillende modellen, is het model waarvan de meeste kaartjes werden aangetroffen als normeringsbasis gekozen. De kaartjes die niet bij deze normeringsbasis pasten zijn als incorrecte kaartjes aangemerkt en kregen elk een strafpunt. De totaalscore ontstond door de strafpunten in mindering te brengen op de punten voor correcte kaartjes.

Dit systeem is ook toegepast bij de honorering voor de foutieve kaartjes. Elk foutief kaartje dat terecht genoteerd stond bij de stapel 'foutieve kaartjes' kreeg 1 punt. Alle andere kaartjes die op de stapel 'foutieve kaartjes' terecht kwamen, kregen een strafpunt. De kaartjes die op de stapel 'overbodig' terecht kwamen, werden niet gehonoreerd. De totaalscore ontstond uit de somming van de score voor de berekening nettowinst, de berekening verkoopprijs en de score voor de foutieve kaartjes.

8.2.3 De resultaten**Betrouwbaarheid van de Kaartvariabelen**

De kaartsorteringstest heeft een experimenteel karakter. Zij bestaat niet uit een aantal items die hetzelfde testen, waardoor de betrouwbaarheidstesten die bij de andere testen uit het hoofdonderzoek zijn uitgevoerd, niet toepasbaar zijn. Ook is de test afgenomen bij een kleine groep leerlingen.

Overwogen is om in de eerste en tweede ronde alleen de modellen B (boekhoudmodel) en A (alternatieve model) aan de leerlingen voor te leggen, maar daardoor zouden de resultaten niet meer vergelijkbaar zijn met de derde ronde. Om die reden hebben de leerlingen driemaal dezelfde set kaarten voorgelegd gekregen. De keuze werd daardoor vanaf de eerste ronde erg groot, hetgeen de dilemma's bij de leerlingen deed toenemen. Ook dit draagt bij aan de relativering van de resultaten. De resultaten dienen dus met de nodige terughoudendheid geïnterpreteerd te worden.

Er is nog een factor die de betrouwbaarheid van het experiment kaartsorteren beperkt. De opzet van het onderzoek is gebonden geweest aan een didactische keuze die niet voor de hand ligt bij het ontwikkelen van een experiment in het sorteren van kaarten. Zoals eerder uiteengezet heeft het onderzoek betrekking op een hoofdstuk uit het boek van Hoogheid & Fuchs waar drie conceptuele modellen voor de berekening van de brutowinst en de nettowinst door elkaar worden gebruikt.

In het tweede model verschilt de brutowinstnotie van het eerste model. In het derde model worden de begrippen uit het tweede model gebruikt, terwijl de brutowinstnotie uit het eerste model in gebruik is. Uit het hoofdonderzoek is inmiddels gebleken dat de leerlingen in 4 HAVO veel problemen hebben met het naast elkaar hanteren van deze drie conceptuele modellen.

Verdeling van de Kaartvariabelen

De score gaf een redelijk normale verdeling, zodat parametrische testen gebruikt kunnen worden om na te gaan of eventuele verschillen significant zijn.

Score op de Kaartvariabelen

In totaal hebben 34 leerlingen van de 36 leerlingen driemaal de kaartjes gesorteerd. Hiervan zijn 108 protocollen opgemaakt waarin de kaartsorteringen zijn gereconstrueerd. Het totaalbeeld van de resultaten is weergegeven in tabel 8.1.

Tabel 8.1 Resultaten van het experiment kaartsorteren

	EG		CG		TG		F(1,1) P≤		t(32) P≤	
	gem.	s.d.	gem.	s.d.	gem.	s.d.				
ronde 1	-7.9	6.5	-7.1	6.4	-7.5	6.3	1.03	0.95	0.37	0.71
ronde 2	-1.9	8.6	-2.2	7.0	-2.1	7.7	1.48	0.44	-0.13	0.90
ronde 3	-2.5	9.2	0.1	9.5	-1.2	9.3	1.08	0.88	0.83	0.42

EG: experimentele groep; CG: controlegroep; TG: totale groep.

F(1,1): de verhouding tussen de varianties van de EG en de CG met de kans dat zij tot dezelfde populatie behoren;

t(32): t-waarde bij 32 vrijheidsgraden met de kans dat de groepen tot dezelfde populatie behoren.

De resultaten van de drie ronden vertonen een wisselend beeld. In de tweede ronde treedt voor zowel de experimentele groep als de controlegroep een verbetering op in het gemiddeld aantal behaalde punten. In de derde ronde komt de experimentele groep iets lager uit dan in de tweede ronde, terwijl de controlegroep beter scoort. In beide gevallen is het verschil echter niet significant. In tabel 8.2 is aangegeven hoe de saldoscree van de totale groep is opgebouwd.

Tabel 8.2 Opbouw van de saldoscoring

	correct:		incorrect:		saldoscoring:		min.	max.
	gem.	s.d.	gem.	s.d.	gem.	s.d.		
ronde 1	9.6	3.2	17.1	6.1	-7.5	6.3	-21	+ 8
ronde 2	13.2	5.0	15.3	6.0	-2.1	7.7	-16	+14
ronde 3	14.3	5.3	15.5	5.8	-1.2	9.3	-18	+13

De term correct duidt op kaartjes die correct zijn neergelegd in het model dat de leerling benoemde.

De term incorrect duidt op kaartjes die niet thuis hoorden in het model dat de leerling bij het stapeltje kaartjes noteerde.

Conclusies

De onderzoekshypothese voor de kaartsorteringstest luidde:

Leerlingen uit de experimentele groep zullen hogere scores behalen voor de volledigheid en correctheid van de modellen dan leerlingen uit de controlegroep.

De bijpassende nulhypothese luidde dat de experimentele groep geen hogere score zou behalen. Uit de resultaten komt naar voren dat er geen aanleiding is de nulhypothese te verwerpen om daarmee de onderzoekshypothese te accepteren. De verschillen tussen de twee groepen zijn niet significant. De conclusie is dat uit dit kaartsorteringsonderzoek niet direct een antwoord komt op de tweede onderzoeksvraag uit het hoofdonderzoek.

Het feit dat de leerlingen gemiddeld genomen meer incorrecte dan correcte kaartjes bijeen brachten, geeft aan dat zij geen duidelijke mentale voorstelling ontwikkeld hebben van het samenstel van conceptuele modellen dat hen is aangeboden. Dit uitte zich onder andere in het feit dat weinig leerlingen onderkenden dat meerdere modellen beschikbaar waren.

De verwachting was dat leerlingen die onderkenden dat er verschillende concurrerende conceptuele modellen waren, uit zichzelf tot verschillende kaartformaties zouden komen. Die verwachting is niet uitgekomen. In de tweede ronde hebben twee leerlingen uit de experimentele groep twee formaties voor de berekening van de verkoopprijs neergelegd. In de derde ronde waren het vier leerlingen, twee uit de experimentele groep en twee uit de controlegroep. Ook docenten die de test kaartsortering hebben uitgevoerd, beperkten zich tot een enkel model voor de verkoopprijs en een enkel model voor de nettowinst.

De tweede vraag van het empirisch onderzoek luidde:

In hoeverre is het mogelijk om met behulp van expliciete instructies over het aanpakken van problemen, leerlingen in staat te stellen tot het ontwikkelen van algemene mentale voorstellingen die een correcte weerspiegeling zijn van de aangeboden conceptuele modellen?

Het antwoord dat vanuit de kaartsorteringstest op deze vraag gegeven kan worden, is negatief. Weinig leerlingen kwamen tot kaartsorteringen die een correcte weerspiegeling zijn van de aangeboden conceptuele modellen.

Als de leerlingen niet antwoordden conform de verwachting, rijst de vraag wat ze dan wel antwoordden. Dat zou een bijdrage kunnen leveren aan het antwoord op de eerste onderzoeksvraag uit het hoofdonderzoek.

Deze luidde:

Welke algemene mentale voorstellingen ontwikkelen leerlingen uit 4 HAVO als reactie op het samenstel van conceptuele modellen dat hen wordt aangeboden om vraagstukken over de berekening van de kostprijs en de nettowinst op te lossen?

Bij het kaartsorteren kwamen enkele aspecten van de mentale voorstellingen naar voren die niet op andere wijze naar voren hadden kunnen komen. Bij een vraagstuk wordt de leerling gedwongen een keuze te maken uit de beschikbare handelingsvoorschriften ten einde daar een procedure van de construeren die al dan niet correct is. Hoe de leerlingen de diverse handelingsvoorschriften ten opzichte van elkaar wegen, komt niet tot uiting. Het experiment met het kaartsorteren geeft daar wel enige indicatie over.

8.2.4 Nadere analyse van de resultaten

Dimensies en synoniemen

In de testfase van het experiment kaartsorteren kwam naar voren dat de modellen die de leerlingen samenstelden aan de hand van twee criteria zijn te ordenen. Het eerste criterium betreft het al dan niet hanteren van de dimensie als onderscheidingscriterium tussen kaartjes. Het betreft dan met name het onderscheid tussen periode-grootheden en product-grootheden. Een deel van de leerlingen hield geen rekening met dit fundamentele onderscheid en formeerde daardoor *dimensieloze* modellen. De modellen die wel rekening houden met dit onderscheid, zullen *dimensieconsistente* modellen genoemd worden.

Bij alle deelnemers aan het experiment kaartsorteren is geteld hoe vaak zij dimensieloze en hoe vaak zij dimensieconsistente modellen ontwikkelden. Van een model is sprake zodra twee of meer kaartjes als aansluitende fragmenten in een berekening worden aangemerkt. Van dimensieloos is sprake zodra in een model minimaal één kaartje met periodegroot-heden voorkomt en tegelijk minimaal één kaartje met productgroot-heden. De resultaten staan weergegeven in tabel 8.3.

De trend in beide groepen is een verschuiving van dimensieloze modellen naar dimensieconsistente modellen. De verschuiving is bij de experimentele groep het sterkste waar te nemen, maar de aantallen leerlingen zijn te gering om significante verschillen te kunnen constateren.

Tabel 8.3 Keuze voor dimensieconsistente of dimensieloze tabellen, uitgedrukt in aantal gekozen modellen en percentage van het totaal aantal modellen

	experimentele groep:				controlegroep:			
	dimensie consistent		dimensie- loos		dimensie consistent		dimensie- loos	
1e ronde:	9	36%	17	64%	12	33%	25	70%
2e ronde:	19	48%	18	51%	16	43%	21	57%
3e ronde:	20	55%	16	44%	16	46%	19	54%

De tendens die in tabel 8.3 tot uiting komt, is dat de leerlingen uit de experimentele groep een sterker bewustzijn ontwikkelen over het belang van dimensies bij de definiëring van grootheden. In de paragrafen 8.4 en 8.5 volgt voor de testen Kennis van Handelingsvoorschriften en Kennis van Procedures een beschrijving van de verschillen tussen de leerlingen uit de gehele experimentele groep en de gehele controlegroep met betrekking tot de hantering van de dimensies.

Het tweede criterium waarmee de modellen zijn te ordenen betreft het al dan niet vorm geven van *enkelvoudige* of *meervoudige* modellen. Bij meervoudige modellen hebben de leerlingen kaartjes als synoniemen aangemerkt, die dat niet zijn. Modellen zijn als meervoudig geteld zodra een leerling twee kaartjes als synoniemen aanmerkte terwijl er geen sprake was van synonymie.

Aanvankelijk is in de experimentele groep een duidelijke verbetering waarneembaar (tabel 8.3). Na introductie van het derde model om de nettowinst te berekenen is bij beide groepen een terugval te constateren (zie tabel 8.4). De introductie van het derde conceptuele model leidde niet tot een betere weerspiegeling maar tot meer verwarring.

Overigens kwam de auteur van het leerboek in een kaartsorteringstest met de oude kaarten uit het onderzoek eveneens tot een meervoudig model, daar waar het de handelingsvoorschriften voor de boekhoudkundige en de calculatorische benadering betrof.

Tabel 8.4 Keuze voor enkelvoudige of meervoudige modellen, uitgedrukt in aantal gekozen modellen en percentage van het totaal aantal modellen

	experimentele groep:				controlegroep:			
	enkelvoudig		meervoudig		enkelvoudig:		meervoudig:	
1e ronde:	10	40%	16	60%	22	60%	15	40%
2e ronde:	22	58%	15	42%	23	62%	14	38%
3e ronde:	17	46%	19	54%	19	54%	16	46%

Op basis van de tweedelingen is een kruistabel te formeren. Uit de opbouw van deze kruistabel (tabel 8.5) komt een duidelijke trend naar voren waarbij de keuze voor een dimensieconsistent model een sterke samenhang vertoont met de keuze voor een enkelvoudig model. Leerlingen die geen onderscheid maken tussen periodegrootheden en

productgrootheden ontwikkelen een mentale voorstelling waarbij parallelle handelingsvoorschriften als synoniemen worden gezien.

Tabel 8.5 Kruistabel van de keuzes voor enkelvoudig versus meervoudige modellen en dimensieconsistente versus dimensieloze modellen

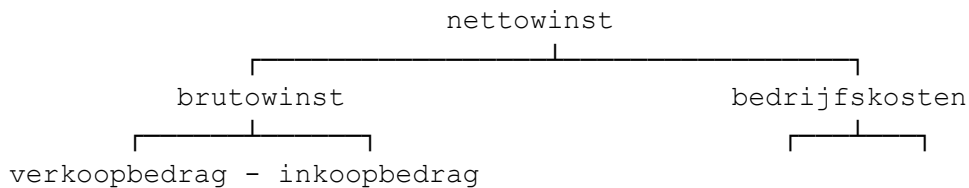
		experimentele groep:		controlegroep:	
		dimensie consistent	dimensie loos	dimensie consistent	dimensie loos
1e ronde:	enkelvoudig	9	1	11	11
	meervoudig	0	16	1	14
2e ronde:	enkelvoudig	16	6	13	10
	meervoudig	3	12	3	11
3e ronde:	enkelvoudig	13	4	14	5
	meervoudig	7	12	2	14

Uit deze inventarisering is een voorzichtige conclusie te trekken. Een aantal leerlingen ontwikkelt een mentale voorstelling dat één abstractieniveau hoger ligt dan functioneel is. Zij formeren mentale voorstellingen op basis van *trefwoorden*.

De kwalificatie 'per product' of 'per periode' wordt als onbetekenend gezien ten opzichte van andere kenmerken van de grootheid.

Ook grootheden die in verschillende conceptuele modellen een andere invulling krijgen, worden een abstractieniveau hoger getild door van deze verschillen te abstraheren. Een verklaring voor deze benadering zou kunnen zijn dat deze leerlingen de berekening nettowinst en de berekening verkoopprijs opvatten als een model waarbinnen je niet de getalswaarden verwisselen kunt, maar de handelingsvoorschriften.

Modellen van trefwoorden zijn geen conceptuele modellen waarvan de grootheden afzonderlijk met getallen zijn te vullen, maar zij bieden een structuur van basisconcepten, die gevuld wordt met concepten c.q. handelingsvoorschriften. De basisconcepten zijn dimensieloos. Het verlenen van dimensies en kwalificaties zou dan een manier zijn om een basisconcept te concretiseren tot een gewone grootheid. Een voorbeeld van een dergelijk model van trefwoorden is te vinden in schema 8.2.

Schema 8.2 Voorbeeld model van trefwoorden**Legenda: terminologie basisconcepten in het model van trefwoorden**

netto winst	: per product of per periode
brutowinst	: per product of per periode
verkoopbedrag	: opbrengst verkopen, omzet of verkoopprijs
inkoopbedrag	: inkoopprijs (incl DI), inkoopwaarde (incl DI)
kostprijs	: kostprijs verkopen, kostprijs per eenheid product
bedrijfskosten	: algemene bedrijfskosten per periode, opslag algemene bedrijfskosten dan wel totale bedrijfskosten per product of per periode.

De veronderstelling dat sprake is van de ontwikkeling van een model van trefwoorden, zou een verklaring kunnen geven voor de veelvuldige verwisseling van termen als omzet en verkoopprijs. Vanuit een model van trefwoorden is te begrijpen dat niet een complete serie grootheden vervangen wordt door een andere serie grootheden, maar dat de grootheden los van elkaar verwisseld worden.

Ook de inconsistente hantering van dimensies is verklaarbaar vanuit een model van trefwoorden. Uit het basismodel worden geen nieuwe modellen afgeleid, die een soortgelijke dimensie hebben, maar incidentele aanpassingen gemaakt in afzonderlijke componenten van het model. Elk begrip krijgt zijn dimensie los van de dimensie die de andere begrippen hebben.

8.2.5 Fragmenten uit hardop-denken-protocollen van het kaartsorteren

Eén leerling heeft driemaal hardop-denkend de kaartjes gesorteerd. Uit de nabespreking volgt onderstaand een fragment waarin een model staat dat als een model van trefwoorden is te karakteriseren. In de nabespreking herhaalt de leerling tot vijfmaal toe dezelfde mentale voorstelling. De leerling voelde wel dat er iets niet deugde, maar kwam niet uit het model van trefwoorden dat zij in haar hoofd gevormd had (schema 8.3).

Zij vertaalt, net als leerlingen die eerder besproken zijn, het handelingsvoorschrift *brutowinst per periode = opbrengst verkopen - kostprijs verkopen* naar *brutowinst per product = verkoopprijs - kostprijs*. Maar het bijzondere is dat zij abstraheert van de dimensie en daardoor de berekening van de netto winst in een periode en de berekening van de verkoopprijs in een schuift tot één model van trefwoorden, geconcentreerd rond de term 'brutowinst'.

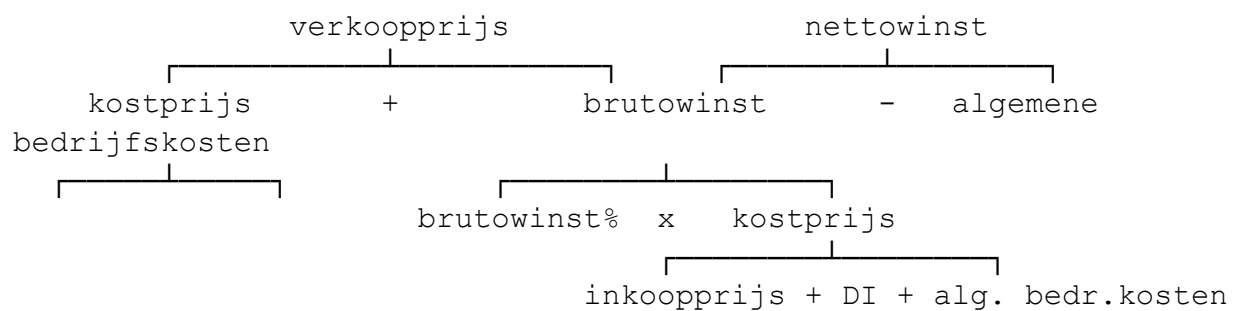
Om dit te realiseren hanteert ze vier verschillende betekenissen voor de term 'kostprijs'. (dit staat in het protocol tussen haakjes vermeld.) Uiteindelijk verwaarloost ook zij de opslag

voor de algemene bedrijfskosten en komt uit bij het foutieve model dat eerder voor veel leerlingen resteerde als ze echt gingen nadenken: $\text{kostprijs} = \text{inkoopprijs} + \text{directe inkoopkosten per product}$.

In het onderstaande fragment uit de nabespreking van het experiment kaartsorteren staat o: voor onderzoeker en l: voor leerling. Teksten van kaartjes die cursief staan, duiden op kaartjes die afleiders zijn.

- o: Wat heeft die ondernemer nodig om de nettowinst te berekenen?
 l: De brutowinst heb je nodig en daar haal je vanaf de algemene bedrijfskosten en dan heb je de nettowinst.
 o: Ja en hoe kom je dan aan de brutowinst?
 l: Ja, die doe je als een percentage op de .. op de kostprijs (*1e betekenis*).. op de inkoopprijs plus directe inkoopkosten plus de .. algemene bedrijfskosten en daar doe je die brutowinst op. Toch?

Schema 8.3 Het model van trefwoorden dat de leerling tot vijfmaal toe beschreef:



- o: Zeg het nog eens zuiver.
 l: Je hebt de inkoopprijs plus de directe inkoopkosten plus dan de algemene bedrijfskosten, daar doe je een bepaald procent over en dan heb je de brutowinst en dan heb je de hele verkoopprijs. Dan heb je dus apart de brutowinst uitgerekend daar haal je de algemene bedrijfskosten vanaf en dan heb je de nettowinst.
 o: Even kijken, wat heb je nu? Beschrijf eens wat je hebt.
 l: Eerst inkoopprijs plus directe inkoopkosten, kaartje 47 en daar komt overheen de opslag van de algemene bedrijfskosten (kaartje 49), daar komt overheen het brutowinstpercentage (kaartje 8) dan reken je uit de brutowinst per product (en dat is kaartje 9) en dan heb je nettowinst = brutowinst min algemene bedrijfskosten en dat is kaartje 21.

k47/C/E: $\text{inkoopprijs incl. DI} = \text{inkoopprijs} + \text{DI per product}$

k49/C: $\text{opslag\% algemene b.k.} = (\text{algemene b.k.}) / (\text{inkoopwaarde incl. DI vd afzet})$

k08/E: $\text{brutowinst\%} = (\text{brutowinst v.e. product}) / (\text{inkoopprijs van dat product}) \times 100\%$

k09/E: $\text{brutowinst v.e. product} = \text{verkoopprijs} - \text{inkoopprijs incl. DI}$

k21/A: $\text{nettowinst} = \text{brutowinst} - \text{algemene b.k.}$

- o: Beschrijf nu nog eens hoe je de verkoopprijs berekent.
 l: De kostprijs (2e betekenis), daar doe je bij de directe inkoopkosten, daar doe je bij de algemene bedrijfskosten en daar doe je overheen een brutowinstpercentage en dan heb je de verkoopprijs.
 o: En de kaartjes die daarbij horen?
 l: 26, 5, 39 is de kostprijs en dan krijgen we de algemene bedrijfskosten is 17, 6 en 11 en dan brutowinst is 8

k26/A: $\text{kostprijs verkopen} = \text{inkoopwaarde van de omzet} + \text{DI}$ (3e betekenis)

k05/C: $\text{kostprijs} = \text{inkoopprijs} + \text{DI per product}$ (4e betekenis)

k39/B: $\text{kostprijs verkopen} = \text{afzet} \times (\text{inkoopprijs} + \text{DI p.p.})$

k17/A: $\text{algemene b.k.} = \text{constante kosten} + \text{variabele kosten}$

k06/C: $\text{opslag algemene b.k.} = \text{opslag\% algemene b.k.} \times \text{inkoopprijs incl. DI}$

k11/C: $\text{opslag algemene b.k.} = (\text{algemene b.k. in een periode}) / (\text{afzet in die periode})$

k08/E: $\text{brutowinst\%} = (\text{brutowinst v.e. product}) / (\text{inkoopprijs van dat product}) \times 100\%$

- o: Nu heb je hier verschillende kaartjes voor de kostprijs, zijn dat synoniemen voor elkaar, of zijn daar nog verschillen tussen?
 l: Eh .. he wacht even .. verkopen hoort er volgens mij niet bij. Kostprijs verkopen .. Ik weet niet of dat verkopen wat er boven staat fout is, de rest is wel .. Oh nee, deze is fout. Deze twee zijn fout (26 en 39), want het is nog helemaal geen omzet. Deze is in ieder geval goed:

k05/C: $\text{kostprijs} = \text{inkoopprijs} + \text{DI per product}$

De redenering achter een meervoudig dimensieloos model

Dezelfde leerling komt in de derde ronde van het kaartsorteren tot tweemaal toe aan een meervoudig dimensieloos model. In schema 8.4 staat een van deze twee modellen afgebeeld. Uit haar motivering blijkt dat ze zich wel bewust is van het verschil in dimensies, maar dat ze deze onbelangrijk vindt ten opzichte van het model.

Schema 8.4 Kaartsortering bij de berekening van de verkoopprijs



k47/C/E: $\text{inkoopprijs incl. DI} = \text{inkoopprijs} + \text{DI per product}$

k26/A: $\text{kostprijs verkopen} = \text{inkoopwaarde van de omzet} + \text{DI}$

k05/C: $\text{kostprijs} = \text{inkoopprijs} + \text{DI per product}$

k06/C: $\text{opslag algemene b.k.} = \text{opslag\% algemene b.k.} \times \text{inkoopprijs incl. DI}$

k17/A: $\text{algemene b.k.} = \text{constante kosten} + \text{variabele kosten}$

k38/E: $\text{verkoopprijs} = \text{inkoopprijs incl. DI} + \text{brutowinst per product}$

- l: Dit komt op hetzelfde neer en dan wordt dit alles bij elkaar gewoon dit kaartje (38).
 o: Even kijken, als je zegt dit komt op hetzelfde neer, dan gaat het om kaartje?
 l: 6 en 17, ja daar wordt dan uitgelegd wat die algemene bedrijfskosten zijn.

- o: Ja en die 26 en 5, kun je even omschrijven waarom die beide daar kunnen liggen?
- l: Die ene (26) gaat over omzet, het totaal en die andere (5) gaat per product. En die (17) is gewoon hetzelfde omdat hier in wordt uitgelegd, constante kosten plus variabele kosten zijn algemene bedrijfskosten. Daarboven (6) staat hoe je die algemene bedrijfskosten erbij kan doen.
- l: Ik hoop dat het een beetje beter is.
- o: Beter dan wat?
- l: Beter dan de eerste keer of de tweede keer.
- o: Heb je het idee dat het toen niet goed ging?
- l: Nou toen begreep ik er nog niet zo veel van.
- o: Nee? .. Wat begreep je niet wat je nu wel begrijpt?
- l: Ja, gewoon waar alles bij elkaar hoort. Wat eerst komt en wat dan komt.
- o: En dat heb je nu wel in de gaten?
- l: Ik geloof het wel.

De leerlinge spreekt de overtuiging uit dat ze nu redelijk orde heeft in de grootheden. Maar de kennis die resulteert, correspondeert niet met de conceptuele modellen die zijn aangeboden. Het onderscheid tussen productgrootheden en periodegrootheden lijkt ondergeschikt te zijn gemaakt aan een model van trefwoorden. Ook handelingsvoorschriften uit verschillende modellen zijn als synoniemen genoemd, terwijl ze juist uit elkaar gehouden moeten worden. Maar het onderscheid is ook hier ondergeschikt gemaakt aan een model van trefwoorden.

De mentale voorstelling van enkele docenten

Ten einde de docenten uit de experimentele groep bewust te maken van de complexiteit van de modellen uit hoofdstuk 23, is hen gevraagd gezamenlijk de oorspronkelijke versie van het kaartenbestand uiteen te leggen in modellen. Naar aanleiding van deze taak merkte een van de docenten op: "Ik wist niet dat er zoveel modellen in dat hoofdstuk zaten." En een ander kwam tot de volgende uitspraak: "Zoveel modellen behandel ik helemaal niet hoor, tijdens het hoofdstuk. Ik gooi ze allemaal op één hoop. Dat is veel makkelijker. Vind je het gek dat de leerlingen er niks meer van begrijpen?"

Voor het sorteren van de diverse modellen hadden de drie docenten circa anderhalf uur nodig. Daaruit blijkt dat zij grote moeite hadden om de modellen uit elkaar te halen. Het onderscheid tussen periodegrootheden en productgrootheden werd wel vaak maar niet overal toegepast.

Een van hen merkte op: "Ja de dimensie of het per eenheid is of per tijdsperiode is verder niet zo van belang." Daarbij kwam naar voren dat deze docent in zijn lessen uitgaat van zijn eigen mentale voorstelling: "Ik ken het hoofdstuk niet letterlijk uit mijn hoofd. Ik ga af op mijn eigen zienswijze."

In aansluiting op deze opmerking ging hij met zijn collega's bij een van de stapeltjes kaartjes voorbij aan het onderscheid tussen periodegrootheden en productgrootheden. Dat leidde tot een dimensieloos model. De aanduiding 'ok' staat voor 'oude kaartjes', DI staat voor

directe inkoopkosten en p.p. voor per product; De kaartjes afkomstig uit model A duiden op periodegrootheden en de kaartjes afkomstig uit model C op productgrootheden.

"Dit setje kan zo de deur uit:

ok27/A: nettowinst	= brutowinst - algemene bedrijfskosten
ok16/A: brutowinst	= omzet - (inkoopprijs inclusief DI)
ok04/C: algemene bedrijfskosten	= opslag% algemene bedrijfskosten x inkoopprijs inclusief DI)

"Deze kan er ook nog bij. Dat bijt elkaar helemaal niet."

ok28/C: inkoopprijs p.p. incl. DI	= inkoopprijs p.p. + directe inkoopko. p.p."
-----------------------------------	----------------------------------------------

8.3 De hantering van dimensies in de test Kennis Van Handelingsvoorschriften

In paragraaf 8.2 is uiteengezet hoe leerlingen het onderscheid tussen periodegrootheden en productgrootheden kunnen verwaarlozen. In deze paragraaf vindt een nadere analyse plaats van de wijze waarop leerlingen de dimensies hanteerden in de test Kennis van Handelingsvoorschriften (KVH). Eerst volgt een vergelijking van de items a en e. Daarna vindt een kwantificering plaats van het aantal dimensiefouten in de items a t/m f.

8.3.1 De relatie tussen kostprijs verkopen en kostprijs per product

Nadere analyse van de antwoorden op de items a en e uit de test KVH brengt aan het licht dat leerlingen opvallend vaak een *identieke omschrijving* geven van de begrippen kostprijs verkopen en kostprijs per product. Het gebruik van identieke formuleringen was in het pilot-onderzoek in klas 5 VWO reeds naar voren gekomen en was aanleiding geweest om productgrootheden en periodegrootheden strikt uit elkaar te houden, bijvoorbeeld door gebruik van termen als 'opslag nettowinst' in plaats van 'nettowinst' zoals het leerboek deed bij de berekening van de kostprijs.

Om de uitwerking van deze problematiek nader te onderzoeken, is een telling uitgevoerd waarvan de resultaten staan weergegeven in tabel 8.6. Met behulp van de chi-kwadraat toets is berekend dat er in KVH2 en KVH3 een significant verschil bestaat ten gunste van de experimentele groep.

Tabel 8.6 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	Controle groep	Chi ²	P ≤
KVH1:	aantal leerl.	106	58	48		
	a en e identiek:	22	10	12	0,55	0,46
KVH2:	aantal leerl.	155	75	80		
	a en e identiek:	92	30	62	22,63	0,001*
KVH3:	aantal leerl.	155	75	80		
	a en e identiek:	66	25	41	5,04	0,025*

Het * geeft aan dat er een significant verschil bestaat ten gunste van de experimentele groep ten opzichte van de controlegroep bij alpha = 5% tweezijdig.

Bij KVH2 is te constateren dat van de 155 leerlingen er zelfs 92 een identieke omschrijving gaven voor *kostprijs verkopen* en *kostprijs per product*. De aangetroffen antwoorden voor KVH2 zijn weergegeven in tabel 8.7.

Tabel 8.7 Identieke omschrijving van *kostprijs verkopen* en *kostprijs per product* in KVH2

EG	CG	
		<i>model C:</i>
17	22	inkoopprijs + DI + opslag(%) algemene bedrijfskosten
7	28	inkoopprijs + DI + algemene bedrijfskosten
	2	inkoopprijs + DI + indirecte kosten
	4	inkoopwaarde + DI + algemene bedrijfskosten
		<i>model A:</i>
	1	inkoopwaarde + directe inkoopkosten
4	1	inkoopprijs + DI
		<i>opgevat als verkoopprijs:</i>
	1	inkoopwaarde + DI + opslag algemene kosten + nettowinstopslag
1	1	inkoopprijs + DI + brutowinst
1		<i>kostprijs als kostprijs verkopen opgevat</i>
–	2	<i>overige mentale voorstellingen</i>
30	62	

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

Zowel bij de experimentele groep als bij de controlegroep levert het tellen van identieke formuleringen een opvallend hoge score op. De leerlingen hebben een mentale voorstelling ontwikkeld waarin het onderscheid tussen periodegrootheden en productgrootheden geen rol speelt. Zij hebben in onvoldoende mate geleerd te discrimineren tussen verwante begrippen. Kennelijk gaan veel leerlingen uit van het standpunt $kostprijs = kostprijs$.

8.3.2 Dimensieloos denken

In paragraaf 8.3.1 kwam naar voren dat een groot aantal leerlingen bij de tweede en derde ronde een identieke omschrijving gaf voor de grootheden $kostprijs$ verkopen en $kostprijs$ per product. Dit impliceert dat bij item a of bij item e of bij beide items een grootheid met een onjuiste dimensie staat vermeld. Deze bevindingen waren aanleiding tot een andere aanvullende analyse van het onderzoeksmateriaal.

Aan de hand van hetgeen de leerlingen invulden bij de handelingsvoorschriften, is een telling uitgevoerd van het aantal dimensiefouten per toets per leerling. Voor de items g en h was geen telling mogelijk. Veel leerlingen uit de controlegroep noteerden de berekening van de opslagpercentages. Aangezien percentagen dimensieloze getallen zijn, was er geen goede vergelijking mogelijk met de leerlingen uit de experimentele groep.

De resultaten van de telling van het aantal dimensiefouten staat afgedrukt in tabel 8.8. Andermaal viel op dat school CC eruit springt. De kennelijke voorinformatie, die eerder geconstateerd is, leidt tot een vergroting van het gemiddeld aantal dimensiefouten bij deze leerlingen in de toets KVH1. De daaropvolgende instructiefase laat voor school CC een verdere stijging zien van het aantal dimensiefouten, waarna een teruggang is te constateren bij de derde toets, hetgeen als tendens overeenkomt met de ontwikkeling bij de andere controlescholen.

Tabel 8.8: Gemiddeld aantal dimensiefouten op de eerste zes items (a t/m f) in de test KVH

	KVH1:		KVH2:		KVH3:	
	gem.	s.d.	gem.	s.d.	gem.	s.d.
Totale groep	1.4	1.1	2.5	1.6	2.1	1.5
Experimentele groep	1.2	1.1	1.5	1.2	1.5	1.3
Controlegroep incl. CC	1.5	1.2	3.4	1.9	2.7	1.5
Controlegroep excl. CC	1.2	1.1	2.8	1.1	2.2	1.2

Resultaten t-test op de items a t/m f na correctie voor CC:

	t(128)	P ≤
- KVH1	0.29	0.773
- KVH2	6.01	0.001*
- KVH3	2.87	0.005*

* duidt op een significant verschil ten gunste van de experimentele groep.

Om vast te stellen of de verschillen tussen de experimentele groep en de controlegroep significant zijn, is de t-test uitgevoerd. Dit is aanvaardbaar aangezien de varianties van de experimentele groep en de controlegroep nagenoeg aan elkaar gelijk zijn bij elk van de drie toetsen. Uit tabel 8.8 blijkt dat er in KVH1 geen significant verschil bestaat tussen de experimentele groep en de gecorrigeerde controlegroep.

Bij de toets KVH2 is een groot significant verschil te constateren ten gunste van de experimentele groep. Bij KVH3 loopt het aantal dimensiefouten zowel bij de experimentele groep als bij de controlegroep terug, maar er resteert toch een significant verschil ten gunste van de experimentele groep.

Conclusie:

Uit de t-test (tabel 8.8) blijkt dat er een significant verschil bestaat tussen de twee groepen op een niveau $\alpha = 1\%$. Dit houdt in dat de nulhypothese verworpen kan worden ten gunste van de alternatieve hypothese. Het aantal leerlingen uit de experimentele groep dat dimensiefouten maakt in de test Kennis van Handelingsvoorschriften is significant lager dan het aantal leerlingen uit de controlegroep.

Opvallend blijft dat in beide groepen veel fouten gemaakt worden. De leerlingen uit de controlegroep hebben bij KVH2 in 57% van de items dimensiefouten gemaakt en de leerlingen uit de experimentele groep in 25% van de items.

8.4 Nadere analyse van de dimensies in de test Kennis Van Procedures

Ter afronding van de nadere analyse van het 'dimensieloos denken' volgt in deze paragraaf een inventarisatie van de dimensiefouten die in de test Kennis van Procedures (KVP) zijn

gemaakt. Eerst volgen twee voorbeelden uit het werk van leerlingen waarbij het dimensieloos denken leidde tot aanzienlijk verschillen in de beoordeling van de test KVP. Daarna volgt de telling van het aantal leerlingen dat bij typische periodegrootheden zoals 'opbrengst verkopen' en 'kostprijs verkopen' toch de waarde van een productgrootheid berekende.

8.4.1 Een tweetal voorbeelden van kostprijs als trefwoord

De hantering van de term kostprijs als trefwoord leverde voor de beoordelaars interpretatieproblemen op, die leidden tot verschillen in de honorering van het werk dat een leerling inleverde. Het grootste beoordelingsverschil tussen twee beoordelaars bij opgave ax bij voorbeeld vloeide voort uit een dergelijke onjuiste mentale voorstelling.

Een van de leerlingen ontving van de eerste beoordelaar 7 punten voor de natoets van opgave ax, waarvan 5 punten voor de kostprijs. De tweede beoordelaar honoreerde hetzelfde werk met 0 punten. De vragen en de antwoorden (zie bijlage 9.A voor de opgave) luiden:

Vraag 1: Geef een berekening van de kostprijs.
 Antwoord: $\text{kostprijs} = \text{afzet} \times \text{inkoopprijs} = 4200 \times \text{€ } 80 = \text{€ } 336.000$

Vraag 2: Geef een berekening van de officiële verkoopprijs.
 Antwoord:

inkoopprijs inclusief DI =	€ 83,00
opslag alg. bedrijfskosten	30% € 24,90
kostprijs	€ 107,90
etc.	

De eerste beoordelaar negeerde het antwoord bij vraag 1 en kende op basis van de aanhef van antwoord 2 vijf punten toe bij vraag 1. De tweede beoordelaar hield zich bij vraag 1 strikt aan het correctievoorschrift.

Een tweede voorbeeld geeft aan dat leerlingen zelfs bij de kostprijs per product twee verschillende specifieke mentale voorstellingen naast elkaar kunnen hanteren. Een van de leerlingen uit de experimentele groep toonde dat bij de beantwoording van vraag 1 en 2 van opgave c2 (zie bijlage 9.C).

De eerste twee vragen waren gericht op de berekening van resp. de kostprijs per product en de brutowinst in het jaar 1991. Zij leverden de volgende antwoorden op (waarbij a.b.k. staat voor algemene bedrijfskosten):

kostprijs = inkoopprijs + directe inkoopkosten + opslag% a.b.k. (de leerling vult geen getallen in)

brutowinst =	verkoopprijs	€ 50
	- nettowinst	€ 5
	- a.b.k.	€ 9

	kostprijs	€ 36

brutowinst = nettowinst (€ 5) + a.b.k. (€ 9) = € 14.

In deze beantwoording spelen drie modellen een rol, die de leerling gezamenlijk leiden tot de conclusie dat de kostprijs gelijk is aan de inkoopprijs plus de directe inkoopkosten *ondanks het feit dat hij weet dat dit niet klopt*.

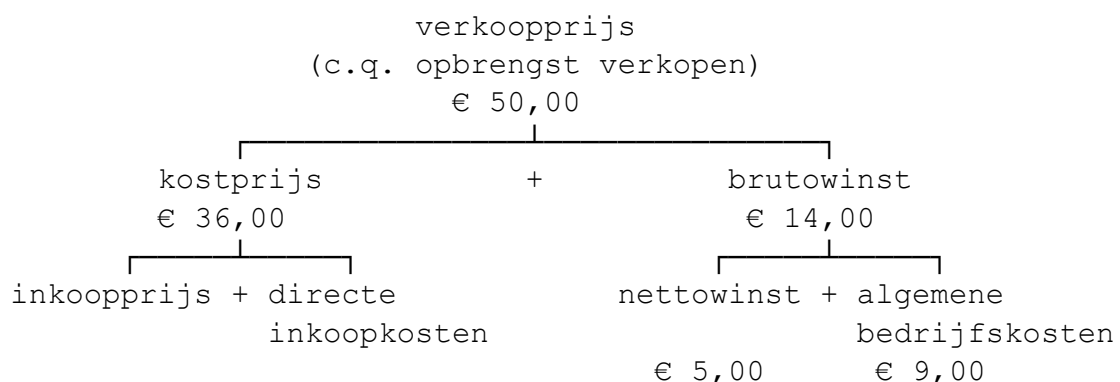
- Bij de vraag naar de opbouw van de kostprijs geeft de leerling een correct antwoord conform model C.

- Zodra de brutowinst in het jaar 1991 berekend moet worden, komt een algemeen geldig handelingsvoorschrift bovendien: *brutowinst = opbrengst verkopen - kostprijs verkopen = nettowinst + totale bedrijfskosten*.

- De leerling geeft echter geen brutowinst in een periode, maar stapt over naar het niveau 'per eenheid product' en handelt conform het handelingsvoorschrift *brutowinstopslag = nettowinstopslag + opslag algemene bedrijfskosten*.

In deze berekening komt de mentale voorstelling tot uiting waarvan al eerder is aangegeven dat zij op meta-niveau (dus los van de dimensie) een verzoening geeft tussen de kostprijs verkopen in een periode en de kostprijs per product. Visualisering van deze benadering (schema 8.5) leidt tot hetzelfde schema dat in hoofdstuk 6 is weergegeven van een leerling uit het pilot-onderzoek.

Schema 8.5 Visualisering van de mentale voorstelling waarmee de brutowinst berekend is



8.4.2 Dimensiefouten bij de experimentele groep en de controlegroep

Uit de beschrijving van de mentale voorstellingen in hoofdstuk 7 kwam naar voren dat leerlingen veelvuldig fouten maken bij het kiezen van de juiste dimensie. Uit de test Kennis van Handelingsvoorschriften kwam naar voren dat leerlingen uit de experimentele groep na afloop van de instructie significant minder dimensiefouten maakten dan leerlingen uit de controlegroep, ook na correctie voor groep CC. Voor de test Kennis van Procedures is nagegaan in hoeverre deze bevindingen zijn terug te vinden in de uitwerkingen van de opgaven.

Voor deze toetsing is gebruik gemaakt van de inventarisatie van de keuzes die in par. 7.5.4 bij opgave bx zijn beschreven om de brutowinst en de nettowinst van een periode te berekenen. Het onderscheid tussen periodegrootheden en productgrootheden komt bij deze opgave tot uiting bij de keuze van de hoeveelheidscomponent bij de opbrengst verkopen en bij de kostprijs verkopen. Voor de opbrengst verkopen c.q. de omzet is de verdeling van de keuzes weergegeven in tabel 8.9. Het correcte antwoord is cursief afgedrukt.

Tabel 8.9: Frequentieverdeling van de keuzes gemaakt ten aanzien van de hoeveelheidscomponent bij de opbrengst van de verkopen

	keuze bij de voortoets:				keuze bij de natoets:			
	TG	EG	CG	RCG	TG	EG	CG	RCG
<i>afzet</i>	103	57	46	37	85	50	35	27
ingekochte hoeveelheid	10	2	8	5	9	2	7	6
per product	19	11	8	5	48	18	30	19
rest	22	5	17	7	12	5	7	2

TG: totale groep (n = 154); EG: experimentele groep (n = 75); CG: controlegroep (n = 79); RCG: rest controlegroep na uitsluiting van CC (n = 54).

Bij beide groepen is een toeneming waar te nemen in het aantal leerlingen dat kiest voor de eenheid product als berekeningsbasis voor de opbrengst verkopen. Die toename is bij de controlegroep groter dan bij de experimentele groep. Hetzelfde patroon openbaart zich bij de keuze die gemaakt moet worden voor de kostprijs van de verkopen c.q. de inkoopwaarde van de omzet (tabel 8.10).

Tabel 8.10: Frequentieverdeling van de keuzes gemaakt ten aanzien van de hoeveelheidscomponent bij de kostprijs van de verkopen

	keuze bij de voortoets:				keuze bij de natoets:			
	TG	EG	CG	RCG	TG	EG	CG	RCG
<i>afzet</i>	44	25	19	16	60	38	22	18
ingekochte hoeveelheid per eenheid product	31	13	18	11	21	7	14	12
rest	17	11	6	4	42	16	26	17
	62	26	36	23	31	14	17	7

TG: totale groep (n = 154); EG: experimentele groep (n = 75); CG: controlegroep (n = 79); RCG: rest controlegroep na uitsluiting van CC (n = 54).

Voor de toetsing van de nulhypothese dat er geen significant verschil bestaat tussen de twee groepen zijn twee berekeningen uitgevoerd met behulp van de χ^2 test. De resultaten staan afgedrukt in tabel 8.11. Bij éézijdige toetsing op een waarschijnlijkheidsniveau van $\alpha = 5\%$ blijkt in alle gevallen een significant verschil te bestaan op de natoets. Voor zover er sprake is van significante verschillen op de voortoets, verdwijnen deze na correctie voor groep CC.

De nulhypothese kan dus verworpen worden voor zowel de opbrengst verkopen als de kostprijs verkopen. De resultaten ondersteunen de gevonden waarden uit de test Kennis van Handelingsvoorschriften. De leerlingen uit de experimentele groep maken ook in de opgaven minder dimensiefouten dan de leerlingen uit de controlegroep.

Tabel 8.11 Verschillenanalyse van de hoeveelheidscomponent bij de opbrengst verkopen en de kostprijs verkopen

	Opbrengst verkopen				Kostprijs Verkopen			
	voortoets:		natoets:		voortoets:		natoets:	
afzet vs geen afzet:	χ^2	P \leq	χ^2	P \leq	χ^2	P \leq	χ^2	P \leq
EG vs CG	+4.7	.02*	+6.9	.01*	+1.2	.14	+7.5	.01*
EG vs RCG	+0.6	.22	+3.8	.03*	+0.1	.38	+4.1	.02*
afzet vs per product:	χ^2	P \leq	χ^2	P \leq	χ^2	P \leq	χ^2	P \leq
EG vs CG	0.0	.50	+4.8	.02*	-0.1	.39	+5.3	.01*
EG vs RCG	+0.3	.29	+2.7	.05*	+0.5	.25	+3.5	.03*

EG: experimentele groep; CG: controlegroep; RCG: rest controlegroep met uitsluiting van CC en na correctie van de groepsgrootte met de factor 79/54 .

Een plus bij de χ^2 duidt op een positief verschil ten gunste van de experimentele groep.

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

8.5 Conclusies

De onderzoeksvraag die centraal heeft gestaan in dit hoofdstuk luidde:

Welke algemene mentale voorstellingen ontwikkelen leerlingen uit 4 HAVO als reactie op het samenstel van conceptuele modellen dat hen wordt aangeboden om vraagstukken over de kostprijs en de nettowinst op te lossen?

In paragraaf 8.1 is aangegeven dat er vier kwalificaties van belang zijn voor het interpreteren van grootheden:

- het onderscheid naar dimensie: per product, per partij, per periode;
- het onderscheid naar discipline: boekhoudkundig, calculatorisch, vanuit de externe verslaggeving;
- het onderscheid naar tijdsperspectief: voorcalculatorisch of nacalculatorisch;
- het onderscheid naar bedrijfstype: handelsbedrijf, industrieel bedrijf.

De inventarisatie van kaartsorteringen uit paragraaf 8.2 bracht aan het licht dat een indeling mogelijk is langs twee criteria: het al dan niet consistent verwerken van de dimensie in de mentale voorstellingen die weerkeren in de kaartsorteringen en het al dan niet hanteren van synoniemen waardoor enkelvoudige of meervoudige modellen tot stand komen.

Veronachtzaming van het eerste criterium leidt tot dimensieloos denken. Veronachtzaming van een van de drie laatstgenoemde criteria leidt tot de ontwikkeling van meervoudige mentale voorstellingen. Gezien de kleine aantallen leerlingen die betrokken zijn geweest bij de kaartsorteringstest is voorzichtigheid geboden met betrekking tot de generalisatie van de resultaten.

Uit tabel 8.3 komt de tendens tot uiting dat de leerlingen uit de experimentele groep een sterker bewustzijn ontwikkelen over het belang van dimensies bij de definiëring van grootheden dan de leerlingen uit de controlegroep. Deze resultaten worden bevestigd in de test Kennis van Handelingsvoorschriften (tabel 8.8) en de test Kennis van Procedures (tabel 8.11). Expliciet onderwijs in conceptuele modellen leidt tot meer overeenstemming tussen de mentale voorstellingen die de leerlingen ontwikkelen en de conceptuele modellen die ze aangeboden krijgen, althans wat betreft de hantering van dimensies.

Desondanks is het absolute aantal leerlingen uit beide groepen dat komt tot dimensieloze modellen opvallend groot. Het is een aanduiding dat de verwerking van de aangeboden conceptuele modellen bij een groot aantal leerlingen op een ander abstractieniveau plaatsvindt dan de verwachting was.

Nader onderzoek zal verdere uitwerking kunnen geven aan de wijze waarop *specifieke* mentale voorstellingen van concrete opgaven verwerkt worden tot *algemene* mentale voorstellingen die als referentiekader dienen voor het interpreteren van nieuwe vraagstukken. Een dergelijk onderzoek kan voortbouwen op de ideeën van Holland c.s. (1989) over de ontwikkeling van mentale modellen.

Een tweede punt van aandacht voor een dergelijk onderzoek betreft de keuze van meervoudige modellen. Ook de functionaliteit van meervoudige modellen kan onderwerp voor nadere leerpsychologische studie zijn. De vraag die opkomt bij een dergelijke inventarisatie van meervoudige modellen is of leerlingen in staat zijn om te leven met onverenigbare conceptuele modellen.

Aan de leerling die hardop-denkend het kaartsorteren heeft uitgevoerd is na afloop van het tweede protocol gevraagd of ze de verschillende modellen begrijpt. Dit leidde tot de volgende dialoog (l: leerling; o: onderzoeker)

- l: Er zijn verschillende manieren om iets uit te rekenen, en dan heb ik altijd maar één manier.
 o: En als er nou verschillende manieren zijn?
 l: Ja, dan gebruik ik die niet. Ik gebruik altijd maar één manier.
 o: En als de manieren nou eens verschillen per situatie? Bij de ene opgave moet je de ene manier gebruiken en bij de andere opgave de andere manier.
 l: Ik denk niet dat dat lukt.

In de derde ronde van het experiment kaartsorteren hanteerde de leerling twee afzonderlijke modellen voor de verkoopprijs en de nettowinstberekening, maar beide modellen waren meervoudig en dimensieloos. Toepassing van deze modellen in concrete situaties leverde echter problemen op.

Dat bleek tijdens de nabespreking van het derde protocol:

- l: Er zijn drie verschillende dingen hè, en dan heb je ze alle drie geleerd en dan haal je ze toch weer door elkaar.
 o: Aan de ene kant begrijp ik het, maar aan de andere kant ook niet. Je hebt juist een samenhang erin geleerd. Hoe kan het dan dat je ze door elkaar haalt?
 l: Ja dat weet ik niet, maar ik heb overal gevraagd, en iedereen haalde het door elkaar. Ik ben niet de enige.
 o: Maar hoe kun je nu sommen maken, als je die modellen door elkaar haalt?
 l: Ja dat weet ik niet, ik heb het maar gewoon geprobeerd. Ik zie het wel.

Het hanteren van de niet verenigbare conceptuele modellen vereist specifieke vaardigheden. Sommige leerlingen maken voor zichzelf een andere keuze als ze geconfronteerd worden met naast elkaar staande conceptuele modellen. Zij verdringen de oude modellen ten gunste van de nieuwe modellen, zoals uit de test Kennis van Handelingsvoorschriften naar voren kwam, waar bij KVH2 zelfs 96 van de 155 leerlingen deze strategie volgden.

Eén leerling zei het kort en krachtig:

- l: Dit is wat je vroeger deed.
 o: Hoe bedoel je?
 l: Vroeger was het 'opbrengst verkopen - kostprijs verkopen' en alle kosten van de brutowinst af.

Andere leerlingen verlaten het domein van de benaming van de grootheden. Tijdens de testfase heeft een van de deelnemende leerlingen uit 5 VWO in woorden aangegeven welke vaardigheid gewenst is om een weg te vinden in het complexe geheel van

handelingsvoorschriften. Ook zij was niet in staat om onderscheid te maken tussen kostprijs verkopen en kostprijs per product, maar het hinderde haar niet bij de uitvoering van berekeningen.

- l: Ja, inkoopwaarde omzet of kostprijs verkopen, ja .. ik denk, dat als je met een som bezig bent, het erom gaat wàt je met elkaar gaat vermenigvuldigen en wàt je van elkaar gaat aftrekken, maar ik denk niet dat het van belang is of je dat nou inkoopwaarde noemt of kostprijs. Als je maar weet dat wanneer je de kostprijs neemt, het in dit geval zonder algemene bedrijfskosten is, omdat je met de nettowinst bezig bent.
- l: Als je eenmaal daar met die getalletjes zit, dan hebben die getalletjes een bepaalde inhoud en je kijkt dus naar de getalletjes met inhoud en je kijkt niet naar de term die erbij hoort.
- o: Maar wat is dan de inhoud?
- l: De inhoud is bijvoorbeeld als er staat .. ja, ik weet niet zo goed hoe ik dat moet uitleggen, ja, de verkopen hebben opgebracht € ..., dan is het eigenlijk toch gelijk aan opbrengst verkopen en omzet. Want ik bedoel die term maakt niet uit. Je weet dan gewoon dat het is afzet x verkoopprijs. Daar gaat het om. Het gaat er niet om of dat nou precies de omzet is, of de opbrengst verkopen. Dat telt gewoon niet mee. Het gaat erom hoe je aan het getal komt. En wat je met het getal kan. Denk ik.

Voor deze leerling staat de wijze waarop een grootheid berekend moet worden centraal en niet de naam die aan de grootheid gegeven wordt. Als dat de manier is waarop bedrijfseconomische kennis verkregen moet worden, dan geldt inderdaad als belangrijkste doelstelling van het bedrijfseconomisch onderwijs: leren omgaan met slordig woordgebruik (Diemel, 1991). De geciteerde leerling geeft aan hoe het omgaan met slordig woordgebruik concreet uitgevoerd moet worden.

Het is aan de leerplanontwikkelaars om vast te stellen hoe een docent kan communiceren over grootheden als de namen van de grootheden niet van belang zijn. Maar eerst zullen de leerplanontwikkelaars zich dienen te buigen over de vraag of het leren omgaan met slordig woordgebruik wel als een van de belangrijkste doelstellingen van het onderwijs moet gelden.