

## 2 OPZET EN BEOORDELINGSPROCEDURE

### 2.1 Proefpersonen

Het onderzoek vond plaats onder 36 leerlingen, waarvan 18 afkomstig uit de experimentele conditie en 18 uit de controleconditie van het hoofdonderzoek in 4 HAVO. Om de buitenexperimentele factoren (Janssens, 1989), zoals de invloed van de docent, zoveel mogelijk onder controle te houden, is als een van de selectiecriteria gesteld dat maximaal zes leerlingen per klas gekozen zouden worden.

Voorstelbaar is dat de keuze van het vak wiskunde A of B in het examenpakket een indicatie is voor de wijze waarop leerlingen in staat zijn tot abstracte denkprocessen. Om die reden is deze mogelijke buitenexperimentele factor als controlevariabele opgenomen in het onderzoek. Matching op basis van deze variabele vond plaats door uit iedere klas drie leerlingen met wiskunde A, maar zonder wiskunde B in het examenpakket te selecteren en drie leerlingen met wiskunde B en zonder wiskunde A. De leerlingen van de experimentele conditie waren allen afkomstig van het Cals College. Oorspronkelijk was de intentie uit de controlegroep 6 leerlingen te kiezen van het Veurs College, 6 van het Thomas Moore College en 6 van het Haarlemmermeerlyceum. Op deze laatste school voldeden de leerlingen niet aan het matchingscriterium wiskunde omdat de combinatie van handelswetenschappen en wiskunde B in het vakkenpakket niet is toegestaan. Daardoor zijn 12 leerlingen van het Thomas Moore College gevraagd deel te nemen. Op het Thomas Moore bleek echter dat de leerlingen met wiskunde A en B in verschillende klassen zaten, zodat de selectie aangepast diende te worden aan de mogelijkheden.

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 onderzoek naar het kaartsorteren. Aangekondigd was dat zij als beloning een CD-bon zouden ontvangen, indien zij steeds aanwezig zouden zijn. Tijdens het onderzoek is bij een van de controlescholen één leerling met wiskunde B afgefallen wegens ziekte en bij de experimentele scholen is één leerling met wiskunde A afgefallen om dezelfde reden. De overige proefpersonen hebben op het vereiste tijdstip de toetsen afgelegd.

### 2.2 Materialen

Het kaartjesbestand 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. De inconsistenties in de tekst van het theorieboek maakten het kaartjesbestand echter onoverzichtelijk. Na enkele testen bij leerlingen en vakdidactici is het kaartjesbestand voorgelegd aan drie docenten die zouden 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 van het kaartjesbestand te ontwikkelen en het oorspronkelijke bestand alleen nog voor te leggen aan de verantwoordelijke auteur van het boek. Op basis van de herschreven versie van hoofdstuk 23 is een nieuw bestand aan kaartjes geformuleerd. Aanvankelijk bestond dit uit 56 kaartjes, maar om de complexiteit verder te beperken is het bestand teruggebracht tot 47 kaartjes plus 1 informatiekaartje en 3 opdrachtenkaartjes.

## 2.3 Procedure

Het experiment kaartsorteren is opgezet als experimenteel onderzoek parallel aan het hoofdonderzoek in 4 HAVO. De verslagen van het hoofdonderzoek zijn te vinden in de deelrapporten 3 t/m 5. Alle leerlingen hebben deelgenomen aan het hoofdonderzoek en dus de instructies gevolgd conform de beschrijving in het instrumentatierapport (deelrapport 3). De nieuwe versie van het bestand aan kaartjes is gebaseerd op een herschreven versie van hoofdstuk 23. De leerlingen van de controlescholen kregen een tekst die zodanig bewerkt was, dat de diverse modellen consistent aan de orde kwamen. Zoals gebruikelijk in de bedrijfseconomie werden de modellen voor hen echter niet expliciet beschreven, maar gedemonstreerd aan de hand van cijfermatige voorbeelden. De leerlingen van de experimentele scholen kregen dezelfde herschreven tekst maar met als wijziging dat de rekenvoorbeelden vervangen waren door expliciete conceptuele modellen in de vorm van diagrammen (Vernooij & Minnaar, 1992).

Parallel aan het hoofdonderzoek is ook het experiment kaartsorteren opgezet als een dubbel pretest - posttest control group design, dat is een opzet met een experimentele groep en een controlegroep waarbij driemaal een test wordt afgenomen. De voortoets vond plaats voor aanvang van de behandeling van paragraaf 23.1. Deze meting inventariseerde de kennis opgedaan bij de behandeling van de boekhoudkundige benadering van de nettowinstberekening. 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.

Ten einde beïnvloeding door toevallige of systematische rangschikking van de kaartjes te voorkomen, is een set kaartjes in a-selecte volgorde gebracht middels een schudprocedure die gebruikelijk is bij het spel patience. Vervolgens zijn de kaartjes in de verkregen volgorde genummerd. Elke andere set kaartjes is in identieke volgorde genummerd. Na elke ronde werden de kaartjes weer gesorteerd op nummer zodat elke leerling in elke ronde de kaartjes in dezelfde volgorde aantrof.

Ondanks het grote aantal kaartjes met handelingsvoorschriften hebben de leerlingen steeds een identieke set voorgelegd gekregen. 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 tijdstest. 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 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 de kaartjes na schooltijd te sorteren, zodat tweemaal is uitgeweken naar een uur vroeg in de ochtend. Deze uitzonderingspositie is tevens benut door de leerlinge te vragen de kaartsortering hard-op denkend uit te voeren zodat een bandopname gemaakt kon worden van het denkproces.

## 2.4 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.

## **2.5 Scoring en normering van het materiaal**

De eerste opdracht aan de leerlingen was de genummerde kaartjes (circa 50 stuks in totaal) 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 en van de verkoopprijs zodanig te ordenen op tafel dat de samenhang tussen de kaartjes naar voren kwam. Ten slotte dienden zij de gevonden samenhang te noteren op een vel papier, zodat het mogelijk was tot een reconstructie van de kaartverdeling te komen. 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.