

Het empirisch onderzoek over de hiërarchisch-cumulatieve structuur van Bloom's taxonomie, cognitief domein: methoden en resultaten

E. DE CORTE EN J. VAN BOUWEL

Afdeling Didactiek en Psychopedagogiek, K.U. Leuven

Samenvatting

Aan de bekende taxonomie voor onderwijsdoelen, cognitief domein van Bloom c.s. ligt een hypothetisch structuurprincipe ten grondslag. Volgens de ontwerpers bezit de taxonomie een hiërarchisch-cumulatieve structuur, d.w.z. de categorieën zijn geordend volgens een toenemende graad van complexiteit en de gedragvormen van een lagere categorie worden telkens geïntegreerd in de onmiddellijk hogere categorie. In onderhavige bijdrage wordt een overzicht gegeven van de belangrijkste empirische onderzoeken, waarin deze hypothetische structuur van de taxonomie getoetst werd. De studies zijn geordend volgens de verschillende methoden die daarbij gebruikt werden, nl. het bepalen van de moeilijkheidsgraad van de opeenvolgende categorieën van de taxonomie, de simplex-analyse, de causale model-analyse, de factor-analyse, de Guttman-Lingoes-methode en de hiërarchische syndroom-analyse.

1. Inleiding

De taxonomie voor onderwijsdoelen, cognitief domein, die onder de hoedredactie van de bekende Amerikaanse onderwijskundige Bloom voor het eerst verscheen in 1956 (Bloom, 1956), heeft sindsdien een belangrijke invloed gehad in zowat de gehele Westerse onderwijswereld, zowel op het vlak van het onderzoeks- en ontwikkelingswerk als in de onderwijspraktijk (Van Bouwel 1976). De zes hoofdcategorieën van de taxonomie (1.00 Kennis, 2.00 Begrijpen, 3.00 Toepassen, 4.00 Analyseren, 5.00 Synthetiseren en 6.00 Evalueren) worden thans in de meeste didactische handboeken min of meer uitvoerig beschreven. Met uitzondering van Toepassen, worden deze hoofdcategorieën ook nog verder gedifferentieerd in een aantal subcategorieën.

Zoals wellicht vrij algemeen bekend is, ligt aan dit classificatiesysteem voor onderwijsdoelen een hy-

pothetisch structuurprincipe ten grondslag. Volgens Bloom c.s. bezit de taxonomie een hiërarchisch-cumulatieve structuur. Met de hiërarchische organisatie van de taxonomie wordt bedoeld dat de categorieën geordend zijn volgens een toenemende graad van complexiteit. De cumulatieve hypothese houdt in dat de gedragingen van een voorgaand niveau opgenomen zijn in de gedragingen van een volgend niveau om op deze wijze een complexer proces te vormen. Deze beide elementen zijn enkel te onderscheiden, niet te scheiden (Bloom, 1956, p. 18). De validiteit van de taxonomie is in belangrijke mate afhankelijk van de houdbaarheid van deze hiërarchisch-cumulatieve hypothese. Kropp, Stoker & Bashaw en ook Michael hebben er in de zestiger jaren reeds op gewezen, dat er een grote discrepantie bestond tussen enerzijds het frequent gebruik van Bloom's taxonomie vooral in het kader van de testconstructie en anderzijds het gering aantal onderzoeken die een empirische fundering voor dit gebruik zouden bieden (Kropp, Stoker & Bashaw, 1965-66; Michael, 1968).

Kropp, Stoker & Bashaw hebben het niet bij deze vaststelling gelaten. De eerste goed opgezette exacte onderzoeken werden hoofdzakelijk door hen uitgevoerd (Stoker & Kropp, 1964; Kropp, Stoker & Bashaw, 1966). Inmiddels werden ook door andere onderzoekers studies verricht. Men kan de onderzoeken globaal in twee grote rubrieken indelen, resp. studies over de interne en over de externe validiteit van de taxonomie. In het eerste geval wordt gebruik gemaakt van criteria die in de taxonomie zelf besloten liggen, terwijl bij de tweede rubriek externe criteria gehanteerd worden om de hiërarchisch-cumulatieve hypothese te toetsen, bijv. de relatie met factoranalytische intelligentietests.

In onderhavig artikel geven we een overzicht van de belangrijkste onderzoeken met betrekking tot de interne validiteit van Bloom's taxonomie. De bedoeling hierbij is tweeledig. Enerzijds het versterken van onderzoeksgegevens over dit classifi-

catiesysteem voor onderwijsdoelen dat ook in ons taalgebied vrij frequent toegepast wordt. Anderzijds het aanduiden van onderzoekstechnieken die aangewend kunnen worden voor het empirisch benaderen van andere classificatieschema's voor onderwijsdoelstellingen die bij ons in gebruik zijn¹.

De uiteenzetting is geordend volgens de verschillende methoden die gebruikt werden om de structuur van de taxonomie van Bloom te toetsen. Uit de hiërarchische hypothese werd door de ontwerpers van de taxonomie zelf reeds een tweede onderstelling afgeleid die als een verdere specificatie te beschouwen is: de ordening van de categorieën volgens stijgende complexiteit is een weerspiegeling van de moeilijkheidsgraad van de onderwijsdoelen, in die zin dat de doelstellingen uit een lagere categorie bij de leerlingen gemakkelijker te bereiken zijn dan deze uit een hogere categorie (Bloom, 1956, p. 18). Hierop is de methode gebaseerd die erin bestaat de moeilijkheidsgraad van de opeenvolgende categorieën of niveaus te bepalen. Het cumulatieve principe laat verder toe om bepaalde hypothesen te formuleren omtrent de aard van de relaties tussen de verschillende categorieën van het systeem en over de factoren die ten grondslag liggen aan de cognitieve processen die de categorieën representeren. In het onderzoek over deze hypothesen werden diverse methoden gebruikt: simplex-analyse, causale model-analyse, factoranalyse, Guttman-Lingoes-analyse, hiërarchische syndroom-analyse.

2. Bepaling van de moeilijkheidsgraad van de categorieën van de taxonomie

In hun onderzoekswerk met betrekking tot de validering van Bloom's taxonomie hadden Kropp, Stoker & Bashaw (1966, p. 11) drie deelaspecten voor ogen, nl. de hiërarchische structuur van de taxonomie, de veralgemeenbaarheid van de cognitieve processen over verschillende leerinhouden en de studie van de onderliggende psychologische structuur van het systeem. Voor de benadering van deze problemen construeerden zij tests die een operationele definitie van de diverse taxonomische categorieën representeren. Uiteindelijk verkregen zij vier tests, elk bestaande uit 95 items: twee in verband met exacte wetenschappen ('sciences') en twee in verband met humane wetenschappen ('social sciences')². De verdeling van de opgaven over de zes niveaus van de taxonomie is als volgt.

1.00 Kennis : 20	2.00 Begrijpen : 20
3.00 Toepassen : 20	5.00 Synthese : 5
4.00 Analyse : 20	6.00 Evaluatie : 10

De items van niveau 5.00 en 6.00 zijn gesteld in de open-vraagvorm; de overige zijn meerkeuzevragen. De tests werden afgenomen van leerlingen van de 'grades' (= leerjaar) 9 tot en met 12 uit tien verschillende 'high schools'. Per leerjaar en per test werden ongeveer 1200 leerlingen bereikt.

De hiërarchische ordening van de taxonomische categorieën werd bestudeerd via bepaling van de moeilijkheidsgraad en door simplex-analyse. Op de simplex-analyse komen we verder terug. Met betrekking tot het verband tussen complexiteit en moeilijkheidsgraad van de categorieën formuleerden de onderzoekers de volgende predictie: 'the mean scores on the levels should decrease as the complexity of the levels increases' (Kropp, Stoker & Bashaw, 1966, p. 28). M.a.w. zij verwachtten een omgekeerd verband tussen de gemiddelde subtestuitslagen van een groep leerlingen voor elk van de zes categorieën en deze categorieën zelf.

De belangrijkste resultaten van het onderzoek zijn als volgt te resumeren. De twee tests over 'social sciences' vertoonden inderdaad een daling van het aantal juiste antwoorden naarmate men op een hoger niveau van de taxonomie komt. De tests over 'sciences' voldeden evenwel niet steeds aan dit patroon: de gemiddelden van categorie 6.00 (Evaluatie) waren steeds hoger dan van categorie 5.00 (Synthese) en bij één test waren de geregistreerde gemiddelden van categorie 3.00 (Toepassing) steeds hoger dan van niveau 2.00 (Begrijpen). De auteurs besluiten 'The extent of similarity between these patterns of means and the predicted pattern is regarded as generally supporting the hypothesis, but that support is not univocal because the science forms contained several systematic inconsistencies' (Kropp, Stoker & Bashaw, 1966, p. 84).

Dezelfde onderzoekers verrichtten ook nog enkele analoge studies. In één ervan uitgevoerd bij 300 leerlingen uit 'grade' 9, werd de hiërarchische structuur bevestigd voor de categorieën 1.00, 2.00 en 3.00. Voor de overige niveaus waren er in de gebruikte twee tests geen of zeer weinig items aanwezig (Kropp, Stoker & Bashaw, 1966, p. 23-24). Een ander onderzoek gebeurde aan de hand van twee 'science' tests, die afgenomen werden bij 1000 leerlingen van de 'grades' 9 tot en met 12 uit twee 'high schools'. In deze tests waren alle categorieën van de taxonomie wel evenwichtig vertegenwoordigd. Ook hier vond men resultaten die globaal genomen in de lijn van de verwachtingen liggen. De categorieën 5.00 en 6.00 vormden evenwel een uitzondering daarop, hetgeen

trouwens ook reeds voorkwamen bij het eerstvermelde onderzoek. De auteurs wijzen er derhalve op dat de volgorde van Synthese en Evaluatie misschien moet omgekeerd worden (Stoker & Kropp, 1964; De Corte, 1975, p. 130-132).

Ook andere onderzoekers hebben de methode die erin bestaat de moeilijkheidsgraad van de verschillende niveaus te bepalen, toegepast.

Cox ging het effect na van de klassieke statistische itemselectiemethode op de inhoudvaliditeit van een gegeven verzameling items (Cox, 1965). In het kader van deze studie werden 379 meerkeuzevragen i.v.m. een inleidende 'science'-curcus, geordend volgens de eerste vier taxonomische categorieën. Na afname van een groep studenten berekende Cox de discriminatie-index en de moeilijkheidsgraad van de items. Zowel bij de jongens als bij de meisjes vond hij de verwachte stijgende moeilijkheidsgraad van categorie 1.00 naar 4.00 terug.

Horn rapporteert een onderzoek bij leerlingen van 12 tot 14 jaar (Horn, 1972). Voor een onderwerp uit het vak natuurwetenschappen werden leerdoelen geformuleerd en daarbij aansluitend 54 items geredigeerd die betrekking hadden op de categorieën 1.00 tot 5.00 van Bloom's taxonomie. Elk van de 54 items werd zowel in de open- als in de meerkeuzevraagvorm gesteld. De opgaven werden per vraagvorm verdeeld over twee paralleltoetsen. Men verkreeg aldus een A- en een B-vorm in meerkeuzevragen en een A'- en een B'-vorm in openvragen. Elke toets bestond uit 27 items, als volgt verdeeld over de taxonomie :

Kennis	5
Begrijpen	6
Toepassing	5
Analyse	5
Synthese	6

In het totaal namen 400 leerlingen, verdeeld over vijf groepen, deel aan het onderzoek. Eén groep die geen onderwijs gekregen had over de betreffende leerinhoud fungeerde als controlegroep. Van de andere vier groepen werden twee toetsen afgenomen: één als voortoets en één als natoets. Dit gebeurde als volgt.

Groepen

	I	II	III	IV
Voortoets	A'	B'	A	B
Instructie	4 lessen over "De voeding van de planten"			
Natoets	B'	A'	B	A

Per item en per taxonomische categorie werd de moeilijkheidsgraad berekend.

Voor de vormen A en B (meerkeuzevragen) constateerde Horn dat globaal genomen de moeilijkheidsgraad stijgt naarmate de items op een hoger niveau van de taxonomie betrekking hebben. Toch is er binnen elke categorie een vrij grote spreiding van de items qua moeilijkheidsgraad. Voor de vormen A' en B' (openvragen) kon de hypothese van de stijgende moeilijkheidsgraad niet getoetst worden. De reden hiervoor is dat na een clusteranalyse op de resultaten van de natoets de aanvankelijke verdeling van de items over de categorieën van de taxonomie onhoudbaar bleek.

De tot nog toe besproken studies leveren resultaten die de hiërarchische hypothese grotendeels ondersteunen. In een Nederlands onderzoek van Van Dam werd daarentegen een negatieve bevinding geregistreerd. Voor categorie 1.00 was de p-waarde die de moeilijkheidsgraad uitdrukt, kleiner dan voor de overige categorieën (Begrijpen, Toepassing en Complexe processen); m.a.w. de kennis-items bleken gemiddeld moeilijker te zijn dan de opgaven uit de overige categorieën (Mellenberg, 1971).

Crawford (1966) vond evenmin bevestiging van het verwachte verband tussen complexiteit en moeilijkheidsgraad van de categorieën. Zijn bevindingen steunden op de analyse van een achttal toetsen bestaande uit meerkeuzevragen en afgenomen van 'freshman and sophomore medical students' over een periode van twee jaar. In de toetsen kwamen geen synthese-items voor. Crawford werkte wel met de taxonomie van McGuire (1963), een classificatieschema dat afgeleid is van het systeem Bloom speciaal in functie van de constructie en de analyse van examens in verband met geneeskunde. Gezien de nauwe verwantschap met Bloom's taxonomie, is het toch zinvol Crawford's resultaten hier te rapporteren. Op één aspect van McGuire's schema vestigen we de aandacht, nl. het feit dat zij de volgorde van de categorieën Synthese en Evaluatie heeft omgekeerd in vergelijking met de oorspronkelijke taxonomie.

We vermelden tenslotte nog het onderzoek van Smith (1965), waarin evenwel enkel gewerkt werd met een test die items bevat voor acht van de negen subcategorieën van 1.00 Kennis en voor de drie subcategorieën van 2.00 Begrijpen. De onderzoeker vond een rangcorrelatie van .76 tussen de hypothetisch verwachte ordening van de subcategorieën en de ordening op basis van de geobserveerde moeilijkheidsgraad van de items voor de diverse subniveaus.

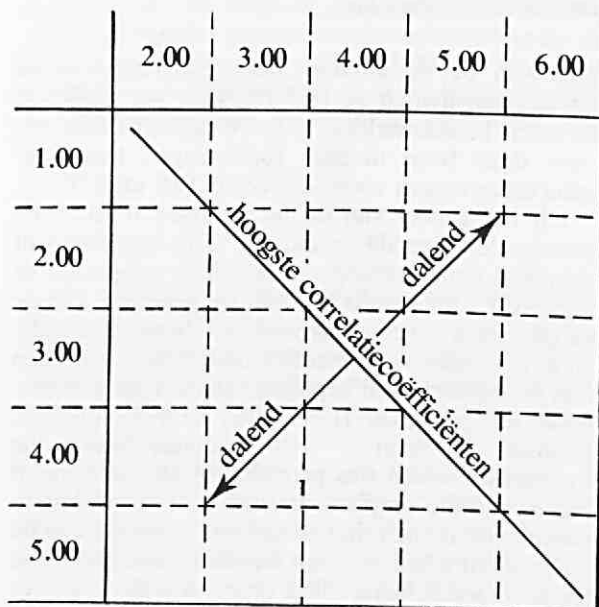
Globaal genomen kan men stellen dat de meerderheid van de besproken studies de hypothetische structuur van de taxonomie ondersteunen; voorbehoud moet nochtans gemaakt worden met betrekking tot de categorieën 5.00 Synthese en 6.00 Evaluatie.

Tot besluit van deze paragraaf vestigen we er de aandacht op dat men dit soort studies zeer kritisch moet bekijken. Het toetsen van de hypothetische structuur van de taxonomie met de methode van de bepaling der moeilijkheidsgraad van de opeenvolgende niveaus stelt immers meer problemen dan men op het eerste gezicht zou denken. Bij het samenstellen van kritische toetsen moet men immers niet alleen op het oog houden dat de items de verschillende niveaus representeren; men dient evenzeer te waarborgen dat de opgaven voldoende homogeen zijn naar inhoud en naar vraagvorm. Het verifiëren van de hypothetische structuur zou bijvoorbeeld in het gedrang komen, wanneer men relatief eenvoudige synthesevragen en ingewikkelde analysevragen in eenzelfde toets zou opnemen (De Landsheere & De Landsheere, 1975, p. 75; zie ook Kropp, Stoker & Bashaw, 1966, p. 53 e.v.). Het spreekt vanzelf dat de hier gesignaleerde problemen zich eveneens stellen in verband met de hierna te bespreken valideringsprocedures.

3. Simplex-analyse

Een andere methode die door Kropp, Stoker & Bashaw (1966, p. 13-14) werd toegepast om de structuur van de taxonomie te onderzoeken, gaat uit van de intercorrelaties tussen de scores van een groep subjecten op de zes niveaus van de taxonomie. Indien de taxonomie een hiërarchische structuur bezit, dan moet de intercorrelatiematrix een 'simplicial structure' vertonen zoals beschreven door Guttman (1954). Bloom c.s. stellen immers dat elke volgende categorie de voorafgaande insluit en nog iets meer bevat om zo een complexer gedragstype te vormen (Bloom, 1956, p. 10). Wanneer we het laagste niveau (1.00) voorstellen door A, dan kan niveau 2.00 beschreven worden als AB, niveau 3.00 als ABC, ... Daaruit volgt dat aangrenzende categorieën hoger moeten correleren dan niet-aangrenzende categorieën en dat de correlaties moeten dalen naarmate de afstand tussen de categorieën toeneemt. Dit relatiepatroon werd door Guttman wiskundig vertaald in zijn z.g. 'simplex theory'. Wanneer er sprake is van een perfecte simplex, dan vertoont de intercorrelatiematrix het beeld: de hoogste waarden liggen langs de diagonaal die

loopt van de linkerbovenhoek naar de rechterbenedenhoek; op de daaraan grenzende diagonalen liggen minder hoge waarden en in de linkerbenedenhoek en de rechterbovenhoek komen de laagste waarden voor (zie figuur 1). De uiterste kolomtotalen zijn dan het kleinst, de totalen van de centrale kolommen het grootst. Wordt een perfecte simplex niet bereikt maar wel benaderd, dan spreekt men van een quasi-simplex.



1.00 = Kennis 2.00 = Begrijpen 3.00 = Toepassing
4.00 = Analyse 5.00 = Synthese 6.00 = Evaluatie

Figuur 1. Schematische voorstelling van de intercorrelatiematrix bij een perfecte Guttman-simplex.

Kropp, Stoker & Bashaw (1966, p. 84 e.v.) pasten de beschreven methode toe op de resultaten van de vier tests vermeld in het begin van de vorige paragraaf. Voor elke test stelden zij per leerjaar ('grade 9 tot grade 12') een intercorrelatiematrix samen.

Slechts bij één van de vier tests stemden de empirische gegevens overeen met de simplex-structuur en dit zowel voor elk van de vier leerjaren afzonderlijk als voor alle leerjaren samen. Ter illustratie volgt hieronder in tabel 1 de intercorrelatiematrix voor de 'grade 9'; de correlatiecoëfficiënten zijn gecorrigeerd voor attenuatie.

Bij de overige drie tests vertoonden de geobserveerde gegevens steeds één of meer afwijkingen ten opzichte van de simplex-structuur; al deze discrepanties kwamen evenwel voor bij de niveaus 5.00 en

	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
1.00	—	.725	.715	.581	.656	.406
2.00	.725	—	.898	.804	.654	.392
3.00	.715	.898	—	.824	.713	.422
4.00	.581	.804	.824	—	.633	.366
5.00	.656	.654	.713	.633	—	.517
6.00	.406	.392	.422	.366	.517	—

Tabel 1. Intercorrelaties tussen de niveaus van de taxonomie bij de leerlingen van 'grade 9' (N = 1194) op de test 'Lisbon Earthquake'.

6.00 van de taxonomie. Ter verklaring van de afwijkingen nemen de onderzoekers verschillende factoren in aanmerking, o.a. de andere itemvorm voor deze twee niveaus (openvragen tegenover meerkeuzevragen voor de niveaus 1.00 tot 4.00).

Uit het geheel van de bevindingen trokken de auteurs de volgende conclusie: 'The hypothesis of simplicial structure appears not to be supported or rejected by the results' (p. 84). De gegevens van de simplex-analyse combinerend met de resultaten die zij in het kader van hetzelfde onderzoek verkregen met de methode van bepaling van de moeilijkheidsgraad (cf. paragraaf 1) besluiten Kropp, Stoker & Bashaw als volgt: 'The evidence about the hypotheses which was provided by the patterns of means and the simplicial arrangements according to complexity is such that no definite assertion can be made about whether or not the taxonomic processes are arranged in hierarchical order. But the evidence and other information about the tests lead to the belief that there is more confirmation than disconfirmation' (p. 84-85).

In een vroegere studie van dezelfde onderzoekers (Stoker & Kropp, 1964) werd de simplex-analyse eveneens toegepast om de structuur van de taxonomie te toetsen. Van de twintig opgestelde intercorrelatiematrices vertoonde er geen enkele een perfecte simplex. In ongeveer de helft ervan waren de niveaus 1.00 tot 4.00 wel in overeenstemming met de simplex-structuur, maar weken de categorieën 5.00 en 6.00 eveneens af.

In een studie van Smith (1965) waarin enkel de subcategorieën van de niveaus 1.00 en 2.00 betrokken waren, werd geen simplex-structuur gevonden.

Mehaffey (1967) construeerde een toets voor de eerste drie niveaus van de taxonomie, waarbij ze evenwel gebruik maakte van bepaalde subcategorieën. De items hadden aldus betrekking op volgende niveaus: 1.10, 1.20, 1.31, 2.10, 2.20, 2.30 en 3.00. Aan de toetsafname ging een instructieperiode vooraf waarin de kennis nodig voor het oplossen

van de items werd behandeld. De instructie werd in vier klassen gegeven, waarvan twee met een gemiddeld en twee met een meer dan gemiddeld intellectueel peil. Daarnaast was er nog een controlegroep met een meer dan gemiddelde intellectueel niveau die geen instructie kreeg. In de intercorrelatiematrices werd de simplex-structuur niet geconstateerd. De auteur beschouwde het onderzoek slechts als een soort voorstudie: 'This study needs to be repeated on a larger sample using revised lessons plans and test items' (p. 52). Het is ons niet bekend of er effectief ook verder onderzoek heeft plaatsgehad.

Johnson (1967) was vooral geïnteresseerd in het verband tussen cognitieve en affectieve resultaten van het onderwijs. Hij berekende in het kader van zijn studie ook het verband tussen de scores op de categorieën van de taxonomie. Aangrenzende niveaus bleken wel iets hoger te correleren dan niet-aangrenzende, maar de resultaten leverden geen overtuigende bevestiging van de simplex-structuur.

Ook het onderzoek van Crawford (1966) dat reeds in de vorige paragraaf ter sprake kwam, kan hier nog vermeld worden. De subscores op een aantal toetsen in verband met geneeskunde-onderwijs, geconstrueerd op basis van de taxonomie van McGuire, werden geïntercorreleerd en vervolgens onderworpen aan factoranalyse en simplex-analyse. De resultaten benaderden een ware simplex, zodat ze de hiërarchische ordening van McGuire's taxonomie ondersteunen. McGuire (1963) vond in haar eigen onderzoek slechts in beperkte mate een bevestiging van deze hiërarchie. Ze schrijft dat de correlaties tussen aangrenzende niveaus slechts lichtjes hoger waren dan tussen niet-aangrenzende categorieën.

Samenvattend kunnen we stellen dat de onderzoeken waarin de simplex-analyse toegepast werd ter validering van de hypothetische structuur van Bloom's taxonomie, tegenstrijdige resultaten hebben opgeleverd. Zoals aan het einde van paragraaf 1, willen we erop wijzen dat de validiteit van de gebruikte toetsen ten opzichte van de categorieën van de taxonomie hierbij een rol kan gespeeld hebben; op basis van de beschikbare publikaties is dit aspect evenwel veelal niet te verifiëren. Daarnaast is er nog de diversiteit qua leerinhouden en proefgroepen waarmee in de onderzoeken gewerkt werd. Het is wellicht het best in overeenstemming met de bevindingen te stellen dat de hypothese niet zonder meer verworpen kan worden, hoewel nogmaals voorbehoud moet gemaakt worden voor de ordening van de

hogere cognitieve processen (Synthese en Evaluatie) in de oorspronkelijke taxonomie.

4. Causale model-analyse

Met het oog op het toetsen van de hypothetische cumulatieve structuur van de taxonomie ontwikkelde Madaus e.a. (1971; 1973) de zg. causale model-analyse. De onderzoekers maakten daarbij gebruik van de reeds eerder besproken tests van Kropp, Stoker & Bashaw die op basis van de taxonomie geconstrueerd werden.

De gelijkenis met de simplex-analyse bestaat hierin, dat beide methoden de hiërarchische ordening willen toetsen op basis van de mate waarin de variantie van een volgende categorie door deze van een voorafgaande categorie wordt bepaald. In tegenstelling echter met de simplex-analyse die nagaat of de directe relaties tussen aangrenzende niveaus hoger zijn dan tussen niet-aangrenzende niveaus, onderzoekt de causale model-analyse tevens het indirecte verband tussen de categorieën. Hierbij wordt gebruik gemaakt van meerdere regressieprocedures. De coëfficiënt van 'multiple determination' R^2 kan geïnterpreteerd worden als de proportie van de variantie van een afhankelijke variabele, die verklaard wordt door een onafhankelijke variabele. Bijvoorbeeld de omvang van de directe relatie tussen Kennis (K) en Begrijpen (B) wordt bepaald door de grootte van $R^2_{B:K}$ waarbij Begrijpen de afhankelijke variabele is. De omvang van de indirecte relatie tussen Kennis (K) en Toepassing (T) – twee niet-aangrenzende niveaus – wordt gegeven door het verschil tussen $R^2_{T:B,K} - R^2_{T:B}$. M.a.w. deze indirecte relatie is gelijk aan de totale variantie van categorie 3.00 (Toepassing) die verklaard wordt door de categorieën 1.00 (Kennis) en 2.00 (Begrijpen), verminderd met de variantie die toe te schrijven is aan de directe relatie tussen 2.00 en 3.00. Daar de cognitieve processen van het type K (1.00) geïntegreerd zijn in de type B-processen (2.00), zullen de type K- en B-processen uit 3.00 weggewerkt zijn als de directe relatie tussen 2.00 en 3.00 wordt afgetrokken. Bijgevolg mag er geen verband meer gevonden worden tussen de specifieke type T-processen van 3.00 (waaruit de K- en B-processen dus verwijderd zijn) en de type K-processen van 1.00. Algemeen gesteld betekent dit dat er geen significante indirecte verbanden mogen voorkomen. Op basis van de cumulatieve hypothese wordt tevens verwacht, dat de proportie van de variantie verklaard door de directe relaties tussen aangrenzende niveaus gestadig moet toenemen.

De causale model-analyse werd door Madaus c.s. toegepast op diverse mogelijke hiërarchische ordeningen van de taxonomie.

1. De oorspronkelijke hiërarchie.
2. De oorspronkelijke ordening doch met omkering van de categorieën 5.00 en 6.00. Dit sluit aan bij bepaalde bevindingen die in de vorige paragrafen gerapporteerd werden.
3. Een z.g. Y-vormige hiërarchie met als stam de categorieën 1.00 tot 3.00 en dan langs de ene zijde categorie 4.00, langs de andere zijde 5.00 en 6.00. Deze ordening gaat uit van de onderstelling dat de directe relatie tussen 4.00 en 5.00 zeer laag is en dat er een sterk indirect verband bestaat tussen 3.00 en 5.00. Daaruit volgt de volgende ordening:

	1.00
	2.00
	3.00
4.00	5.00
	6.00

De analyse gebeurde op gegevens verzameld door Kropp, Stoker & Bashaw, m.n. de resultaten van 1128 leerlingen van 'grade' 9 tot 12 op de vier tests van genoemde onderzoekers die we vermeld hebben in het begin van de eerste paragraaf. Madaus c.s. controleerden ook het effect van de 'g'-factor (algemene intelligentie) op de relaties tussen de taxonomische niveaus. We beperken ons verder tot de resultaten verkregen in verband met de oorspronkelijke hiërarchie van de taxonomie en de Y-ordening. Vooraf merken we nog op dat in het totaal vijftien paren categorieën, m.a.w. vijftien verbanden, mogelijk zijn: $\frac{1}{2}n(n-1)$, waarbij in dit geval $n = 6$. Van deze vijftien verbanden zijn er tien indirecte en vijf directe relaties.

De causale model-analyse voor de oorspronkelijke ordening van de taxonomie leverde acht sterke indirecte verbanden op, hetgeen in tegenstelling is met de voorspelling op grond van de cumulatieve hypothese. Met betrekking tot de directe relaties steeg de proportie van de variantie die direct door de voorafgaande niveaus wordt verklaard bij de niveaus 1.00 en 3.00, doch daalde van 4.00 tot 6.00. Na eliminatie van de invloed van de 'g'-factor bleef er slechts één indirecte relatie over (nl. tussen 2.00 en 4.00) en verminderden ook de directe relaties in omvang. De auteurs schrijven: 'The tests of the model (...) call into question the validity of the assumed hierarchical structure of the taxonomy and/or the construct validity of the Kropp and Stoker tests' (Madaus e.a., 1971, p. 12).

De gegevens ondersteunden wel de Y-vormige hiërarchie – ook na eliminatie van de 'g'-factor – en het behoud van de categorieën 5.00 en 6.00 in hun

oorspronkelijke ordening. Dit laatste is in tegenstelling met eerder gerapporteerde resultaten van Kropp, Stoker & Bashaw (zie paragraaf 1) en van Crawford in verband met de taxonomie van McGuire (zie paragraaf 2).

De verdere studie van het onderzoeksmateriaal bracht Madaus c.s. tot een interessante nieuwe hypothese omtrent de relaties tussen de taxonomische categorieën. Uit de gegevens bleek duidelijk dat de eenvoudige gedragsvormen van de lagere niveaus niet zonder meer geïntegreerd worden in de hogere niveaus, zoals de cumulatieve hypothese beweert. Veeleer moeten de type K-processen van niveau 1.00 gezien worden als een vector bestaande uit n unieke elementen, bijv. $K = (k_1, k_2, k_3, \dots, k_n)$. Het volgende niveau 2.00 (B) bevat dan niet alle, maar een gedeelte van de elementen van K (bijv. k_1 en k_2), plus de specifieke elementen van type B. Niveau 3.00 (T) echter houdt bijv. eveneens de elementen k_1 en k_2 in, maar tevens k_3 waardoor 1.00 indirect een deel van de variantie van 3.00 verklaart die niet door 2.00 bepaald wordt. De onderzoekers meenden hiermee een model geconstrueerd te hebben dat beter in overeenstemming is met de resultaten van hun studie. Het zou interessant zijn dit model op zijn houdbaarheid te onderzoeken; studies in die zin zijn ons momenteel niet bekend. Het Madaus-model lijkt ons in elk geval realistischer dan de oorspronkelijke hypothese. Het komt ons ook voor dat dit standpunt zich beter leent voor het leggen van de brug naar de 'information processing approach' die de laatste jaren snel opgang heeft gemaakt in het kader van de cognitieve psychologie.

5. Factoranalyse

Kropp, Stoker & Bashaw (1966, p. 91) hebben ook factoranalyse toegepast om de structuur van het systeem Bloom te valideren. Overeenkomstig de cumulatieve hypothese moet de factoriële structuur bestaan uit één algemene factor, vier groepsfactoren en één specifieke factor. De type K-gedragsvormen van 1.00 zijn immers geïntegreerd in alle andere niveaus (=de algemene factor) en categorie 6.00 sluit elementen in die nergens anders aan bod komen (=de specifieke factor). In de overige niveaus komen groepsfactoren voor. Schematisch wordt dit weergegeven in tabel 2.

In een eerste studie vonden Stoker & Kropp (1964) de voorspelde factoriële structuur niet terug. Het betreft hier het onderzoek met twee 'science tests', waarnaar ook reeds in de eerste paragraaf verwezen werd.

Niveaus	F1	F2	F3	F4	F5	F6
1.00	K					
2.00	K	B				
3.00	K	B	T			
4.00	K	B	T	A		
5.00	K	B	T	A	S	
6.00	K	B	T	A	S	E

Tabel 2. Hypothetische factoriële structuur van de taxonomie van Bloom.

Ook in het bredere project gerapporteerd door Kropp, Stoker & Bashaw (1966, p. 91 e.v.) werd factoranalyse toegepast. De factoranalyse werd hier weliswaar ingeschakeld in een studie in verband met de vraag naar de veralgemeenbaarheid van de taxonomische processen over diverse soorten leerinhoud. De verkregen gegevens lieten niettemin toe om de hypothetisch verwachte factoriële structuur te toetsen. Er werden zes factoren gevonden. De eerste kwam in de vier toetsen (zie begin paragraaf 1) voor op alle niveaus van de taxonomie en in alle leerjaren (9 tot 12); m.a.w. het is een algemene factor, wat beantwoordt aan de voorspelde structuur. Van de overige vijf factoren werden er in elk leerjaar tenminste twee als proces-factoren geïdentificeerd, dit vanwege het feit dat de ladingen tot uiting kwamen bij diverse inhouden. In elk leerjaar kwam er tenminste één inhoudsfactor voor, d.w.z. een factor gebonden aan de aard van de leerinhoud. Tenslotte vond men bij ieder leerjaar een z.g. gemengde factor, d.w.z. een factor die variantie bevat welke toe te schrijven is aan de interactie tussen inhoud en proces. Met uitzondering van de algemene factor kwam de verwachte factorstructuur dus ook hier niet duidelijk aan het licht.

Het onderzoek van Crawford (1966) dat reeds eerder ter sprake kwam, bracht evenmin een bevestiging van de hypothese. De onderzoeker constateerde dat de items meer homogeen waren naar inhoud dan naar intellectuele processen.

Ayers (1966) nam een toets bestaande uit veertig meerkeuzevragen af van 297 studenten, onmiddellijk nadat zij een geprogrammeerde instructie-eenheid over de gaswetten hadden bestudeerd. In de toets waren vooral de lagere drie niveaus van de taxonomie vertegenwoordigd, terwijl categorie 6.00 (Evaluatie) helemaal niet aan bod kwam. Phi-inter-item- en tetrachorische inter-item-correlaties brachten respectievelijk vijftien en zestien orthogonale factoren naar voren, die goed overeenkwamen met de vijftien factoren gevonden bij de oblieke rotatie.

Verdere orthogonale rotatie leverde acht factoren op, die konden herleid worden tot de vijf factoren van tweede orde uit de oblieke rotatie. De auteur besloot als volgt: 'In general this factor analytic study of the items within a relatively short test supports Bloom's notion of the hierarchical structure, but there is some question whether or not the same factors and hierarchical order will be confirmed' (p.7).

Anderson (1965) verrichtte een vergelijkende studie tussen een traditioneel en een modern programma voor chemie-onderwijs. Hij maakte daarbij gebruik van een toets om de cognitieve prestaties op de eerste vier niveaus van de taxonomie te bepalen. Deze toets werd als pre- en posttest afgenomen van een groep leerlingen, die de bestudeerde programma's hadden gevolgd. De leerlingen werden nog verder onderverdeeld op basis van hun prestaties op een bekwaamheidstest. Factoranalyses werden uitgevoerd met de cognitieve processen als variabelen. De hiërarchische structuur werd door de resultaten bevestigd.

De onderzoeken waarin de hypothetische hiërarchische structuur van Bloom's taxonomie via factoranalyse werd getoetst, confronteren ons nogmaals met tegenstrijdige resultaten. Wel valt op dat de bevindingen van de studies waarin de zes taxonomische niveaus betrokken werden, alle vrij negatief zijn en derhalve de hiërarchisch-cumulatieve hypothese zeker niet confirmeren.

6. De 'Guttman-Lingoes Smallest Space Analysis'

De 'Guttman-Lingoes Smallest Space Analysis' (SSA-1) is in vergelijking met factoranalyse een meer geperfectioneerde en meer geëigende methode voor het valideren van hiërarchische classificatieschema's (Geisinger, 1973). De techniek laat toe om zowel de hiërarchische hypothese als de algemeenheid van Bloom's cognitieve processen over diverse leerinhouden te onderzoeken (Stoker & Kropp, 1971, p. 469). Indien deze beide onderstellingen houdbaar zijn, dan moeten de grafieken die de Guttman-Lingoes-techniek oplevert een radex-structuur vertonen.

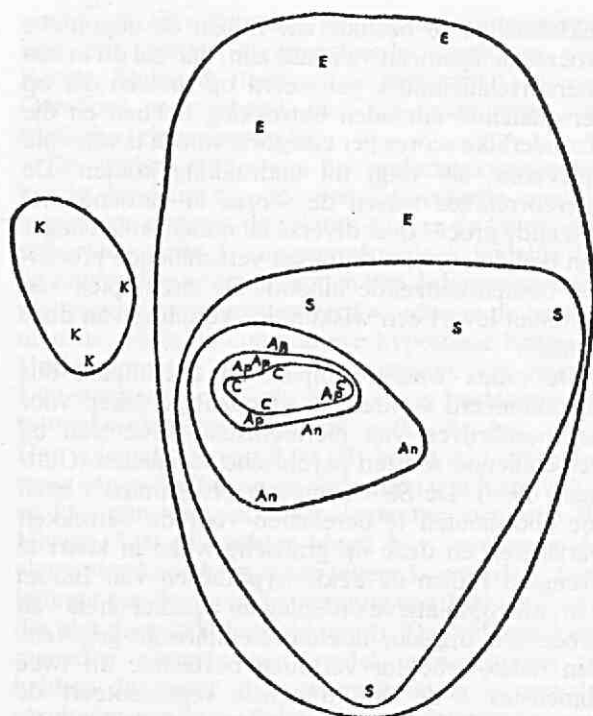
Een dergelijke radex is een combinatie van een simplex-model en een circumplex-model. De simplex-analyse als methode voor het valideren van de hiërarchische structuur hebben we besproken in de tweede paragraaf. De circumplex-analyse werd door Kropp, Stoker & Bashaw reeds in 1966 gehanteerd om de generaliseerbaarheid van de cognitieve processen uit de taxonomie over verschillende

vakinhouden te bestuderen. Indien de cognitieve processen algemeen van aard zijn, dan zal dit in een intercorrelatiematrix gebaseerd op toetsen die op verschillende inhouden betrekking hebben en die afzonderlijke scores per categorie van de taxonomie opleveren, als volgt tot uitdrukking komen. De intercorrelaties tussen de scores in verband met hetzelfde proces over diverse inhouden zullen hoger zijn dan de correlaties tussen verschillende processen binnen eenzelfde inhoud. De circumplex van Guttman levert een wiskundige vertaling van deze relaties.

De radex waarin simplex en circumplex dus gecombineerd worden, is adequaat gebleken voor het beschrijven van hiërarchische structuren bij verschillende soorten psychische variabelen (Guttman, 1954). De SSA-computer programma's laten toe coördinaten te berekenen voor de betrokken variabelen en deze op grafische wijze in kaart te brengen. Indien de beide hypothesen van Bloom c.s., nl. cumulatieve ordening en algemeenheid van processen, opgaan, moeten de empirische gegevens een radex-structuur vertonen bestaande uit twee dimensies: de ene dimensie representeert de complexiteit van de processen, de andere dimensie de algemeenheid van de processen over diverse inhouden. Stoker & Kropp (1971, p. 471) lichten dit als volgt toe: 'the relationships between tests of differing process levels should decrease as the distance between them on the complexity dimension increases; tests of the same process level should have higher intercorrelations than tests of different process levels. These relationships will be reflected by the distance between the tests when plotted in two space'. De verwachte vorm van de grafiek is een stel concentrische cirkels die van binnen naar buiten de toenemende complexiteit weergeven.

Stoker & Kropp (1971) pasten de Guttman-Lingoes SSA-1-techniek toe op de intercorrelatiematrices uit de reeds meermaals vernoemde studie van 1966 (Kropp, Stoker & Bashaw). We brengen even in herinnering dat in dit onderzoek gewerkt werd met vier toetsen, waarvan twee met een 'sciences'-inhoud en twee met een 'social sciences'-inhoud. De toetsen werden afgenomen bij leerlingen van de 'grades' 9 tot 12 (ongeveer 1200 leerlingen per leerjaar). De Guttman-Lingoes-methode werd toegepast op de gegevens van elk leerjaar afzonderlijk en voor de vier leerjaren samen. Aldus verkregen de onderzoekers vijf grafieken. Ter illustratie geven we in figuur 2 de grafiek betreffende de gegevens van alle leerjaren samen.

In elk van de vijf grafieken was er enige evidentie aanwezig voor het bestaan van een radex-structuur.



K = Knowledge
C = Comprehension
Ap = Application
An = Analysis
S = Synthesis
E = Evaluation

Figuur 2. Guttman-Lingoes SSA-I-grafiek op grond van de gegevens voor alle leerjaren samen (Stoker & Kropp, 1971, p. 472).

Voor de leerjaren 9, 10, 12 en voor alle leerjaren samen (zie figuur 2) werd het centrum van de grafiek gevormd door de subtests die categorie 2.00 representeren, met daaromheen de tests voor de niveaus 3.00 4.00 5.00 en 6.00 die zich in deze volgorde van het centrum verwijderden. Voor leerjaar 11 werd het centrum gevormd door een combinatie van 2.00- en 3.00-tests. De belangrijkste afwijking van het verwachte patroon werd in elke grafiek gevormd door de Kennis-subtests. De groepering van deze tests in elk leerjaar weerspiegelt hun hoge onderlinge correlatie, doch hun positie in de grafiek wijst op een gering verband met de andere categorieën. Een gelijkaardig patroon maar veel minder uitgesproken, werd vastgesteld bij de Evaluatie-subtests in de grafieken voor de leerjaren 11, 12 en voor alle leerjaren samen.

Deze studie van Stoker & Kropp ondersteunt dus tot op zekere hoogte de hypothetische hiërarchische structuur van de taxonomie. Er zijn ons evenwel geen replicatie-onderzoekingen bekend, zodat vooralsnog moet gewacht worden met het trekken van

algemene conclusies. Wel kan gesteld worden dat de Guttman-Lingoes-techniek een adequate valideringsprocedure is voor hiërarchische classificatiesystemen.

7. Hiërarchische syndroom-analyse

De hiërarchische syndroom-analyse werd door Smith (1968) toegepast om de structuur van de taxonomie te toetsen. Als basismateriaal werd nogmaals gebruik gemaakt van de correlatiematrix uit de studie van Kropp, Stoker & Bashaw (1966).

Hiërarchische syndroom-analyse is een statistische methode voor het klasseren van elementen (personen, objecten, ...) in een hiërarchisch systeem op basis van indices van associatie tussen deze elementen. Smith (1968, p. 125) ontleende deze methode aan McQuitty (1966) en omschreef de bedoeling en de aard ervan als volgt: 'Hierarchical classification is designed to improve and purify data as it proceeds, each successive category is intended to become a better representative of a type as it exists in theory. The method involves the selection of pairs of objects which are indicative of types, i.e., have common characteristics. It then expands and improves the types by incorporating additional objects and eliminating characteristics which are irrelevant to the description of types'.

Wat de notie type betreft, stelt McQuitty (1966, p. 578) dat *ij* alleen dan een type constitueert wanneer het verband tussen de elementen *i* en *j* hoger is dan het verband tussen *i* en *k*; van de andere kant constitueert *ik* enkel dan een type wanneer de relatie omgekeerd is, m.a.w. wanneer het verband tussen *i* en *k* groter is dan tussen *i* en *j*. Zijn de verbanden gelijk dan vormen noch *ij* noch *ik* een type. Dit noemt McQuitty het principe van de classificatie volgens wederkerige paren.

Ter illustratie van de methode volgt hier een voorbeeld ontleend aan McQuitty (1966, p. 579-581). De analyse vertrekt van een matrix van correlaties tussen vijf subjecten (Matrix 1). In deze matrix zoekt men de hoogste correlatie. Dit is de coëfficiënt .62 die het verband uitdrukt tussen C en D. CD vormt het eerste wederkerige paar.

Matrix 1

	B	C	D	E	F
B	—	.60	.49	.24	.43
C	.60	—	.62	.46	.51
D	.49	.62	—	.40	.57
E	.24	.46	.40	—	.56
F	.43	.51	.57	.56	—

Matrix 2

	B	CD	E	F
B	—	.49	.24	.43
CD	.49	—	.40	.51
E	.24	.40	—	.56
F	.43	.51	.56	—

Matrix 2 wordt vervolgens afgeleid van Matrix 1 door het reduceren van de kolommen C en D tot één enkele kolom CD. Dit gebeurt volgens de z.g. 'classification-assumption'; deze onderstelling komt hierop neer, dat de laagste correlatie die de afzonderlijke leden van het wederzijdse paar (C en D) hebben met een ander element (bijv. B) ook de correlatie uitdrukt tussen dat paar en het betreffende element. In Matrix 1 is de correlatie tussen C en B .60 en tussen D en B .49. De laagste van deze twee waarden (.49) wordt nu genomen als uitdrukking van de correlatie tussen het paar CD en B. Deze waarde komt dan ook voor in Matrix 2 op de intersectie van kolom B en rij CD. Op dezelfde wijze wordt de correlatie tussen CD en E en tussen CD en F bepaald. Daarna zoekt men opnieuw de hoogste correlatie in Matrix 2. Op deze matrix wordt nu dezelfde procedure toegepast als op Matrix 1 en zo gaat men door tot alle elementen opgebruikt zijn. Langs deze weg komt men tot Matrix 3 en 4.

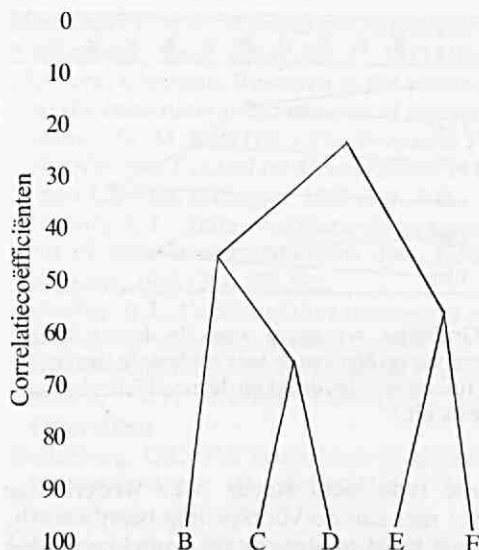
Matrix 3				Matrix 4		
	B	CD	EF		BCD	EF
B	—	49	24	BCD	—	24
CD	49	—	40	EF	24	—
EF	24	40	—			

Het eindresultaat wordt grafisch voorgesteld in figuur 3. Daarin wordt getoond dat '... Persons C and D first joined one another with an index of 62, and were followed in order by E and F with an index of 56, B and CD with an index of 49, and finally BCD and EF with an index of 24:

Deze vrij lange uitweiding leek ons noodzakelijk om de hiërarchische syndroom-analyse voldoende toe te lichten, maar laat ons nu terugkeren naar het onderzoek van Smith (1968) waarin de techniek werd toegepast op het materiaal van Kropp, Stoker & Bashaw in verband met de taxonomie van Bloom.

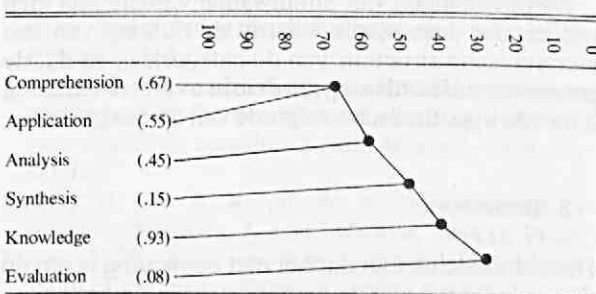
Op grond van de hiërarchisch-cumulatieve hypothesen formuleerde Smith de volgende voorspelling met betrekking tot het resultaat van de hiërarchische syndroom-analyse. De grafische weergave van de analyse mag slechts één wederkerig paar vertonen dat gerepresenteerd wordt door de hoogste correlatie in de matrix; bij dit wederkerige paar moeten zich dan achtereenvolgens de aangrenzende categorieën voegen.

De zestien grafieken die de onderzoeker verkreeg door analyse van de correlatiematrix (vier tests toegepast in de vier leerjaren 9 tot 12) uit het werk van Kropp c.s., konden tot twee types teruggebracht worden.



Figuur 3. Grafische weergave van een voorbeeld van hiërarchische syndroom-analyse volgens McQuitty (1966).

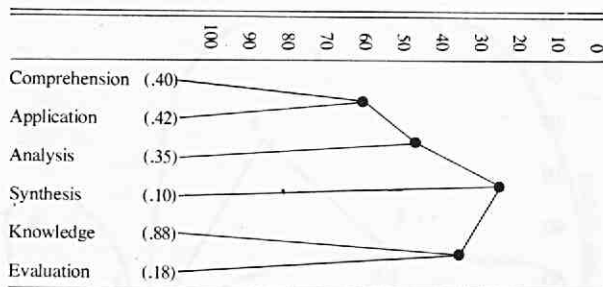
Het eerste type waarvan figuur 4 een voorbeeld geeft, kwam in zes grafieken voor.



Figuur 4. Grafische weergave van de hiërarchische syndroom-analyse op één van de vier tests in leerjaar 11. (De getallen tussen haakjes geven de moeilijkheidsgraad van de subtests aan.)

In deze zes gevallen vormden de categorieën 2.00 Begrijpen en 3.00 Toepassen steeds het wederkerige paar. Vervolgens werd dit paar steeds verbonden met 4.00 Analyse en daarna in vier van de zes grafieken met 5.00 Synthese, in de overige twee met 1.00 Kennis. Wat de volgorde betreft waarin de dan nog resterende subtests zich bij de voorafgaande voegen, was er nogal wat variatie tussen de zes grafieken.

Het tweede type grafieken waarvan figuur 5 een voorbeeld is, werd teruggevonden in de overige tien grafieken.



Figuur 5. Grafische weergave van de hiërarchische syndroom-analyse op één van de vier subtests in leerjaar 9. (De getallen tussen haakjes drukken de moeilijkheidsgraad van de subtests uit.)

Dit tweede type hield steeds twee wederkerige paren in, wat niet aan de voorspelling beantwoordt. Het eerste paar werd, zoals in de zes grafieken van het eerste type, telkens gevormd door de categorieën 2.00 en 3.00; ook hier werd dit paar steeds vervoegd door categorie 4.00. Ten aanzien van het tweede paar was er weinig consistentie te constateren in de tien grafieken; de onderzoeker meende trouwens dat men aan dit tweede wederkerig paar niet veel betekenis moet hechten.

De bevindingen van Smith samenvattend kan men stellen, dat deze studie wijst in de richting van een hiërarchische structuur van de categorieën en dat de geconstateerde ordening ten dele in overeenstemming is met de hypothetische volgorde van de categorieën.

8. Besluiten

Het zal duidelijk zijn dat het niet eenvoudig is om uit de bevindingen van de gerapporteerde onderzoeken algemene conclusies te trekken. Niet alleen leiden de verschillende valideringsmethoden tot uiteenlopende resultaten, maar zelfs bij eenzelfde methode die in diverse studies werd toegepast komen tegenstrijdige uitslagen voor. Wanneer we de best uitgevoerde onderzoeken als leidraad nemen (bijv. het werk van Kropp, Stoker & Bashaw en van Madaus e.a.) dan wijzen de resultaten eerder op een bevestiging – al is deze vaak niet erg overtuigend – dan wel op een ontkenning van de hiërarchische structuur. De hypothetische ordening van de lagere niveaus van de taxonomie blijkt het meest in overeenstemming te zijn met de geobserveerde onderzoeksgegevens. De ordening van de hogere categorieën daarentegen, inz. Synthese en Evaluatie roept veel vragen op (zie bijv. de resultaten verkregen door Kropp, Stoker & Bashaw via simplex-analyse).

Merkwaardig is dat in de zeventiger jaren nog weinig validatiestudies werden ondernomen. De belangstelling is blijkbaar over het hoogtepunt heen; in het onderwijskundig onderzoek komen modeverschijnselen trouwens wel meer voor. Toch menen wij dat gezien de invloed van taxonomieën op de onderwijspraktijk, empirische toetsing van dergelijke systemen zinvol en nuttig blijft. Het is dan evenwel belangrijk om bij het opzetten van nieuwe onderzoeken rekening te houden met de gerapporteerde bevindingen en tevens met de recente ontwikkelingen in de studie van cognitieve processen.

Allicht kan men stellen dat de hiërarchisch-cumulative hypothese zoals ze geformuleerd werd door Bloom c.s., een nuttige leidraad was voor de ontwerpers van de taxonomie, maar dat deze onderstelling na een meer diepgaande analyse toch wel te simplistisch blijkt. Het alternatief voorgesteld door Madaus (zie paragraaf 4) komt ons derhalve als meer realistisch voor. Vertrekkende van een dergelijke opvatting zou men de studie van de taxonomie verder kunnen zetten mede vanuit een andere invalshoek, die erop gericht is de procesmatige aspecten van de verschillende categorieën te achterhalen. Daartoe kan men aansluiting zoeken bij de recent heroplevende studie van het denken in Europa in het algemeen en in ons taalgebied in het bijzonder (zie Leren denken, anno 1975), alsook bij de Amerikaanse cognitieve psychologie waarin de mens als informatieverwerker centraal staat (Klahr, 1976; Resnick, 1976).

Noten

1. Enige informatie over studies i.v.m. de externe validiteit van de taxonomie van Bloom vindt men in Van Bouwel (1976).
2. Over de specifieke moeilijkheden van deze testconstructie zie Kropp, Stoker & Bashaw, 1965-66, p. 70-74.

Literatuur

- Anderson, June S., A comparative study of chemical educational material study and traditional chemistry in terms of students' ability to use selected cognitive processes. *Dissertation Abstracts*, 1965 (25), p. 5147.
- Ayers, J.D., *Justification of Bloom's taxonomy by factor analysis*. Paper presented at the meeting of the American Educational Research Association, Chicago, 1966.

- Bloom, B.S. (Ed.), *Taxonomy of educational objectives. The classification of educational goals. Handbook 1 : cognitive domain*. New York, Longmans, Green & co., 1956, 207 pp.
- Cox, R.C., Item selection techniques and evaluation of instructional objectives. *J.educ. Measmt*, 1965 (2), 181-187.
- Crawford, W.R., A validation of the structure and generability of a taxonomy of intellectual processes. *Dissertation Abstracts*, 1966 (27A), p. 947.
- Crawford, W.R., Item difficulty as related to the complexity of intellectual processes. *J.educ.Measmt*, 1968 (5), 103-107.
- De Corte, E., *Onderwijsdoelstellingen*. (Studia Paedagogica). Leuven, Universitaire Pers, 1975 (tweede druk), IX-200 pp.
- De Landsheere, Viviane & De Landsheere, G., *Définir les objectifs de l'éducation*. Liège, G. Thone, 1975, 293 pp.
- Geisinger, R.W., Construct validation of hierarchical taxonomies of educational objectives. *Educ.Technology*, 1973 (13), nr 5, 26-29.
- Guttman, L., A new approach to factor analysis : the radex. In : P. Lazarsfeld (Ed.), *Mathematical thinking in the social sciences*, Glencoe Ill., The Free Press, 1954.
- Horn, R., *Lernziele und Schülerleistung, Die Evaluation von Lernzielen in kognitiven Bereich*. Weinheim-Berlin, Beltz Verlag, 1972, 126 pp.
- Johnson, S.R., Relationships among cognitive and affective outcomes of instruction. *Dissertation Abstracts*, 1967 (27A), p 3724.
- Klahr, D., *Cognition and instruction*. Hillsdale, New Jersey, Lawrence Erlbaum Ass., 1976, XIII-361 pp.
- Kropp, R.P., Stoker, H.W. & Bashaw, W.L., *The construction and validation of tests of the cognitive processes as described in the 'taxonomy of educational objectives.'* Cooperative research project no 2117. Florida State University, Institute of Human Learning and Department of Educational Research and Testing, 1966, 176 pp. + bijlagen.
- Kropp, R.P., Stoker, H.W. & Bashaw, W.L., The validation of the 'taxonomy of educational objectives'. *J.exp.Educ.*, 1965-1966 (34), no. 3, 69-76.
- Leren denken anno 1975. *Pedag. Stud.*, 1975 (52), 363-413 (themanummer).
- Madaus, G.F. et al., *A causal model analysis suggests modification of the cumulative hierarchical structure assumed in Bloom's taxonomy of the cognitive domain*. Paper presented at the annual meeting of the AREA, New York, Febr. 1971, 63 pp.
- Madaus, G.F. et al., A causal model analysis of Bloom's taxonomy. *Amer. Educ. Res.J.*, 1973 (10), 253-262.
- McGuire, Christine, Research in the process approach to the construction and analysis of medical examinations. - In : M. Katz (Ed.), *The Twentieth Yearbook of the National Council on Measurement in Education*. East Lansing, Michigan, 1963 (20), 7-16.
- McQuitty, L.L., Improved hierarchical syndrom analysis of discrete and continuous data, *Educ. psychol. Measmt*, 1966 (26), 577-582.
- Mehaffey, B.J., *Validity of the taxonomy of educational objectives : cognitive domain, tested in a controlled teaching situation with social science subject matter*. Ithaca, N.Y., Cornell University, 1967, 95pp. (Microfilm).
- Mellenberg, G.I., Het beoordelen en klassificeren van meerkeuze-items uit studietoetsen. *Nederl. Tijdschr.Psych.*, 1971 (26), 518-550.
- Michael, Joan J., Structure of intellect theory and the validity of achievement examinations. *Educ.psychol.Measmt*, 1968 (28), 1141-1149.
- Resnick, Lauren B. (Ed.), *The nature of intelligence*. Hillsdale, New Jersey, Lawrence Erlbaum Ass., 1976, X-364 pp.
- Smith, R.B., *An analysis of the scalability of the 'Knowledge' and 'Comprehension' levels of the Taxonomy of educational objectives: cognitive domain*. Paper read at the annual meeting of the AREA, Chicago, 1965.
- Smith, R.B., An empirical examination of the assumptions underlying the 'taxonomy of educational objectives: cognitive domain'. *J.educ.Measmt*, 1968 (5), 125-128.
- Stoker, H. W. & Kropp, R. P., Measurement of cognitive processes. *J. educ. Measmt*, 1964(1), 39-42.
- Stoker, H.W. & Kropp, R.P., An empirical validity study of the assumptions underlying the structure of cognitive processes using Guttman-Lingoes Smallest Space Analysis. *Educ.psychol.Measmt*, 1971 (31), 469-473.
- Van Bouwel, J., *Inhoud, structuur en toepassingen van Bloom's taxonomie van onderwijsdoelen, cognitief domein. Een kritische literatuurstudie*. Leuven, Facult. Psychol & Pedag. Wetensch., niet-gepubliceerde licentiaatsverhandeling, 1976, VII-176 pp.

Curricula vitae:

- E. De Corte, zie Ped. Studiën 54(5), 175
- J. Van Bouwel, licentiaat in de pedagogische wetenschappen, afstudeerrichting Onderwijskunde (1976).