

Welk beeld hebben natuurkunde studenten van natuurkundigen?

Piet Lijnse
Vakgroep Natuurkunde-Didactiek
Rijksuniversiteit Utrecht

Summary

What image do first year university physics students have from professional physicists? This question has been investigated using a semantic differential approach. To enable a better interpretation the students' image of physicists is compared with their image of social scientists.

Both images appear to be markedly different. The students' image of physicists appears to conform reasonably well both to the characteristics of physicists that can be found in the literature and to the ideas of more experienced students and physicists themselves.

Inleiding

Op grond van een literatuurstudie is in een vorig artikel beargumenteerd dat de 'gemiddelde' professionele academische natuurkundige in meer of mindere mate gekenmerkt kan worden door bepaalde persoonskenmerken. Kenmerken die, binnen een traditionele wetenschapsopvatting, in zekere zin als functioneel gezien kunnen worden voor een natuurkundige wetenschapsbeoefening (Lijnse, 1985). Zelfs op de middelbare school lijkt al een zekere samenhang tussen persoonskenmerken van leerlingen en vakkenkeuze geconstateerd te kunnen worden als althans buitenlands onderzoek naar de nederlandse situatie geëxtrapoleerd mag worden.

Aangezien eerste-jaars natuurkunde studenten in overgrote meerderheid hopen en verwachten later zelf wetenschappelijk onderzoek te kunnen verrichten, zonder daar overigens een al te duidelijk beeld van te hebben (Foekema e.a., 1974, Lijnse, 1984), doet zich de vraag voor in hoeverre deze studenten zich bewust zijn van deze 'gemiddelde natuurkundige'. En in hoeverre ze zich daarmee ook verwant voelen. Deze vragen vormen een deelprobleem van een bredere vraagstelling, n.l.: met welke denkbeelden omtrent 'natuurkunde' eerste-jaars natuurkunde-studenten eigenlijk de universiteit binnenkomen. In verband met

het ontwikkelen van een nieuw eerste-jaars onderwijsprogramma 'Natuurkunde en Samenleving' hebben we naar deze denkbeelden een oriënterend onderzoek gedaan (1). In dit artikel wil ik me echter beperken tot de denkbeelden omtrent de natuurkundige.

Onderzoeksoptzet en uitvoering

Het onderzoek vond plaats door middel van een vragenlijst die werd voorgelegd aan eerste-jaars studenten met hoofdvak natuur- en sterrenkunde of bijvak natuurkunde. Dit is gedaan in de maand oktober, dus nog in het begin van hun studie. De bedoeling van de vragenlijst is zowel mondeling als schriftelijk toegelicht. De uitreiking gebeurde op naam aan het eind van een normaal natuurkundecollege; niet uitgereikte exemplaren zijn daarna per post verstuurd. De vragenlijst was anoniem. Ingevulde exemplaren konden persoonlijk of per post worden ingeleverd. Na vier weken is een schriftelijke 'aanmaning' rondgestuurd.

Omdat een geprecodeerde gesloten vragenlijst altijd slechts globale informatie verschaft, die mogelijk interpretatieproblemen biedt bij het uitwerken, is ook nog een vijftal interviews afgenomen. Vijf vrijwilligers hebben, nadat ze de vragenlijst hadden ingevuld, hun antwoorden toegelicht en de vraagstelling becommentarieerd.

De precieze respons op de vragenlijst is enigszins onduidelijk omdat op het moment van afname reeds een aantal eerste-jaars was omgezwaaid, of van de universiteit verdwenen. Op grond van informatie van de studiementor schatten wij de respons op 65%. Het aantal geretourneerde vragenlijsten bedroeg 71. Er is geen verder uitval-onderzoek gedaan naar de groep van non-respondenten. Om een uitgebreider referentiekader te scheppen voor de interpretatie van de vragenlijst is ze ook voorgelegd aan twee groepen oudere-jaars studenten (vijfde jaars of meer, totaal 23 respondenten), die bezig waren met het volgen van hun leraarsopleiding. Vanwege deze keuze voor de leraarsopleiding kan deze groep niet zonder meer als representatief voor alle oudere-jaars worden gezien.

Het onderzoeksinstrument

In het onderzoek is gebruik gemaakt van de methode van de 'semantische differentiaal'. (zie bijv. Duyker, Dudink en Vroon 1981, p.234; de Landsheere, 1973, p.168; Fishbein en Ajzen, 1975, p.73; Brown and Brown, 1972). Deze methode wordt in de psychologie veel gebruikt in attitude-onderzoek en om de psychologische betekenis van begrippen te meten. (... it is probably today's most widely used attitude-measuring instrument, Fishbein en Ajzen, 1975). Een semantische differentiaal bestaat uit een aantal schalen, ieder bestaande uit twee polair tegengestelde woorden (b.v. goed-slecht, mooi-lelijk), gescheiden door een 7-punts verdeling (zie tabel 1).

De proefpersoon krijgt nu een stimulus-begrip aangeboden en moet dan

vervolgens dit begrip scoren op ieder van de 7-puntsschalen. In het geval van attitude-onderzoek zijn de meeste schalen van zuiver evaluatieve aard, vanwege de 'evaluative and affective nature' van het attitude begrip. In ons geval ging het echter niet om dit type attitude-onderzoek, maar om de vraag naar 'het beeld van de natuurkundige' bij eerste-jaars natuurkundestudenten. Zo'n beeld is veeleer opgebouwd uit meer of minder bewuste, mede 'inhoudelijk' gekleurde meningen en (voor-)oordelen, die in sterkere of zwakkere mate worden aangehangen. Daarom bestaat ons instrument niet uit puur affectieve en evaluatieve schalen (goed-slecht, etc) maar uit schalen die weliswaar een affectieve lading hebben, doch tevens betrekking hebben op cognities ('opinions, beliefs') ten aanzien van het te onderzoeken object. (b.v. objectief-subjectief). Aangezien in de bijgevoegde instructie van de studenten gevraagd werd aan te geven in hoeverre de gegeven, bipolair geordende, stimulus-woorden van toepassing zijn op het te onderzoeken object, kunnen we zeggen dat we, in termen van Fishbein en Ajzen (1975), voor ieder van de schalen een 'belief-strength' meten.

De keuze van de twintig schalen is gedaan op grond van in de literatuur vermelde persoons-eigenschappen van natuurkundigen (Lijnse, 1985) en op grond van in verwant onderzoek gebruikte schalen (Brush, 1979, Leijdesdorff e.a. 1980; Mikelskis 1981). Daarbij is er voor gezorgd dat er zowel persoonskenmerken zijn opgenomen die gezien kunnen worden als functioneel voor een goede beroepsuitoefening, als kenmerken die liggen op het gebied van omgaan met sociale relaties en emotionaliteit 2) (zie tabel 1).

De schalen zijn in willekeurige volgorde gerangschikt, waarbij er voor gezorgd is dat aan dezelfde kant van de schalen, woorden met duidelijk positieve en negatieve gevoelswaarde elkaar afwisselen.

Aan de studenten is gevraagd op deze twintig schalen aan te geven wat zij van toepassing vinden voor de 'gemiddelde natuurkundige'. Oorspronkelijk was als stimulus-begrip de 'typische natuurkundige' gekozen, maar hiertegen werd het bezwaar aangevoerd dat deze formulering wellicht te sterk zou appelleren aan gangbare overdreven stereotyperingen. Op zich lijkt het inderdaad veelzeggender, afgezien nog van het voorgaande bezwaar, een beeld te krijgen van wat de studenten zien als de 'gemiddelde natuurkundige', omdat dit nauwer zou kunnen aansluiten bij hun zelfbeeld. Een bezwaar van vragen naar 'het gemiddelde' kan echter wel zijn dat de vraagstelling alleen al de neiging oproept tot een weinig extreme scoring. Dit is echter niet verder nagegaan. Omdat een interpretatie van absolute scores op persoons-eigenschappen zeer lastig is (zie: Lijnse, 1985, noot 3) is gestreefd naar een relatieve meting. Dit is gedaan door een aparte meting van het beeld van de 'gemiddelde sociale wetenschapper'. Het voordeel hiervan is dat dit een groep mensen is met een enigszins vergelijkbare sociaal-economische en intellectuele achtergrond waardoor eventuele

verschillen veelzeggender zijn. We sluiten hiermee natuurlijk wel aan bij het gebruikelijke onderscheid tussen β - en γ -wetenschappen, wat, zoals bekend, ook wel vertaald wordt in 'zachte' en 'harde' wetenschappen. De resultaten kunnen derhalve ook geïnterpreteerd worden vanuit de vraag in hoeverre het beeld van de wetenschapsgebieden geïdentificeerd wordt met het beeld van de beoefenaars van deze wetenschapsgebieden. Om een onafhankelijke scoring van de beelden van beide soorten wetenschappers te waarborgen, is niet alleen in de instructie gevraagd de scoringen niet onderling te vergelijken, maar zijn ook een aantal schalen voor de sociale wetenschapper omgekeerd ten opzichte van de overeenkomstige schalen voor de natuurkundige. Tenslotte zijn twee 5-punts Likert schalen (zie tabel 3) toegevoegd, waarin de studenten gevraagd werden in hoeverre zij zichzelf verwant voelden (1 = heel erg; 5 = helemaal niet) met de beide beelden die zij zelf ingevuld hadden. Tenslotte zij vermeld dat het beschreven instrument ter inhoudelijke en methodologische beoordeling is voorgelegd aan een aantal fysici, vakdidactici en methodologen, en op grond van hun commentaar is bijgesteld. Verdere empirische validering is niet toegepast.

Resultaten

Tabel 1 geeft de antwoordprofielen weer van de eerste-jaars natuurkunde-studenten voor zowel de gemiddelde natuurkundige als de gemiddelde sociale wetenschapper. Ook zijn de resultaten voor de oudere-jaars studenten aangegeven. De verschillen in de beantwoording tussen de beelden van de natuurkundige en van de sociale wetenschapper zijn voor de eerste-jaars en oudere-jaars groep afzonderlijk getoetst met een gepaarde T-test. Voor de eerste-jaars ($n=71$) bleken de verschillen op 17 schalen significant ($p < 0,01$) en voor de oudere-jaars ($n=23$) op 10 schalen ($p < 0,01$).

Ook het verschil in het beeld van de natuurkundige tussen eerste en oudere jaars is getoetst, maar dat bleek op geen enkele schaal tot significantie te leiden ($p < 0,05$). Eenzelfde procedure voor het beeld van de sociale wetenschapper gaf 5 significant verschillende schalen ($p < 0,05$).

Overzien we de absolute scores op alle twintig schalen, dan springt per groep studenten direct het grote en systematische verschil in het oog tussen de 'gemiddelde natuurkundige' en de 'gemiddelde sociale wetenschapper', terwijl de scores van beide groepen studenten grote overeenkomst vertonen.

Teneinde de verschillen in het beeld van de natuurkundige en de sociale wetenschapper beter te kunnen interpreteren is op de resultaten voor de eerste-jaars groep een exploratieve factor-analyse toegepast. Een drie-factor oplossing bleek voor het beeld van de natuurkundige een zeer bevredigende structuur op te leveren. Tabel 2 geeft deze

creatief	1	2	o	3	x+	4	5	6	7	fantasieloos				
eerzuchtig	1	2		3	+	x4	5	6	7	niet eierzuchtig	x		x	
onpartijdig	1	2		3o	+	4	x	5	6	7	bevooroordeeld	x		
nieuwsgierig	1	2	+	3	x	4	5	6	7	ongeïnteresseerd	x			
intelligent	1	2		3	x	4	5	6	7	dom	x	x		
verstandig	1	2		3	+	4	5	6	7	onverstandig				
betrouwbaar	1	2		3	+	4	5	6	7	onbetrouwbaar	x			
objectief	1	2		3	+	4	x	5	6	7	subjectief	x	x	
eerlijk	1	2		3	+	x4	5	6	7	oneerlijk				
ijverig	1	2		3	x	4	5	6	7	lui	x	x		
star	1	2		3	+	4o	x	5	6	7	flexibel	x		
conservatief	1	2		3	+	4o	5	6	7	progressief	x	x	x	
hard	1	2		3	+	4	x	5	6	7	zacht	x	x	
egocentrich	1	2		3+		4x	5	6	7	sociaal	x	x	x	
ongevoelig	1	2		3	+	4	x	5	6	7	gevoelig	x	x	x
gesloten	1	2		3	+	4	o	5	6	7	open	x	x	
koud	1	2		3	+	o4	x	5	6	7	warm	x		
berekenend	1	2		3		o4	x	5	6	7	spontaan	x	x	x
rationeel	1	2		o3	+	4	x	5	6	7	intuïtief	x	x	
sceptisch	1	2	o	3	+	4	x	5	6	7	van goed vertrouwen	x		
<p> ○ ——— ○ 1e jrs.: natuurkundigen (n = 71) + oudere jaars: natuurkundigen (n = 23) ○ - - - - ○ 1e jrs.: soc.Wetenschapper x oudere jrs.: soc.wetenschapper o universitaire natuurkundigen </p>											gepareerde T-test: 1e jrs (p < 0,01)	gepareerde T-test: oudere jrs. (p < 0,01)	T-test soc.: 1e jrs. - 0.jrs (p < 0,05)	
<p>* De volgorde en ordening van de schalen in deze tabel heeft plaats gevonden op grond van een onderliggende factor-structuur en wijkt derhalve af van het feitelijk gebruikte instrument.</p>														
<p>Tabel 1: Profiel van de gemiddelde natuurkundige en sociale wetenschapper</p>														

Tabel 2

Factorstructuur van het beeld dat de onderzochte groep 1e jaarsstudenten had van de gemiddelde natuurkundige.

	factor 1	factor 2	factor 3	
1. creatief	0,48			fantasieloos
2. eerzuchtig	0,60			niet eerzuchtig
3. onpartijdig	0,49			bevooroordeeld
4. nieuwsgierig	0,70			ngeïnteresseerd
5. intelligent	0,65			dom
6. verstandig	0,51			onverstandig
7. betrouwbaar	0,50			onbetrouwbaar
8. objectief	0,80			subjectief
9. eerlijk	0,58			oneerlijk
10. ijverig	0,57			lui
11. star	- 0,42	0,49		flexibel
12. conservatief		0,79		progressief
13. hard		0,40		zacht
14. egocentrisch		0,64		sociaal
15. ongevoelig		0,53		gevoelig
16. open		- 0,40	0,66	gesloten
17. warm			0,67	koud
18. spontaan			0,70	berekenend
19. intuïtief			0,60	rationeel
20. van goed vertrouwen			0,41	sceptisch

structuur weer, waarbij alleen factorladingen groter dan 0,32 zijn weergegeven (berekend met behulp van SPSS, varimax rotatie, Kaiser normalisatie).

De door deze drie factoren verklaarde variantie bedraagt 50,5%. De overeenkomst tussen oudere-jaars en eerste jaars studenten ten aanzien van hun beeld van de natuurkundige volgt ook uit het feit dat de factorstructuur niet essentieel verandert wanneer een factoranalyse op beide groepen gezamenlijk wordt uitgevoerd (op de oudere jaars groep afzonderlijk kan vanwege het kleine aantal studenten (n=23) geen betrouwbare factor-analyse worden uitgevoerd).

Op de vraag met wie zij zichzelf verwant voelden werd door de eerste-jaars geantwoord zoals weergegeven in tabel 3.

Tot zover een weergave van de kwantitatieve analyse.

Tabel 3

Met wie voel je jezelf verwant
(n=71) (in %)

	heel erg		helemaal niet			gem. score	std. dev.
	1	2	3	4	5		
met de gem. natuurkundige	0	29	32	25	13	3,22	1,02
met de gem. soc. wet.	0	18	21	27	35	3,79	1,11

Interpretatie en discussie

Overzien we de absolute scores op de twintig schalen, dan vallen twee aspecten onmiddellijk op. In de eerste plaats is er een duidelijk verschil in het beeld van de gemiddelde natuurkundige en de gemiddelde sociale wetenschapper, zoals dat zowel door oudere-jaars als eerste-jaars studenten wordt gezien. Blijkbaar wordt het beeld van 'de wetenschapper' genuanceerd in de 'nieuwsgierige rationale natuurkundige' en de 'intuïtieve subjectieve sociale wetenschapper'. Dit duidt er op dat eventuele stereotype opvattingen over 'harde' en 'zachte' wetenschap inderdaad leiden tot dezelfde stereotype opvattingen ten aanzien van de beoefenaars van beide typen wetenschap. Deze stereotypering valt niet zonder meer samen met een evaluatieve beoordeling in termen van goed of slecht. Dit blijkt bijvoorbeeld uit de factor-analyse. De factoren voor de natuurkundige (tabel 2) kunnen als volgt geïnterpreteerd worden. De twintig schalen lijken te kunnen worden opgesplitst in twee groepen: de ene groep (1 t/m 10) lijkt vooral betrekking te hebben op de 'natuurkundige als wetenschapper' en de andere groep (11 t/m 20) op de 'natuurkundige als mens'. De eerste factor geeft dan een groep eigenschappen die in verband gebracht kunnen worden met 'goed wetenschap bedrijven', en de natuurkundigen scoren hierop duidelijk positief. Althans gezien vanuit het standpunt van de natuurkundige wetenschap, zoals beschreven in Lijnse (1985). Een geïnterviewde zegt bijvoorbeeld: '...een natuurkundige behoort toch eigenlijk onpartijdig te zijn omdat het een wetenschapper is, en je verwacht van hem toch een bepaalde intelligentie zodat hij zich op een bepaald moment toch onpartijdig kan zetten. En van nature behoort hij toch nieuwsgierig te zijn, omdat hij wetenschap is gaan doen'.

En een ander 'Nou, je kunt i.h.a. misschien stellen dat de natuurkundige zich iets objectiever opstelt dan de sociale wetenschapper, en dat de laatste eerder geneigd is uitgesproken meningen te hebben over iets ik denk, dat het ook wat minder wetenschappelijk is, voor zover je dat kunt zeggen.'

De tweede onafhankelijke groep schalen (11 t/m 20) betreft dan een aantal eigenschappen die niet zo zeer direct samenhangen met het doen van goed wetenschappelijk werk in de natuurkunde, maar nu eenmaal wel

het type mensen kunnen karakteriseren dat daarvoor kiest. Deze groep van 10 schalen blijkt weer in twee onafhankelijke factoren uiteen te vallen, die, zij het met enige moeite, als volgt geïnterpreteerd zouden kunnen worden.

Factor 2 heeft betrekking op het functioneren in sociaal-maatschappelijke relaties (hoogste lading: progressief-conservatief, sociaal-egocentrisch), terwijl factor 3 meer betrekking lijkt te hebben op het meer emotioneel functioneren in persoonlijke relaties (hoogste lading: warm-koud, spontaan-berekenend, gesloten-open).

Een geïnterviewde zegt bijvoorbeeld: 'warm-koud, ja ... daar denk ik gewoon aan emoties en ratio en een wetenschapper, vooral een natuurkundige, is toch vooral rationeel ingesteld'. En een ander: 'Nou ja, dan kom je op dingen uit als rationaliteit. Een sociale wetenschapper wordt geacht gevoel te hebben, die houdt zich bezig met sociale dingen ...'. Of: '... want misschien wil ik het voor mijzelf ook wel niet erkennen dat natuurkundigen maar rationele idioten zijn, zonder enig gevoel'.

Volgens deze geschetste interpretaties komt de gemiddelde natuurkundige dan naar voren als iemand die redelijk hoog tot hoog scoort op een aantal 'harde', voornamelijk als positief ervaren, 'wetenschappelijke' eigenschappen; die in de sociaal-maatschappelijke omgang 'normaal' uit de voeten kan, alhoewel geneigd zich daarbij meer op zichzelf dan op de ander te richten, maar in de emotioneel-communicatieve sfeer duidelijk negatief scoort. Voor de sociale wetenschapper is dit beeld duidelijk anders, wat o.a. ook blijkt uit een aanzienlijk minder geprononceerde factorstructuur. Dit andere beeld ontstaat enerzijds doordat de sociale wetenschapper als mens niet alleen als emotioneel en sociaal communicatiever wordt gezien, maar anderzijds ook omdat deze eigenschappen nu ook als functioneler worden gezien voor hun overigens 'zachtere' wetenschappelijke werk.

Vergelijken we het beeld van onze groep eerste-jaars studenten met datgene wat uit de literatuur over de natuurkundige naar voren komt (Lijnse, 1985) dan zien we een grote overeenkomst. We kunnen dus concluderen dat deze eerste-jaars studenten eigenlijk een verrassend goed beeld hebben van de gemiddelde natuurkundige (althans voorzover dit instrument daarover informatie verschaft). Deze conclusie wordt niet alleen ondersteund door de grote overeenkomst tussen de scores van eerste- en oudere-jaars studenten (tabel 1), maar ook door vergelijking met het onderzoek van Leijdesdorff e.a. (1980). Deze auteurs hebben een groep van twintig vaste stof fysici van de Universiteit van Amsterdam een semantische differentiaal over de natuurkundige laten invullen. Hun resultaten, voor zover enigszins vergelijkbaar, zijn eveneens in tabel 1 weergegeven. Daaruit zien we dat er een duidelijke overeenkomst bestaat tussen deze 'zelfbeelden' van academische fysici en het beeld van onze eerste jaars studenten. Alleen op de schalen:

creatief-fantasieloos en open-gesloten is een duidelijke afwijking in de positieve richting van sociaal-wenselijke beantwoording.

Het probleem dat bepaalde antwoorden nu eenmaal sociaal wenselijker zijn dan andere, speelt ook een rol in de resultaten op onze vraag naar het gevoel van verwantschap bij onze studenten met de door hun zelf geschetste beelden. De in eerste instantie verrassende uitkomst dat niemand van de ondervraagde studenten zich heel erg verwant voelt met de gemiddelde natuurkundige, wordt begrijpelijk als we het volgende bedenken. Niemand voelt zich heel erg verwant met een 'gemiddeld beeld', omdat ieder altijd wel een paar eigenschappen heeft, waarvan hij vindt dat dit niet zo is. Daarnaast vormt het feit dat de gemiddelde natuurkundige ook eigenschappen heeft die als negatief ervaren worden, een duidelijke belemmering om jezelf daarmee te willen identificeren (en juist wel met de 'goede' kanten van bijvoorbeeld de sociale wetenschapper).

Een geïnterviewde zegt bijvoorbeeld: 'Ja, ik zou me dan verwant moeten voelen met een vooroordeel wat ik over bepaalde mensen zou moeten hebben en dan zou ik het gewoon over mezelf hebben, en dat verdom ik'. En een ander: 'Ja, je bent op een gegeven moment ook zelf natuurkundige en dan zet je jezelf ook in dat plaatje ... Men dwingt je toch wel veel in dit plaatje, dat je toch zo bekeken wordt'.

Terwijl een derde zegt: 'Nu dat zijn dan bepaalde eigenschappen van de gemiddelde natuurkundige, zoals ik die heb aangegeven, dat zijn meestal de positieve, daarvan zeg ik, nou die heb ik ook wel. En dat komt dan min of meer voort uit de opstelling die je hebt als natuurkundige'.

In het licht van deze nuancerings moeten dus de resultaten van tabel 4 geïnterpreteerd worden.

Wel is duidelijk dat deze vraag naar persoonlijke verwantschap een zekere weerstand oproept. Voor sommige studenten richtte die weerstand zich ook op het invullen van de twintig schalen zelf. Dit blijkt bijvoorbeeld uit commentaren als: 'spreken van gemiddelden met betrekking tot mensen is belachelijk', 'deze vragen zijn sociologische onzin', 'de bladzijden over de gemiddelde natuurkundige en sociale wetenschapper vind ik flauwekul', hoewel er uiteraard ook andere commentaren werden gegeven, als: 'ik vind het wel een leuke vraag', of: 'ik vond inderdaad alle dingen wel vrij zinnig die er genoemd werden'.

Hoe gerechtvaardigd deze kritiek op zich ook genoemd kan worden, toch ben ik van mening dat het zinvol is om de 'beliefs' die met name ook natuurkunde-studenten ongetwijfeld hebben ten aanzien van de natuurkundige zichtbaar en daarmee bespreekbaar te maken. Dit oriënterende onderzoek is daarin, naar mijn oordeel, binnen alle beperkingen van de opzet en gevolgde methode, toch tot op redelijke hoogte geslaagd, alhoewel generalisering zeker niet zonder meer mogelijk is.

Rest tenslotte de vraag of dit onderzoek ook enige relatie heeft met het natuurkunde-onderwijs. Voor wat betreft het universitair natuurkunde-onderwijs betekent dit, mijns inziens, dat studenten met een redelijk beeld de universiteit binnenkomen, zodat de verwachting ten aanzien van de atmosfeer waarin men terecht komt, voor het merendeel misschien niet al te verkeerd is. Kennelijk weet men redelijk wat men van natuurkundigen te verwachten heeft, en voelt men zich daardoor in ieder geval niet afgestoten. De vraag is dan hoe deze beeldvorming tot stand gekomen is. Is dat het directe resultaat van het middelbaar natuurkunde-onderwijs, of veel meer het resultaat van een veel bredere maatschappelijke beeldvorming? Hoe ontwikkelt zich deze beeldvorming tijdens de schoolperiode en in hoeverre kan deze beïnvloed worden door andere onderwijsvormgeving? En in hoeverre speelt impliciete zelfselectie op persoonskenmerken een (onterechte?) rol bij de keuze voor het vak natuurkunde op school? Deze vragen hangen uiteraard ook ten nauwste samen met de jongens-meisjesproblematiek in het natuurkunde-onderwijs op school en de man-vrouw problematiek in de beoefening van de natuurkunde zelf. Binnen deze context en in het kader van een bredere bezinning op de vraag welk beeld van de natuurkunde we eigenlijk in ons onderwijs willen overbrengen, past, denk ik, ook de hier gestelde vraag naar het beeld van de natuurkundige. Maar behalve bezinning, is daartoe ook een zekere empirische onderbouwing gewenst. Dit beschreven onderzoekje wil daartoe bijdragen.

NOTEN

1. Dit bredere kader omvatte ook onderzoek met betrekking tot studie- en toekomstverwachtingen, denkbeelden ten aanzien van de aard van natuurkundige kennis en kennisverwerving en vragen ten aanzien van de relatie tussen natuurkundige wetenschapsbeoefening en de samenleving (Lijnse 1984). De vraag naar de persoon achter de natuurkundige past hierin omdat de eventuele functionaliteit van bepaalde persoonskenmerken samenhangt met een ideologisch bepaalde wetenschapsopvatting.
2. Het bleek bij de samenstelling van het instrument soms erg lastig om voor de gewenste eigenschappen goede bipolaire schalen te construeren. In een geval (eerzucht) hebben we zelfs volstaan met een monopolaire schaal.
3. Een factor-analyse is een middel waarmee geprobeerd kan worden een grote hoeveelheid variabelen te reduceren tot een kleiner aantal onderliggende variabelen, zogenaamde factoren. Als deze factoren inhoudelijk interpreteerbaar zijn, wat noodzakelijk is om ze als factor te mogen beschouwen, dan krijg je daarmee een zeker dieper inzicht in welke factoren bepalend zijn geweest voor de beantwoording van de feitelijk gevraagde variabelen. De factor-lading geeft de correlatie aan van de feitelijk gevraagde variabele met de

factor-variabele. De betekenis en interpretatie van een factor wordt dus hoofdzakelijk bepaald door die variabelen die het hoogst laden op de betreffende factor.

Literatuur

- Brown, S.B. en Brown, L.B. A semantic differential approach to the delineation of scientific values possessed by professors of science and humanities, *J.Res.Science Teaching*, 9, p.345, 1972.
- Brush, L.R. Avoidance of science and stereotypes of scientist, *J.Res.Science Teaching*, 16, p.237, 1979.
- Duyker, H.C.J., Dudink, A.C. en Vroon, P.A. *Leerboek der psychologie*, Groningen: Wolters Noordhoff, 1981.
- Fishbein, M. en Ajzen, I. *Belief, Attitude, Intention and Behaviour*, Reading: Addison-Wesley, 1975.
- Foekema, G.M.M., Koeze, P. en Pair, C.Ie. *Studie-keuze-motieven van eerste- en tweedejaars natuurkunde-studenten*, FOM-rapport 33371/3. 1974.
- Landsheere, G.de. *Inleiding tot het onderwijskundig onderzoek*, Rotterdam: Universitaire Pers, 1973.
- Leydesdorff, L., e.a. *Philips en de wetenschap*, Amsterdam: S.U.A., 1980.
- Lijnse, P.L. *Welk beeld hebben eerste-jaars studenten van hun studie en hun vak?* Rapport sectie natuurkunde, sterrenkunde en samenleving, Utrecht: R.U.U., 1984.
- Lijnse, P.L. Zijn natuurkundigen anders? *Tijdschrift voor Didactiek der β -Wetenschappen*, 3, p.1, 1985.
- Mikelskis, M. Semantic differential and Pupils' Opinions. In: G.Marx (ed.): *Nuclear Physics, Nuclear power*, Budapest: p.452, 1981.