

Kan natuurkundeonderwijs ook aansluiten bij de ervarings- en belevingswereld van meisjes

T. Jörg
Vakgroep Natuurkunde-Didactiek
Rijksuniversiteit Utrecht

Summary

This article is a contribution by the Dutch PLON project to the discussion on how science in general and physics in particular can be made more interesting and relevant to girls. We in PLON have been working for 5 years now on a new curriculum for higher forms of HAVO (intermediate secondary education) consisting of 10 thematic units. On the basis of evaluation results, mainly of a formative nature, girls' appreciation of the new curriculum can now be related to specific subject areas and contexts. Since girls' reactions to the new curriculum have been encouraging we can now draw some general conclusions and relate these to some general features of the HAVO curriculum. These features suggest some ways in which girls' interest in and liking for physics can be stimulated and we compare these features with proposals made at various conferences and in the literature about the subject.

Inleiding

In dit artikel wordt de problematiek dat zo weinig meisjes natuurkunde als examenvak kiezen geplaatst in het perspectief van de (gebrekkige) aansluiting van het natuurkundeonderwijs bij de ervarings- en belevingswereld van meisjes. Natuurkunde lijkt meisjes minder aan te spreken dan jongens. Veel mensen die betrokken zijn bij deze problematiek schrijven dit toe aan het natuurkundeonderwijs zelf. De inhoud daarvan wordt als te weinig interessant en relevant voor meisjes gezien.

Beschreven zal worden hoe vernieuwingen van het natuurkundeonderwijs

in het Project Leerpakket Ontwikkeling Natuurkunde (PLON), die voor een belangrijk deel gebaseerd waren op het uitgangspunt om dit onderwijs beter te laten aansluiten bij de ervarings- en belevingswereld van leerlingen, in dat leerpakket zijn uitgewerkt. De vraag is nu hoe dit met name door meisjes wordt beleefd en gewaardeerd. Op basis van de binnen het project verkregen onderzoeksresultaten zouden indicaties kunnen worden gegeven op welke wijze het onderwijs in de natuurkunde inhoudelijk en qua didactische vormgeving veranderd zou kunnen worden zodat het op een meer evenwichtige wijze tegemoet komt aan de belangstelling en interesses van zowel meisjes als jongens. In dit artikel staan de resultaten van het meest recent ontwikkelde HAVO-curriculum voor de bovenbouw centraal.

Vernieuwing natuurkundeonderwijs

Sinds 1972 is in het Project Leerpakket Ontwikkeling Natuurkunde gewerkt aan vernieuwing van het natuurkundeonderwijs. Het project werd gestart vanuit de ervaring van veel docenten dat het natuurkundeonderwijs niet goed functioneerde: het was te sterk gericht op een formeel-abstracte benadering van de leerstof en leek vooral bedoeld voor degenen die verder gingen in dit vak. Wat geleerd moest worden sloot weinig aan bij de interesses van leerlingen, en het geleerde was voor leerlingen niet of nauwelijks toepasbaar in het dagelijks leven. Een belangrijk uitgangspunt binnen het PLON-project was, dat het natuurkundeonderwijs beter zou dienen aan te sluiten bij de ervarings- en belevingswereld van leerlingen teneinde het vak voor een grote groep leerlingen interessant en relevant te maken. Om dit te bereiken werd gekozen voor een opzet waarbij de leerstofinhouden zodanig werden gekozen dat ze pasten in contexten die ontleend werden aan het dagelijks leven van leerlingen (van der Valk, 1984). Binnen zo'n context werd een thema geconstrueerd, waarbij werd uitgegaan van een (of meer) centrale thematische vraagstelling(en) die voor leerlingen als richtinggevend zouden dienen te functioneren gedurende een thema. Bijvoorbeeld bij het thema 'Verkeer en Veiligheid', hoe de veiligheid in het verkeer bevorderd kan worden op basis van fysische principes. Op deze wijze ontstond een thematisch curriculum voor de eerste fase van het AVO/VWO en de bovenbouw van HAVO (1). Daarnaast wordt de aansluiting bij de ervarings- en belevingswereld bevorderd door de mogelijkheden die de thema's bieden om onderwerpen te kiezen die het beste passen bij de eigen interesses van leerlingen of onderzoek te verrichten naar eigen keuze. Naast het thematische karakter kan ook het accent op het zelf verrichten van onderzoek en proeven een belangrijk vernieuwingskenmerk genoemd worden. Dit gebeurt vrijwel altijd in kleine groepen van 3 à 4 leerlingen. De vraag is nu of het uitgangspunt van het willen aansluiten bij de ervarings- en belevingswereld van leerlingen dat binnen het PLON-project is gehanteerd niet alleen bij jongens maar

ook bij meisjes als te onderscheiden categorie leerlingen positief is uitgevallen. Het uitgangspunt in het PLON-project was altijd dat natuurkunde (met PLON-materiaal) door grote groepen leerlingen interessant en relevant gevonden zou moeten worden. Het lijkt echter niet vanzelfsprekend, gezien het mannelijke beeld van het vak (Kelly, 1981, Lie, 1983), dat de natuurkunde volgens PLON ook door meer meisjes interessant en relevant gevonden zou worden. Dit zou alleen kunnen door een grondige wijziging van het natuurkundeonderwijs en het daarmee overgedragen beeld. Personen en instanties die zich bezig gehouden hebben met de problematiek van de achterstand van meisjes in de natuurkunde en andere 'science'-vakken, hebben dan ook een aantal inhoudelijke voorstellen gedaan om het natuurkundeonderwijs zó te wijzigen, dat het ook voor meisjes aantrekkelijk zou worden. Zo kwamen Engelse inspecteurs (die intensief de situatie hadden bestudeerd op scholen waar het percentage meisjes dat natuurkunde had gekozen relatief hoog was) op grond van hun bevindingen tot de volgende aanbevelingen:

1. Een meer onderzoeksgerichte benadering van natuurkunde (werkt bevorderend voor behoud van interesse).
2. Wetenschappelijke topics introduceren via toepassingen (bijv. Röntgenstraling) en de ervaringen van leerlingen en niet afgeleid via abstracte begrippen. De keuze van voorbeelden uit het dagelijkse leven zelf dienen de interesses en ervaringen van zowel meisjes als jongens te weerspiegelen. Het zou daarnaast gunstig zijn indien natuurkunde vaker in verband gebracht zou worden met problemen waar de leerlingen een mening over kunnen geven.
3. Docenten zouden meer oog dienen te hebben voor de betekenis van het curriculum voor het individu: "A careful analysis by teachers of the balance of the curriculum of individual pupils is necessary to discover the pattern of girls' choices. Science for all, to include physical science, should be the ultimate goal" (DES, 1980, p. 31).

Een van de medewerksters aan het GIST-project (Girls In Science and Technology) in Engeland, dat gericht was op de achterstand van meisjes in het 'science'-onderwijs, kwam op basis van de ervaringen in het project, tot de volgende aanbevelingen. Het 'science'-curriculum diende meer gericht te zijn op:

- toepassingen van 'science' waardoor de relevantie voor leerlingen groter wordt;
- de wijze waarop de natuurwetenschappen hun eigen leven en dat van anderen beïnvloeden;
- contexten, met het accent op mensen en op veiligheid en niet op machines.

Anderen, zoals de Adviesgroep Leermiddelen in haar advies van 1983, kwam tot grotendeels overeenkomstige aanbevelingen. De staatssecretaris voor Onderwijs en Wetenschappen maakte onlangs kenbaar

| suggesties m.b.t. natuurkunde (science) curriculum | | Engel- se in- spec- teurs | B. Smail (GIST- project) | Ministe- riële Advies- groep Leer- middelen | in het PLON- project gecon- creti- seerd |
|---|--|------------------------------------|--------------------------------|--|---|
| ● meer onderzoeksgerichte benadering | | x | | | x |
| ● minder theorie | | x | | | |
| ● fysica (en chemie) vaker koppelen aan problemen waarover leerlingen een mening kunnen uiten | | x | | | x |
| ● leren via praktische toepassingen en leerlingenervaringen | | x | x | x | x |
| ● meer esthetische en creatieve elementen in het curriculum | | | x | | |
| ● meer gericht op voltooiing gevende eindprodukten | | | x | | x |
| ● meer gericht op hoe 'science' het leven van leerlingen en dat van anderen beïnvloedt | | x | x | x | x |
| ● meer gericht op contexten, met accent op mens en veiligheid | | | x | | x |
| ● relatie leggen met de beroepswereld | | | | x | |
| ● relatie leggen met het menselijk lichaam | | | | x | |
| ● relatie leggen met historische ontwikkeling | | | | x | x |

Tabel 1: Overzicht van de adviezen en aanbevelingen m.b.t. de inhoud van het natuurkunde-curriculum, gedaan ten behoeve van meisjes, door verschillende personen en instanties die bij de problematiek van de achterstand van meisjes in het natuurkunde (science-)onderwijs betrokken zijn.

enkele van de geciteerde aanbevelingen overgenomen te hebben, zoals bleek uit een toespraak die ze hield op de studiedag in Nijmegen over 'Vrouwen en Natuurwetenschappen' (georganiseerd door de Werkgroep Meisjes en Natuurwetenschappen van de NVON). In tabel 1 staan de suggesties en aanbevelingen van diverse personen en instanties samengevat. Achtergrond van deze voorstellen was in alle gevallen de emancipatiegedachte het creëren van gelijke kansen voor meisjes zodat betere ontplooiingsmogelijkheden voor meisjes zouden ontstaan. Aan het einde van dit paper zullen de voorstellen en suggesties van de verschillende bovengenoemde personen en instanties besproken worden bij de interpretatie van de resultaten die verkregen zijn bij het onderzoek binnen het PLON-project.

In tabel 1 staat aangegeven welke van de gedane suggesties en aanbevelingen overeenkomen met de uitgangspunten en kenmerken van het PLON-curriculum. Daarmee worden kenmerken bedoeld die in meerdere thema's goed zichtbaar naar voren komen. Zoals uit de tabel blijkt zijn veel van de aanbevelingen geconcretiseerd in het PLON-materiaal. Dat dit niet alleen een min of meer subjectieve constatering is, gedaan door een medewerker van het PLON-project zelf, kan blijken uit het feit dat bij een gehouden werkgroep op de bovengenoemde studiedag 14 personen, verdeeld over 5 groepen, tot een overeenkomstig oordeel kwamen. Dit bleek na de uitvoering van een opdracht om na te gaan in hoeverre vijf van de aanbevelingen uit tabel 1 waren geconcretiseerd in 3 thema's voor HAVO bovenbouw (2). Deze kregen ze ter beoordeling voorgelegd. De 3 gekozen thema's waren gekozen omdat van deze thema's ook bekend was hoe meisjes die thema's hadden beleefd en gewaardeerd. De resultaten van die beoordeling (die kon variëren van 1 tot 10) staan in tabel 2 vermeld. Het gaat om gemiddelde cijfers van de groepen. Uit de tabel blijkt dat de thema's 'Verkeer' en 'Ioniserende Straling' als sterk in overeenstemming met de vijf suggesties en aanbevelingen uit tabel 1 worden beoordeeld.

Het thema 'Elektronica' blijkt echter nogal verdeeld beoordeeld te worden: op sommige punten (erg) positief en op andere duidelijk negatief.

Hoewel de gegevens in tabel 2 gebaseerd zijn op een tamelijk snelle analyse van de 3 voorgelegde thema's, geven ze indicaties voor leerstofinhouden die ook meisjes erg zouden kunnen aanspreken. Impliciet kan dit betekenen dat deze inhouden aansluiten bij de ervarings- en belevingswereld van meisjes.

| | Ioniserende Straling | Verkeer | Elektronica |
|--|----------------------|---------|-------------|
| natuurkunde vaker koppelen aan problemen waarover leerlingen een mening kunnen vormen en uiten | 8½ | 8 | 5+ |
| leren via praktische toepassingen en leerlingervaringen | 5½ | 8 | 6½ |
| hoe wordt het leven van leerlingen en dat van anderen beïnvloedt door natuurkunde (science) | 7½ | 8 | 7 |
| meer gericht op contexten met accent op mens en veiligheid | 8+ | 8+ | 3½ |
| relatie leggen met geschiedenis van (stuk) natuurkunde | 7 | 7- | 8 |

Tabel 2: Gemiddelde beoordeling van drie PLON-thema's door groepjes van personen die deelnamen aan een werkgroep op de studiedag 'Vrouwen en Natuurwetenschappen' te Nijmegen (1985).

Verschillen tussen de ervarings- en belevingswereld van jongens en meisjes

De aanbevelingen in tabel 1 zijn gebaseerd op vrij algemene indrukken en denkbeelden over de ervarings- en belevingswereld van meisjes. Over de meer specifieke interesses van meisjes m.b.t. de sciencevakken zijn wat meer concrete gegevens bekend. Johnson e.a. (1984) noemen als interesses van 11-jarige meisjes vooral 'issues of health', het menselijk lichaam en de esthetische aspecten van het weer, kleur en muziek. Anderen die onderzoek hebben gedaan naar verschillen tussen persoonlijkheidsfactoren bij jongens en meisjes vonden dat meisjes veel sterker gericht waren op personen of het persoonlijk element (vertaling van 'person orientation' genoemd door Colling and Smithers, 1984, die het begrip verduidelijken door het af te zetten tegen de andere pool: 'object oriented'). In hun onderzoek bleek dat deze factor een overheersende rol speelde bij de keuze naar het wel of niet kiezen van het vak natuurkunde (bij de leeftijd van ca. 16 jaar). Anderen hebben deze 'person orientation' geplaatst in het kader van de identiteitsontwikkeling van adolescenten (Head, 1982; Solomon, 1985). De keuze voor het vak natuurkunde vormt vanuit dit gezichtspunt een essentieel

element binnen die identiteitsontwikkeling, een keuze die bij jongens een keuze voor natuurkunde en bij meisjes juist het omgekeerde zou betekenen (zie ook Huisman, 1984). Solomon (1985) legt ook een relatie tussen de 'person orientation' als persoonlijkheidsfactor en het masculiene 'image' van natuurkunde. Meisjes zouden volgens haar natuurkunde vooral afwijzen omdat bij dit schoolvak geen gelegenheid geboden wordt om een eigen mening te vormen of te uiten omdat het vak voornamelijk 'object oriented' is. Discussie leek derhalve niet mogelijk en niet te behoren bij natuurkunde als schoolvak (zie ook het verslag van de Engelse inspecteurs, DES, 1980). Hieronder zullen de resultaten van het onderzoek (3) binnen het PLON-project worden gepresenteerd, voor zover die gerelateerd kunnen worden aan de bovengenoemde verschillen tussen de ervarings- en belevingswereld van jongens en meisjes en de aanbevelingen uit tabel 1. Het accent zal daarbij liggen op de resultaten die verkregen werden bij de evaluatie van de eerste en tweede versies van het materiaal voor de 4e en 5e klas HAVO.

Resultaten van onderzoek

Op basis van resultaten die verkregen werden aan het begin van de vierde klas HAVO, bleek dat er tussen jongens en meisjes die met PLON werken aanzienlijke verschillen bestonden wat betreft hun argumenten om natuurkunde te kiezen als eindexamenvak, hun toekomstplannen en voorkeuren voor bepaalde interessegebieden. Meisjes kozen natuurkunde vooral omdat ze het later nodig hadden en niet zozeer omdat ze het leuk vonden. Tabel 3 laat zien dat de toekomstplannen van meisjes qua beroepsinteresse vooral liggen op medisch terrein en van jongens op het technische vlak. De voorkeur voor interessegebieden waren daarmee sterk in overeenstemming zoals uit tabel 4 blijkt: jongens

| toekomstplannen | jongens (n = 146) | meisjes (n = 40) |
|-------------------|-------------------|------------------|
| technische sector | 37% | 2% |
| medische sector | 7 | 40 |
| VWO | 27 | 32 |

Tabel 3: Toekomstplannen van jongens en meisjes in percentages van het totaal aantal jongens, resp. meisjes.

| voorkeur voor | jongens (n = 146) | meisjes (n = 40) |
|---|-------------------|------------------|
| techniek | 67% | 21% |
| natuur | 27 | 38 |
| samenleving | 36 | 49 |
| onderwerpen die het eigen lichaam betreffen | 14 | 33 |

Tabel 4: Voorkeur voor aandachtsgebieden waaraan jongens en meisjes uit 4-HAVO meer aandacht besteed zouden willen zien.

prefereerden technische onderwerpen het meest, terwijl de meisjes vooral geïnteresseerd waren in de relatie tussen fysica en de maatschappij en de relatie tussen fysica en onderwerpen die betrekking hebben op het menselijk lichaam. Er lijkt voor meisjes een directe relatie te bestaan tussen hun toekomstplannen en hun interesses. Het is daarom erg interessant om te zien of er ook een dergelijke relatie te constateren valt waar het gaat over de waardering van de (inhouden van) 10 thema's in de HAVO-bovenbouw. Aangezien de leerstof in het PLON-materiaal is ondergebracht in afzonderlijke thema's, leent het materiaal zich bij uitstek voor onderzoek naar de relatie tussen inhouden en de waardering daarvan. Voor veel thema's is nagegaan hoe die door leerlingen werden gewaardeerd. Deze evaluatie was bijna altijd gericht op de revisie van het materiaal. Het zijn deze resultaten, die voor jongens en meisjes afzonderlijk werden bepaald, die hieronder zullen worden gerapporteerd, en die de basis vormen voor de beantwoording van de vraag welke inhouden bij meisjes wel en welke inhouden niet zo aanslaan.

Resultaten m.b.t. de PLON-thema's in hun eerste visie

Gedurende het schooljaar 1982-1983 werden vier van de zes thema's voor de vierde klas HAVO in hun eerste versie geevalueerd. Dit gebeurde bij docenten die in 1982 waren ingestapt in het PLON-project en het materiaal dus voor de eerste keer gebruikten. De leerlingen konden bij de thema's 'Geluidspatronen', 'Verkeer', 'Elektrische Machines' en 'Energie en Kwaliteit', door invulling van een standaardvragenlijst, aangeven hoe ze het betreffende thema en de lessen daarover hadden beleefd en gewaardeerd. Op basis van een factoranalyse op de items in de vragenlijst werden verschillende affectieve dimensies (factoren)

onderscheiden. De items, behorend bij de verschillende (affectieve) dimensies, bleken op te vatten te zijn als schalen, waarmee deze dimensies konden worden gemeten. De betrouwbaarheden van deze schalen waren allen hoog tot zeer hoog (in alle gevallen groter dan .70). Hieronder zullen de voor dit artikel meest relevante resultaten worden vermeld (4). Op de schaal `tevredenheid over de natuurkunde(lessen)` werden geen verschillen gevonden tussen de gemiddelde scores van jongens en die van meisjes, met uitzondering voor het thema `Elektrische Machines`. Over dit thema, waarin techniek nogal centraal staat, zijn de meisjes gemiddeld genomen minder tevreden dan jongens. De resultaten op de schaal `tevredenheid over de natuurkunde(lessen)` werden verkregen ondanks het feit dat op een van de subschalen van die (hoofd-)schaal wél een (statistisch) significant verschil werd gevonden bij alle vier de thema's. Het betrof hier de subschaal die (het gebrek aan) aansluiting van de leerstof bij de leefwereld van leerlingen meette. Op deze schaal werd door meisjes systematisch lager gescored voor alle vier de thema's (de items waren zodanig gecodeerd voor de berekening van de schaalscore dat een hoge score betekende dat de aansluiting goed was). Ondanks dit systematisch aanwezige verschil, bleek de algemene tevredenheid over de natuurkunde(lessen) voor drie van de vier thema's dus toch niet (statistisch) significant te verschillen. Dit heeft waarschijnlijk te maken met het feit dat de algemene tevredenheid voor de natuurkunde(lessen) natuurlijk ook door andere factoren bepaald wordt. Zo bleek bijvoorbeeld het werken in groepen meer door meisjes gewaardeerd te worden dan door jongens. Dit bleek voor alle vier de thema's het geval te zijn; alleen voor het thema `Verkeer` was het verschil ook (statistisch) significant ($p < .01$). Op de schaal die meette of leerlingen gedifferentieerd hadden kunnen werken werden geen systematische of significante verschillen gevonden: meisjes waren even (on)tevreden over de mogelijkheid om gedifferentieerd te kunnen werken dan jongens. Op de schaal die de beleving van het werken in groepen meette bleek een systematisch verschil te bestaan tussen jongens en meisjes: meisjes hadden het werken in groepen, gemiddeld genomen, positiever ervaren dan jongens. Hoewel dit verschil wel systematisch aanwezig bleek voor alle thema's, bleek dit verschil slechts voor één thema ook statistisch significant te zijn, n.l. voor het thema `Verkeer`. Op een andere schaal, die meette of leerlingen gedifferentieerd hadden kunnen werken, werden geen verschillen gevonden tussen jongens en meisjes.

Over twee van de vier thema's voor de vijfde klas HAVO, n.l. `Elektronica` en `Ioniserende Straling`, werden met een andere vragenlijst eveneens resultaten met betrekking tot de waardering van jongens en meisjes verkregen (de Klerk e.a., 1984). Bij een meting, voorafgaand aan het thema `Elektronica` bleken de meisjes (meer dan 70%) vrijwel even geïnteresseerd in het thema als de jongens (75%) ondanks het feit

dat ze praktisch allemaal thuis nooit iets met elektronica hadden gedaan (40% van de jongens had daar wel ervaring mee). Op vragen naar de verwachtingen omtrent de inhoud van het thema bleek dat meisjes vooraf geïnteresseerd waren in de rol van de computer in de samenleving en de consequenties van de introductie voor de samenleving. Ook waren ze erg geïnteresseerd in elektronische geheugens (vermoedelijk door een associatie met het menselijk geheugen als biologisch onderwerp). Na afloop van het thema bleek dat de meisjes het thema wel moeilijk vonden maar het ook positief ervaren hadden: 75% van de meisjes vonden de lessen interessant en 70% van hen hadden het gevoel dat ze veel geleerd hadden. Ioniserende Straling is het andere vijfde klas thema waarover gegevens bekend zijn: zowel van de eerste als de tweede versie. De eerste keer werd het thema door meisjes als erg leerzaam ervaren, in sterkere mate dan door de jongens. Tegelijkertijd vonden ze het thema ook moeilijker dan de jongens. Bij de evaluatie van de tweede versie van het thema vond er ook een voormeting plaats. Daarbij werd gevonden dat meisjes tevoren even gemotiveerd waren voor het thema als de jongens. Met betrekking tot de interesses vooraf bleek dat jongens vooral meer wilden weten over het onderwerp 'kernreacties' en meisjes waren sterker dan jongens geïnteresseerd in het gebruik van straling in de gezondheidszorg. Qua voorkennis bleken meisjes minder vertrouwd te zijn met de onderwerpen die in het thema aan bod zouden komen dan de jongens. Met name ging het daarbij om onderwerpen als 'halveringstijd', 'bescherming tegen straling', 'meting van straling', 'kernenergie' en 'kernwapens'. Gedurende het thema konden leerlingen, zoals bij alle thema's, een onderwerp kiezen waaraan ze 3 à 4 lessen kunnen werken. Bij dit thema konden ze kiezen tussen 'kernenergie', 'kernwapens' en 'medische toepassingen van straling'. Driekwart van de meisjes bleken het laatste onderwerp te kiezen (zie tabel 6). Blijkbaar sluit dit onderwerp goed aan bij de interes-

| keuzeonderwerpen | jongens n = 83 | meisjes n = 38 |
|-------------------------------------|-------------------|-------------------|
| kernenergie | 40 48% | 4 11% |
| kernwapens | 32 39% | 6 16% |
| medische toepassing van straling | 11 13% | 28 74% |

Tabel 6: Aantallen en percentages jongens en meisjes dat een van de drie keuzeonderwerpen heeft gekozen bij het thema 'Ioniserende Straling'.

ses van meisjes. Het onderwerp lijkt voor veel meisjes waarschijnlijk ook in direct verband te staan met hun eigen toekomstperspectief (zie tabel 3). De interesse van de jongens lag (veel) meer bij de onderwerpen `kernenergie` en `kernwapens`, in overeenstemming met hetgeen ze vóór het thema aangaven. Na afloop van het thema waren de meisjes erg positief over het thema; bij de tweede versie nog meer dan voor de eerste versie het geval was. Uit de resultaten bleek dat meisjes het thema niet alleen interessanter gevonden hadden dan de jongens maar er ook meer van hadden geleerd. Interessant was het gegeven dat meisjes dit thema (tweede versie) makkelijker hadden gevonden dan de jongens. In vrijwel alle gevallen wordt namelijk het omgekeerde gevonden.

Evaluatie van de tweede versie thema's voor vierde klas HAVO.

Gedurende het schooljaar 1983-1984 werden twee thema's geëvalueerd die sterk gereviseerd waren. Die thema's waren zo sterk gereviseerd dat er in feite sprake was van nieuwe thema's. Ze kregen beiden dan ook nieuwe titels, te weten `Vergelijken` en `Weersveranderingen`. De resultaten gaven te zien dat het thema `Vergelijken` niet leuk werd gevonden door meisjes (43% tegenover 68% van de jongens). Niettemin gaven meer meisjes aan veel van het thema geleerd te hebben (52% tegenover 35% van de jongens). Ze vonden het thema veel moeilijker dan jongens (61% tegenover 36% van de jongens). Meisjes gaven aan vooral veel van elkaar geleerd te hebben bij het werken in groepen (47% van de meisjes gaven dit aan tegenover 23% van de jongens).

Ook bij het thema `Weersveranderingen` werden overeenkomstige resultaten verkregen: meisjes vonden het thema moeilijker, maar gaven ook aan er meer van geleerd te hebben. Meisjes waren even positief over de lessen als de jongens. Ze konden hetgeen ze geleerd hadden ook goed gebruiken buiten de school. De keuzes van jongens en meisjes met betrekking tot de drie keuzeonderwerpen, te weten `neerslag`, `wolken` en `fronten en depressies`, bleken sterk overeen te komen. Dit thema vertoonde dus nauwelijks verschillen tussen jongens en meisjes terwijl de algemene waardering (erg) positief was.

In april 1985 zijn, in het kader van de eindrapportage van het PLON-project, leerlingen in 5-HAVO door middel van een vragenlijst bevraagd over een aantal aspecten van de cursus voor vierde en vijfde klas HAVO. Relevant voor dit artikel was de vraag welke thema's ze het best en welke ze het slechtst bevallen waren. Daarna konden ze aangeven van welke twee thema's ze het meest geleerd hadden. In tabel 7 staan de resultaten op die vragen weergegeven, uitgesplitst voor jongens en meisjes. Uit tabel 7 blijkt dat het thema `Ioniserende Straling` bij meisjes het beste was bevallen, in contrast met de voorkeur van jongens. De jongens noemden het thema `Verkeer` het vaakst als het best bevallen thema. Dit laatste thema werd door de meisjes eveneens vaak

genoemd. Daarnaast werden de thema's 'Weersveranderingen' en 'Muziek' percentueel vrijwel even vaak genoemd door jongens en meisjes. Opvallend in tabel 7 is het verschil in voorkeur met betrekking tot het thema 'Elektronica': dit thema komt bij jongens als tweede favoriete thema naar voren terwijl niet één van de meisjes dit thema noemde. Het blijkt door meisjes zelfs het meest frequent als slechtst bevallen thema genoemd. Ook de jongens noemen dit thema echter vrij frequent

| thema's voor HAVO-bovenbouw | best bevallen thema | | slechtst bevallen thema | | thema's waarvan meeste geleerd werd | |
|--------------------------------|------------------------|-----------------|----------------------------|-----------------|---|---------|
| | jongens n=98 | meisjes n=43 | jongens n=96 | meisjes n=42 | jongens | meisjes |
| 1. Vergelijken | 0 | 2 | 17(2) | 7 | 3 | 0 |
| 2. Weersver. | 11(4) | 16(3) | 14 | 10 | 19 | 22(4) |
| 3. Verkeer | 27(1) | 19(2) | 3 | 5 | 20(3/4) | 36(2) |
| 4. Muziek | 12(3) | 14(4) | 8 | 5 | 15 | 5 |
| 5. Elektrische Machines | 4 | 0 | 5 | 24(2) | 14 | 7 |
| 6. Energie en Kwaliteit | 7 | 5 | 2 | 0 | 19 | 10 |
| 7. Lichtbronnen | 2 | 5 | 4 | 0 | 11 | 8 |
| 8. Ioniserende Straling | 9 | 30(1) | 5 | 0 | 42(1) | 65(1) |
| 9. Elektronica | 17(2) | 0 | 16(3) | 29(1) | 39(2) | 25(3) |
| 10. Materie | 9 | 9 | 26(1) | 21(3) | 20(3/4) | 14 |

Tabel 7: Voorkeuren van HAVO-5 leerlingen voor de behandelde thema's in vierde en vijfde klas, uitgesplitst naar sexe. (De rangorde voor de eerste vier thema's staat tussen haakjes vermeld.)

als slechtst bevallen thema. Met andere woorden: de jongens zijn nogal verdeeld met betrekking tot hun oordeel over het thema 'Elektronica', terwijl dit thema bij meisjes duidelijk niet de voorkeur geniet. Als slechtst bevallen thema wordt verder, zowel door jongens als meisjes, het thema 'Materie' nogal vaak genoemd. Specifiek voor meisjes is het vaak noemen van het thema 'Elektrische Machines' als slechtst bevallen thema. Het thema 'Vergelijken' wordt specifiek door jongens vaak

genoemd. (Toch had 68% van de jongens het thema leuk gevonden, zoals hierboven vermeld is.) De resultaten met betrekking tot de thema's waar leerlingen het meest van geleerd hebben, laten zien dat zowel jongens als meisjes erg veel van het thema 'Ioniserende Straling' hebben geleerd. Hoewel het thema dus niet de voorkeur heeft van jongens, hebben ze er blijkbaar wel veel van geleerd. Meisjes vinden het thema zowel leuk als leerzaam. Een dergelijk verschijnsel waarbij de rol van jongens en meisjes is verwisseld, is te constateren voor het thema 'Elektronica'. Bij dit thema, dat door meisjes het vaakst genoemd wordt als slechts bevallen thema, geven ze wel vaak aan er veel van geleerd te hebben. Iets dergelijks geldt ook, in mindere mate, voor het thema 'Materie'. Van het thema 'Verkeer' hebben de meisjes eveneens veel geleerd, in sterkere mate zelfs dan de jongens, niettegenstaande het feit dat dit thema door hen minder vaak als het best bevallen wordt genoemd.

Samenvatting en conclusies

De hierboven gepresenteerde resultaten van de cursus in haar geheel blijken consistent te zijn met die van de evaluatie-resultaten voor de thema's afzonderlijk, met uitzondering voor het thema 'Elektronica'. De waardering van de 10 thema's die het materiaal vormen voor de HAVG-bouwenbouw, blijkt bij meisjes sterk overeenkomstig aan die van de jongens. Alleen bij de thema's 'Ioniserende Straling' en 'Elektronica' is de positieve waardering van meisjes sterk verschillend van die van jongens: jongens waarderen vooral 'Elektronica' en meisjes, in nog sterkere mate, het thema 'Ioniserende Straling'. In beide gevallen gaat het ook om thema's waarvan jongens en meisjes aangegeven dat ze veel van die thema's geleerd hebben. Daarnaast blijkt het thema 'Elektrische Machines' (tweede versie) alleen door meisjes vaak het slechtst bevallen thema te worden genoemd. Ook hebben ze niet veel van dit thema geleerd.

De voorkeuren van de meisjes voor de thema's 'Muziek' en 'Weersveranderingen' blijken in overeenstemming met hetgeen in de literatuur als specifieke interesses van meisjes genoemd worden (Johnson e.a., 1984). De voorkeur voor het thema 'Ioniserende Straling' kan sterk te maken hebben met de interesse voor medische toepassingen van straling. Bij veel meisjes lijkt deze interesse ook verbonden met eigen toekomstplannen in de medische sector, zodat het door hen waarschijnlijk ook als relevant zal worden ervaren. De voorkeur van meisjes voor het thema 'Verkeer' zal inhoudelijk vooral ook te maken kunnen hebben met de thematische vraagstelling die uitgaat van de vraag hoe (lichamelijke) schade door botsingen voorkomen kan worden. Met andere woorden: de veiligheidsaspecten van het verkeer, bezien vanuit fysieke principes en regels. De inhoud, behorend bij de thema's waar meisjes een (sterke) voorkeur voor hebben, zijn van dien aard dat ze beschouwd

kunnen worden als een uitwerking van de suggesties en aanbevelingen van diverse instanties die zich met de relatie tussen curriculum-inhoud(en) en de beleving en waardering van het natuurkundeonderwijs door meisjes hebben bezighouden.

De keuze van de inhoudsvormen een concretisering van het algemene uitgangspunt binnen het PLON-project om de natuurkunde beter te laten aansluiten bij de ervarings- en belevingswereld van leerlingen, ten einde de natuurkunde voor een grote(re) groep leerlingen interessant en relevant te maken. Gezien de resultaten hierboven is dat ook redelijk goed gelukt: er zijn zowel thema's die meer de voorkeur genieten bij meisjes als thema's die vooral de voorkeur genieten van jongens, terwijl een aantal thema's door beide groepen gewaardeerd worden. Toch zijn de thema's die sterk de voorkeur van een van beide groepen hebben niet dermate eenzijdig dat de andere groep er weinig of niets van zou leren. Het tegendeel lijkt het geval: zowel voor het thema 'Ioniserende Straling' als 'Elektronica' geven beide groepen aan er veel van geleerd te hebben. Alleen het thema 'Elektrische Machines' blijkt vrijwel alleen door meisjes als slechtst bevallen te worden genoemd, terwijl ze er ook niet zo veel van geleerd zeggen te hebben. Dit zal vermoedelijk te maken hebben met de eenzijdig technische context waarbinnen de leerstof wordt gepresenteerd. Binnen het PLON-project bestaat n.l. ook ervaring met een ander thema ('Water voor Tanzania') waarbinnen een technisch onderwerp (het bedenken en zelf construeren van een goede pomp) wordt gepresenteerd in een sociale context. Dit thema bleek bij meisjes zeer goed aan te slaan (Wierstra, 1982).

De waardering voor thema's en de aansluiting daarvan bij de ervarings- en belevingswereld is hierboven vooral bekeken vanuit de inhoud van de thema's en de contexten waarbinnen die geplaatst zijn. Aansluiting bij de ervarings- en belevingswereld kan echter vanuit meerdere perspectieven bekeken worden. Het kan daarbij ook gaan om de aansluiting van het curriculum bij de voorkeuren voor leerstijl van leerlingen. In relatie daarmee kan ook de mogelijkheid om binnen thema's onderwerpen te kiezen genoemd als belangrijk voor de aansluiting bij de interesses van leerlingen (zie ook Boersma e.a., 1985). Dit bleek bijv. duidelijk uit de verschillende keuzes van jongens en meisjes bij de keuze van onderwerpen binnen het thema 'Ioniserende Straling'. Hoe de keuzes bij andere thema's zijn uitgevallen, met name bij thema's waar een sterke voorkeur of het tegendeel is gebleken, is niet bekend, zodat meer algemene uitspraken over de betekenis van het kiezen niet te maken zijn. Naast bovengenoemde vormen van aansluiting bij de ervarings- en belevingswereld van leerlingen kan ook het werken in groepen als een belangrijke invalshoek voor aansluiting worden gezien. Bij meisjes blijkt dit erg goed aan te slaan. Ook de aansluiting van de leerstof bij de voorkennis waarmee leerlingen binnenkomen kan van wezenlijk belang genoemd worden, niet alleen voor de cognitieve informatieverwerking maar eveneens ter vermindering van mogelijke emotionele blokkades.

Hierboven zijn diverse mogelijkheden genoemd om aan te (kunnen) sluiten bij de ervarings- en belevingswereld van leerlingen in het algemeen en meisjes in het bijzonder. De resultaten die in dit artikel genoemd zijn, ondersteunen voor een deel het belang van de mogelijkheden. Alleen zijn het constateringen achteraf. Op basis daarvan is echter nog niet een opsomming te geven van noodzakelijke en/of voldoende voorwaarden voor aansluiting van een curriculum bij de ervarings- en belevingswereld van leerlingen en die van meisjes in het bijzonder. Het probleem van wat nu noodzakelijke en/of voldoende voorwaarden zijn is vooral van belang voor curriculum-ontwikkelaars, als ze voor de keuze staan om bij ieder (afzonderlijk) deel van het te construeren curriculum zoveel mogelijk aan te sluiten bij de ervarings- en belevingswereld van leerlingen (meisjes) of dat ze de aansluiting zullen trachten te realiseren via spreiding van de diverse mogelijkheden over de verschillende delen van het curriculum heen.

Noten

1. Het curriculum voor de VWO-bovenbouw is nog in ontwikkeling.
2. Het leerpakket voor de HAVO-bovenbouw bestaat uit 10 thema's. Voor een volledig overzicht wordt verwezen naar een brochure die bij het PLON-project is op te vragen.
3. De onderzoeken werden bijna altijd vanuit een andere vraagstelling verricht dan de vraag die in dit artikel centraal staat. Niettemin lenen de resultaten zich wel voor interpretaties op basis van die vraag.
4. Voor een meer volledig overzicht van de resultaten wordt verwezen naar een artikel in het maart-nummer van het NVON-blad van dit jaar.

Literatuur

- Boekaerts, M. *Onderwijsleerprocessen organiseren, hoe doe je dat ...?*, Nijmegen: Dekker en Van der Vegt, 1982.
- Boersma, K.Th. en Schouw, J.C. Aansluiten op (de leefwereld van) leerlingen: uitgangspunten voor het schoolvak (kennis der) natuur. *Tijdschrift voor β -didactiek*, 3, 1, p.44, 1985.
- Collings, J. en Smithers, A. Person orientation and science choice. *European Journal of Science Education*, 6, 1, p.55, 1984.
- Ginjaar-Maas, N.J. Lezing, gehouden op de studiedag over 'Vrouwen en Natuurwetenschappen', Nijmegen: 1985.
- Department of Education and Science. *Girls and Science*, H.M.I. Series, 13, London: 1980.

- Harding, J. *Switched off: the science education of girls*, Longman for Schools Council, York: 1983.
- Head, J. A model to link personality characteristics to a preference for science, *European Journal of Science Education*, 2, p.295, 1980.
- Huisman, J. Sekse-ongelijkheid in het onderwijs en het probleem van de verborgen jongens pedagogiek, *Moer*, 1, 2, 1984.
- Johnson, S., Murphy, P. The underachievement of girls in physics: towards explanations, *European Journal of Science Educations*, 6, 4, p.399, 1984.
- Kelly, A. (ed.). *The Missing Half: Girls and Science Education*, Manchester: Manchester University Press, 1981.
- Klerk, M. de, Wierstra, R. *Elektronica, beeldvorming, interesse en ervaringen van leerlingen rond electronica-inhouden*, Utrecht: Vakgroep Natuurkunde-Didactiek, R.U.U., 1983.
- Lie, S. and Bryhni, E. Girls and Physics: attitudes, experiences and underachievement. In: *Contributions to the Second GASAT-conference*, Oslo: Institute of Physics, University of Oslo, 1983.
- Mottier, I. *Handleiding emancipatie aspecten in schoolboeken*, Den Haag: 1983.
- Smail, B. Getting science right for girls. In: *Contributions to the Second GASAT-conference*, Oslo: University of Oslo, 1983.
- Solomon, J. Motivation, where is the personal element? In: *Verslag van de Woudschoten-conferentie 1984*, Utrecht: Werkgroep Natuurkunde-Didactiek, p.79, 1984.
- Valk, T.van der. Mechanics in the PLON-curriculum - Related to the world of students?. In: *The many faces of teaching and learning mechanics*, Proceedings of the GIREP-conference 1984, Utrecht: W.C.C., p.369, 1985.
- Wierstra, R. A study on classroom environment and on cognitive and affective outcomes of the PLON-curriculum, *Studies in Educational Evaluation*, 10, p.273, 1984.
- Wierstra, R. Verslag van de evaluatie van het thema `Water voor Tanzania`, intern verslag, Utrecht: Vakgroep Natuurkunde-Didactiek, R.U.U., 1982.