

## De identiteit van het vak Algemene Natuurwetenschappen

K.Th. Boersma

Vakgroep Didactiek van de Biologie, CDB

Universiteit Utrecht

### Summary

*This paper reflects on the development and curricular choices of the new subject 'General Science'. A mayor concern is that the subject is implemented before its identity is elaborated. The experiences of students with the learning materials suggest that it might be preferable to structure and sequence the subject according to its metatheoretical framework. Since the construction of scientific knowledge belongs to this framework, it is suggested that 'General Science' may provide the domain-specific knowledge necessary for 'learning to learn'.*

### 1. Inleiding

De ontwikkeling van het vak algemene natuurwetenschappen is een doorbraak. Niet alleen omdat daarmee gebroken wordt met de traditie van wat nu al de 'monovakken' worden genoemd, maar ook omdat de uitgangspunten van het vak zodanig zijn dat nieuwe wegen kunnen worden uitgewerkt. Het vak omvat niet alleen een aantal niet-vakspecifieke thema's maar richt zich ook op kennis theoretische en ethische aspecten van de natuurwetenschappen. ANW moet echt een nieuw vak worden.

Een nieuw vak valt natuurlijk niet uit de lucht. Op grond van ondermeer de ervaringen die met de ontwikkeling van het vak techniek zijn opgedaan kunnen we rustig aannemen dat daar toch tenminste tien jaar voor nodig is (Schüssler, 1987). De overhaaste introductie van het vak verzorging in de basisvorming laat zien wat er gebeurt als een vak wordt geïntroduceerd zonder eigen identiteit. De kerndoelen voor verzorging misten een eigen identiteit doordat delen die eerst onder biologie en economie waren ondergebracht werden samengevoegd. Als gevolg daarvan was het ook niet goed mogelijk om een nadere inhoudelijke afbakening en prioritering uit te werken. Een sterke overladenheid was het gevolg. Bij de eerste mogelijkheid voor revisie zijn de kerndoelen voor verzorging dan ook grondig gereviseerd (Instituut voor Leerplanontwikkeling, 1996).

Dat risico loopt ook ANW. ANW dreigt al ingevoerd te worden voordat het voldragen is. Auteurssteams van educatieve uitgeverijen schijnen druk bezig te zijn en de voorbereidingen voor omscholing worden getroffen (Kapteijn,

1997; Van Driel, 1997). Een opleiding tot leraar ANW is door het IVLOS en het ICLON samen aangevraagd.

ANW is een vondst van de Stuurgroep Profiel Tweede Fase Voortgezet Onderwijs (SPTFVO, 1994). Daarna werd, zoals dat tegenwoordig gangbaar is, snel een vakontwikkelgroep samengesteld die een examenprogramma produceerde (Vakontwikkelgroep ANW, 1995). Het project ANW had vervolgens de opdracht om het vak verder te ontwikkelen. Dat was, gezien de korte termijn die daarvoor beschikbaar was, geen eenvoudige opgave. Het is dan ook de moeite waard om een pas op de plaats te maken en te bezien hoe het nu met de identiteit van ANW is gesteld. Dat kan nu ook beter dan tot voor kort omdat nu ook voorbeeld-lesmateriaal beschikbaar is. In het artikel van Eijkelhof et al. (1997) in dit nummer is gerapporteerd over de ontwikkeling van het lesmateriaal, en in het artikel van Pieters (1997) over de uitgangspunten.

In deze bijdrage ga ik eerst nader in op de vraag hoe ver de ontwikkeling van de identiteit van ANW is gevorderd. Daarmee kom ik onvermijdelijk uit op vraag wat die identiteit dan is. Ik ga dan ook nader in op de doelstellingen van ANW en met name op de relatie tussen wat Pieters de inhoudsvragen en de procesvragen noemt. Rekening houdend met het feit dat ANW binnen het studiehuis moet worden aangeboden, ga ik dan ook in op de plaats die leren leren in ANW zou kunnen hebben. Ik sluit mijn bijdrage af met enkele suggesties.

## **2. De ontwikkeling van de identiteit van ANW**

Voor ieder nieuw schoolvak moet een vakidentiteit worden ontwikkeld. Als dat niet gebeurt bestaat de kans dat het zijn bestaansrecht verliest voor het bestaan is verworven. Leraren, leerlingen, ouders en politici moeten weten wat ze van ANW kunnen verwachten. Voor ANW is dat wellicht nog minder gemakkelijk dan voor andere recent ingevoerde vakken, zoals techniek en verzorging.

ANW verwijst in ieder geval niet eenduidig naar een wetenschappelijke discipline of praktijkveld waar een identiteit aan kan worden ontleend. ANW is er voor iedereen en voor het nut in het algemeen.

Daarnaast moet betwijfeld worden of de naam van het vak wel zo gelukkig is gekozen. Algemene natuurwetenschappen? Welke natuurwetenschappen zijn dat? En wat is een algemene natuurwetenschap? De naam suggereert een meerstromenland zonder duidelijk te zijn over de stroomrichting.

De kernvraag is natuurlijk hoe je ANW als nieuw vak ontwikkelt. Iedereen zal het er mee eens zijn dat dat in een wisselwerking tussen 'theorie en praktijk' moet en in principe is de strategie die in het project gevolgd is dan

ook in orde. Het project heeft op basis van de examenprogramma's voorbeeldlesmateriaal ontwikkeld dat in scholen is beproefd. Daarbij is het accent echter gelegd op het functioneren van het lesmateriaal en niet op de vraag of de bedoelde leereffecten wel optreden, welke problemen zich daarbij voordoen en hoe die verholpen zouden kunnen worden. Ook de vraag wat het uitgewerkte lesmateriaal nu illustreert, is onvolledig beantwoord.

Nu de voorbereidingen worden getroffen voor de invoering van ANW kunnen we constateren dat nog onbekend is of het examenprogramma wel uitgevoerd kan worden, en dat onbekend is of de beoogde leereffecten wel gerealiseerd kunnen worden, ook al ligt er lesmateriaal. Dat betekent dat ANW wordt ingevoerd, voordat de identiteit van het vak in behoorlijke mate is uitgewerkt.

Een nieuw vak als ANW heeft in voldoende mate een eigen identiteit als aan de volgende voorwaarden wordt voldaan:

- vanuit eenduidige uitgangspunten een consistent programma in lesmateriaal is uitgewerkt;
- de uitgangspunten voldoende onderscheiden zijn van uitgangspunten en programma's van andere natuurwetenschappelijke schoolvakken;
- het vak door daartoe gekwalificeerde leraren binnen de gegeven condities gegeven kan worden;
- de bedoelde leereffecten in voldoende mate gerealiseerd kunnen worden.

Voor een nieuw vak als ANW is het gewenst een milde vorm van het getrouwheidsprincipe (Kessels, 1993; Hoeben, 1994) te hanteren. Dat wil zeggen dat er tussen de curriculaire verschijningsvormen (Goodlad e.a., 1979; Van den Akker, 1988; Kuiper, 1993; Boersma & Looy, 1997) een behoorlijke consistentie moet zijn. Het uitgevoerde curriculum moet een van de mogelijke uitwerkingen zijn van het geschreven curriculum en de output van het leerproces moet consistent zijn met wat werd beoogd. Omdat bij verschillende verschijningsvormen verschillende actoren een hoofdrol spelen, is volledige consistentie niet realiseerbaar, omdat actoren binnen marges noodzakelijkerwijs hun eigen keuzen maken (Boersma & Looy, op.cit.).

Aan eisen die ik hierboven aan de identiteit van ANW stelde wordt nu niet voldaan en door het project ANW kon er binnen de gegeven randvoorwaarden ook niet aan worden voldaan. Wil ANW met succes kunnen worden ingevoerd dan is het noodzakelijk dat het examenprogramma niet als rigide kader moet worden gehanteerd en dat voor de terugkoppeling van de ervaringen van leraren en leerlingen wordt gezorgd. Dat kan alleen als ook gedurende langere tijd aan de verdere ontwikkeling van ANW kan worden gewerkt. Ontwikkelingsonderzoek dat zich richt op het identificeren en uitwerken van knelpunten in de schoolpraktijk met kernpunten voor ANW kan daarbij een belangrijke functie vervullen.

### 3. De doelstellingen van ANW

De Stuurgroep Profiel Tweede Fase Voortgezet Onderwijs (SPTVO; 1994) profileerde ANW als vak waarin de vakinhoud in een historische, filosofische economische en maatschappelijke context wordt geplaatst, waarin dus op de natuurwetenschappen wordt gereflecteerd. De kern van het vak is daardoor wellicht niet noodzakelijk de natuurwetenschappelijke inhoud, maar de reflectie op de natuurwetenschappen en natuurwetenschappelijke kennis. Een uitwerking van de reflectieve kant vinden we terug in de algemene eindtermen (Vakontwikkelgroep, 1994) en in de door Pieters (1997) op grond daarvan geformuleerde vragen. Het vragenskelet werd door de projectgroep ANW samengevat tot de volgende vier procesvragen:

- . Waar haal je kennis vandaan?
- . Hoe gebruik je kennis?
- . Hoe weet je dat iets waar is?
- . Mag alles wat kan?

Deze vier richtvragen werden, meer of minder consequent, uitgewerkt in de thema's *Over-leven* (Heidemann, 1997), *Ontwikkeling van ideeën over het heelal* (Genseberger & Wielinga, 1997), *Creatief met materie* (Van Hoeve-Brouwer, 1997) en *Zorgen voor de atmosfeer* (Broné & Pieters, 1997). Een van de bevindingen die met het leerlingenmateriaal werden opgedaan was dat de leerlingen behoefte hebben aan een meer samenhangende structuur, dat meer aandacht besteed moet worden aan het kader waarin de onderwerpen en de opdrachten staan. Niet alle leerlingen hebben een goed beeld gekregen van de identiteit van het vak (Eijkelfhof e.a., 1997). De vier procesvragen komen kennelijk niet zodanig tot uitdrukking dat het de leerlingen duidelijk wordt wat de structuur van de thema's en de identiteit van het vak is.

Bij nader inzien is het ook geen wonder dat het niet zo duidelijk is. Feitelijk wordt van leerlingen gevraagd om op twee manieren naar het lesmateriaal te kijken: het gaat over over-leven (etc.) en gelijktijdig over de vier procesvragen. Terwijl de titels van de thema's een natuurwetenschappelijke inhoud suggereren, wordt van de leerlingen verwacht dat zij de procesvragen als rode draad herkennen. De kans is daardoor groot dat de vakinhoudelijke context waarin deze vragen worden aangeboden bepalender is dan de vragen zelf. We stuiten hiermee op het algemene curriculumprobleem dat ook leerlingen datgene waar het om gaat moeten kunnen onderscheiden van de verpakking: het gaat om het doel en niet om het (leer)middel.

Hetzelfde probleem kwam destijds in discussies aan de orde bij de uitwerking van geïntegreerd natuuronderwijs in het project NO 12-16. Voor het thema *Mijn kleren* (Hondebrink, 1985) bepaalde de context welke natuurwetenschappelijke inhoud werd geselecteerd. De kritiek was dat de

contextgebondenheid zo groot was dat de kans gering zou zijn dat leerlingen de natuurwetenschappelijke kennis als zodanig zouden herkennen en in andere contexten zouden kunnen benutten.

Bovenstaande betekent dat, als we met een nieuw vak als ANW te maken hebben, het voor leerlingen en voor leraren glashelder moet zijn waar het in het leerlingmateriaal om gaat. Zij moeten context en doel niet met elkaar kunnen verwarren; door thema's als 'Óver-leven' aan te bieden zet je leerlingen op het verkeerde been.

Naar mijn mening los je dat probleem niet bevredigend op met kaderlessen zoals die door het project ANW zijn ontwikkeld. Ook in die kaderlessen werd een natuurwetenschappelijk verschijnsel geïntroduceerd, waarna er wat kennistheoretische of ethische vragen werden gesteld (Pieters, 1997). Het is dan ook begrijpelijk dat Eijkelhof e.a. (1997) concluderen dat deze lessen niet voldeden aan de verwachting dat daarmee een beeld werd geschetst van de identiteit van het vak.

Mijn conclusie is dan ook dat het, om de identiteit van het vak ANW verder te ontwikkelen, gewenst is om voorbeeld-lesmateriaal te ontwikkelen waarin de 10 vragen uit het vragenskelet systematisch worden uitgewerkt aan de hand van materiaal dat betrekking heeft op de inhoudelijke domeinen leven, biosfeer, materie en zonnestelsel en heelal. Het verdient aanbeveling de wetenschapstheoretische en ethische vragen als ordenend principe te hanteren. Een systematische behandeling daarvan leidt tot lesmateriaal dat *over* natuurwetenschap gaat. Daarin moeten noodzakelijkerwijs veel voorbeelden worden opgenomen die aan de inhoudelijke domeinen worden ontleend. Tussendoor kunnen ook casussen worden opgenomen waarin meerdere vragen kunnen worden uitgewerkt.

Het uitwerken van de 10 vragen vraagt niet alleen om vakinhoudelijke en vakdidactische expertise, daar is ook wetenschapstheoretische en kennistheoretische expertise voor nodig. Daarnaast is het natuurlijk verstandig gebruik te maken van enkele curricula die in het buitenland zijn ontwikkeld en de ervaringen die daarmee zijn opgedaan. Het Canadese project Logical Reasoning in Science & Technology (Aikenhead, 1991) laat zien hoe metatheoretische aspecten met vakinhouden kunnen worden verbonden.

De 10 vragen laten niet alleen ruimte voor nadere keuzen, volgens mij zijn nadere keuzen onvermijdelijk. Jenkins (1996; 145) stelt:

'Philosophical, sociological or historical insights into the generation, validation and status of scientific knowledge have little in common, indeed much in conflict with, the confident descriptions of scientific 'methodology' and the ritual catalogues of so-called scientific processes or skills which mark much of school science education.'

Het probleem is daarmee geschetst: als we geleidelijk aan recentere kennis theoretische en wetenschapssociologische inzichten volgen komen we in conflict met de sinds de zestiger jaren in het natuurwetenschappelijk onderwijs gangbare opvattingen over de als 'natuurwetenschappelijke methode' aangeduide empirische cyclus. Een andere keuze dan de 10 vragen in overeenstemming met deze inzichten uit te werken is echter niet realistisch: de keuze voor een achterhaalde epistemologie is geen keuze meer.

Dat betekent ondermeer dat het noodzakelijk is om in te gaan op de contextgebondenheid van natuurwetenschappelijke kennis. Het werk van de wetenschapsfilosoof Latour (1987; 1994) en door de culturele antropologie geïnspireerde onderwijspsychologen als Lave (zie bijv. Lave, 1993) helpen het universele belang van natuurwetenschappelijke kennis te relativëren. Ik vind het van groot belang dat leerlingen het beeld ontwikkelen dat natuurwetenschap mensenwerk is en dat natuurwetenschappers beter te typeren zijn als kennisconstructeurs dan als ontdekkers van algemeen geldende wetmatigheden. Wetenschap is niet objectief, 'wetenschap is geworteld in maatschappelijke belangen, waardoor feiten doorspekt zijn met waarden en normen'. Het boek van Gould over de geschiedenis van de intelligentietest (Gould, 1996) illustreert dat op uiterst navrante wijze. In plaats van de vraag wat waar is, kunnen we leerlingen misschien beter leren de vraag te stellen welke kennis geldig is, of welke kennis functioneel is.

Toch kunnen we de 'natuurwetenschappelijke methode' (lees: empirische cyclus) als methode voor natuurwetenschappelijke kennisverwerving niet negeren. De methode is ingebakken in ons natuurwetenschappelijk onderwijs. Sterker nog, in domein C van het examenprogramma voor ANW zijn vaardigheden opgenomen waaronder de procesvaardigheden van de natuurwetenschappelijke methode. Het probleem zit in ANW zelf.

De wijze waarop die inconsistentie binnen ANW wordt uitgewerkt is van eminent belang voor de identiteit van het vak.

#### **4. ANW en leren leren.**

De vier procesvragen (Pieters, op.cit.) die voor leerlingen aan ANW zijn meegegeven betreffen een breder domein dan natuurwetenschap en zelfs een breder domein dan wetenschap in het algemeen. Ze hebben betrekking op kennisverwerving en benutting van kennis in het algemeen, zodra we de metatheoretische aspecten van ANW als hoofdlijn van redeneren gaan hanteren, zoals ik hierboven voorstelde.

De vraag waar je kennis vandaan haalt en hoe je kennis gebruikt kan, als de leerlingen het zich aantrekken, ook betrekking hebben op de leerlingen zelf. In de voorgestelde formuleringen maken deze vragen geen onderscheid tussen kennisverwerving in het algemeen en individuele kennisverwerving.

De vragen kennen zowel een epistemologische als een leerpsychologische interpretatie. De vragen omvatten daarmee wat in discussies over het studiehuis als leren leren wordt aangeduid.

Ook al vermoed ik dat deze meerduidigheid door de ontwikkelaars niet is bedoeld, dan nog zou ik er niet voor voelen om de vragen aan te scherpen. Ik heb twee redenen waarom ik de vragen niet zodanig zou willen herformuleren dat ze leren leren niet meer kunnen omvatten. Ik zou leren leren er juist bij willen houden.

ANW is, zoals alle vakken in het studiehuis, opgetuigd met allerlei niet-vakspecifieke vaardigheden. Ook leren leren hoort daarbij. Om die reden zijn in het thema *Zorgen voor de biosfeer* ook een aantal opdrachten opgenomen die zich daar op richten. De ontwikkelaars van het thema (of van ANW?) hebben dus getracht leren leren in het lesmateriaal een plaats te geven. Mijn eerste reden is dus dat de vragen wel degelijk de bedoelingen van de ontwikkelaars dekken, ook al hebben ze het - nogmaals - waarschijnlijk zo niet bedoeld.

Mijn tweede reden is van fundamentele aard. Een van de opmerkelijke punten met betrekking tot leren leren is dat het in discussies en in populariserende geschriften (Simons & Zuylen, 1995) over het studiehuis niet gekoppeld wordt aan domeinspecifieke kennis. In de retoriek is de nuance kennelijk zoek geraakt, want we kunnen nauwelijks veronderstellen dat onderwijspsychologen de literatuur niet kennen. De literatuur laat overduidelijk zien dat metacognitieve vaardigheden als probleemoplossen geen betekenis hebben als ze niet verbonden zijn met domeinspecifieke kennis (zie bijv. Taconis, 1995). Naar mijn mening betekent dit, dat leren leren niet of niet zonder meer kan worden 'ingepast', het kan niet geforceerd top-down worden geïmplementeerd (Lijnse, 1997). Leren leren betreft niet, of niet alleen, het sturen van het leren in het algemeen, maar het sturen van het leren van domeinspecifieke kennis. Als we een vaardigheid omschrijven als het gebruik van kennis (Anderson, Reeder & Simon, 1996), kunnen we leren leren zien als het leren construeren en benutten (of recontextualiseren) van domeinspecifieke (en dus omschreven) kennis. Een consequentie van die omschrijving is dat de aard van de kennis in sterke mate bepalend is voor de wijze van leren construeren en benutten. Leren leren moet dus tenminste ook vanuit het domein zelf worden gedefinieerd.

Als we het echter toch over leren leren in het algemeen willen hebben, moeten we ons afvragen of het dan alleen om het verder decontextualiseren van domeinspecifiek leren moet gaan. Heeft leren leren dan geen eigen domeinspecifieke kennis? Natuurlijk wel. Leren leren is het construeren en benutten van kennis over het domein 'leren'.

Wanneer we deze redenering volgen, zien we welke interessante mogelijk-

heden ANW te bieden heeft. ANW is het enige vak in het studiehuis waarin het leren van natuurwetenschap, het leren construeren en benutten van natuurwetenschappelijke kennis en het leren construeren en benutten van kennis over leren in verschillende domeinen met elkaar kan worden verweven. Kennis over leren van natuurwetenschap en over leren over 'leren' kan gerelateerd worden aan het leren van de leerlingen zelf. ANW heeft een unieke positie, omdat het het domein 'leren' omvat. Dat unieke karakter moet tot uitdrukking komen in de structurering van het vak.

### 5. Slotopmerkingen

Over conceptualisering, vormgeving en leereffecten van ANW is nog veel onduidelijk. Het is daarom gewenst dat de condities worden gecreëerd waardoor de ontwikkeling van ANW kan worden voortgezet. Noodzakelijk is de voortgaande ontwikkeling van ANW te verbinden met vakdidactisch onderzoek.

Als ontwikkeling van ANW niet kan worden voortgezet, is de kans reëel dat met de invoering van ANW leraren en leerlingen met problemen opgescheept worden die ze in veel gevallen niet alleen kunnen oplossen. In dat geval heeft dat ongetwijfeld negatieve effecten op het imago van ANW.

De projectgroep heeft voor een uitwerking van ANW in natuurwetenschappelijk gedefinieerde thema's gekozen. Of, om het in termen van het in het examenprogramma opgenomen schema (opgenomen in Pieters, 1997) te stellen, de projectgroep heeft het accent op de linkerkant, op natuurwetenschappen en verschijnselen gelegd. Ik heb als alternatief voorgesteld om het accent te leggen op de rechter kant, op de reflectie. Alvorens een definitieve keuze te maken, als dat tenminste nodig is, lijkt het me van belang om ook ervaring op te doen met deze alternatieve benadering.

Tot slot wil ik benadrukken dat ANW, omdat het het domein 'leren' omvat, een sleutelrol ten aanzien van leren leren zou kunnen spelen. Ik zou het als een extra uitdaging willen zien om leren leren, de metatheoretische vragen en natuurwetenschappelijke inhoud ontleend aan de vier domeinen met elkaar te verbinden.

### Noot

1. Het citaat is ontleend aan een interview met Bruno Latour in de Volkskrant van 1 oktober 1994. De journalist, Jan Meeuws, zette daar de kop boven 'Wetenschappers zijn knutselaars, geen waarheidszoekers.'

### Literatuur

- Aikenhead, G. (1991). *Logical Reasoning in Science and Technology*. Toronto: John Wiley.



- Akker, J.J.H. van den (1988). *Ontwerp en implementatie van natuuronderwijs*. Lisse: Swets & Zeitlinger.
- Anderson, J.R., L.M. Reder & H.A. Simon (1997). Situative versus cognitive perspectives: form versus substance. *Educational Researcher* 26, 1, 18-21.
- Boersma, K.Th. & F. Looy (1997). *Een praktijktheorie voor leerplanontwikkeling*. Enschede: SLO.
- Broné, M. & M. Pieters (1997). *Zorgen voor de biosfeer*. 2e versie. Enschede/Utrecht: SLO/CDB.
- Driel, J. van (1997). Het onderwijzen van modellen binnen ANW. *Tijdschrift voor didactiek der  $\beta$ -wetenschappen*, 14, 2, 172-195.
- Eijkelfhof, H.M.C., R.J. Genseberger, O. de Jong & A. Teekens-Veldkamp (1997). Ervaringen met experimenteel lesmateriaal voor het vak Algemene Natuurwetenschappen. *Tijdschrift voor Didactiek der  $\beta$ -wetenschappen*, 14, 2, 110-127.
- Genseberger, R. & R. Wielinga (1997). *Ontwikkeling van ideeën over het heelal*. Enschede/Utrecht: SLO/CDB.
- Goodlad, J.L., M.F. Klein & K.A. Tye (1979). *Curriculum inquiry; The study of curriculum practice*. New York: McGraw Hill.
- Gould, S.J. (1996). *De mens gemeten. De geschiedenis van de intelligentie-test*. Amsterdam/Antwerpen: Contact.
- Heidemann, W. (1997). *Over-leven*. 2e versie. Enschede/Utrecht: SLO/CDB.
- Hoeve-Brouwer, G. van (1997). *Creatief met materie*. 2e versie. Enschede/Utrecht: SLO/CDB.
- Hoeben, W.Th.W.G. (1994). Curriculum Evaluation and Productivity. *Studies in educational Evaluation*, 20, 4, 477-502.
- Hondebrink, J. (1985). *Mijn kleren*. 3e versie. Enschede: SLO.
- Instituut voor Leerplanontwikkeling(SLO) (1996). Concept herziene kerndoelen basisvorming. Enschede: SLO.
- Jenkins, E.W. (1996). The 'nature of science' as a curriculum component. *J. Curriculum Studies*, 28, 2, 137-150.
- Kapteijn, M. (1997). De experimentele omscholingscursus Algemene Natuurwetenschappen. *Tijdschrift voor de didactiek der  $\beta$ -wetenschappen*, 14, 2, 157-176.
- Kessels, J. (1993). *Towards design standards for curriculum consistency in corporate education*. Dissertatie Universiteit Twente.
- Kuiper, W.A.J.M.(1993). *Curriculumvernieuwing en lespraktijk. Een beschrijvend onderzoek op het terrein van de natuurwetenschappelijke vakken in het perspectief van de basisvorming*. Proefschrift Universiteit Twente.
- Latour, B. (1987). *Science in action*. Milton Keynes: Open University Press.

- Latour, B.(1994). *Wij zijn nooit modern geweest. Pleidooi voor een symmetrische anthropologie*. Amsterdam: Van Gennep.
- Lave, J.(1993). *Cognition in practice*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Lijnse, P.L. (1997). Vakdidactiek: het vergeten fundament van het studiehuis? *Tijdschrift voor Didactiek der  $\beta$ -wetenschappen*, 14, 1, 72-91.
- Pieters, M. (1997). De mens, materie, modellen, machten van tien. Overwegingen bij een leerplan Algemene Natuurwetenschappen. *Tijdschrift voor Didactiek der  $\beta$ -wetenschappen*, 14, 2, 128-148.
- Schüssler, E. (1987). *10 jaar leerplanontwikkeling 1975-1985. Het techniek-onderwijs*. Enschede: SLO.
- Simons, P.R.J. & J.G.G. Zuylen (1995). Van zelfstandig werken naar zelfverantwoordelijk leren. In: P.R.J.Simons & J.G.G.Zuijlen (red.). *De didactiek van het leren leren*. Studiehuisreeks nr.4, 7-20. Tilburg: Mesoconsult.
- SPTFVO (1994). *Tweede Fase. Scharnier tussen basisvorming en hoger onderwijs. Een uitwerking van de nota's profiel van de tweede fase van het voortgezet onderwijs*. Den Haag: Stuurgroep Profiel Tweede Fase Voortgezet Onderwijs.
- Taconis, R. (1995). *Understanding Based Problem Solving. Towards qualification-oriented teaching and learning in physics education*. Proefschrift TU Eindhoven.
- Vakontwikkelgroep ANW (1995). *Advies examenprogramma's havo/vwo. Algemene natuurwetenschappen*. Enschede: SLO.