

Cover Page



Universiteit Leiden



The handle <http://hdl.handle.net/1887/20703> holds various files of this Leiden University dissertation.

Author: Belo, Neeltje Annigje Hendrika

Title: Engaging students in the study of physics : an investigation of physics teachers' belief systems about teaching and learning physics

Issue Date: 2013-03-27

SAMENVATTING

Dit proefschrift omvat vier deelstudies naar de inhoud en structuur van de opvattingssystemen van natuurkundedocenten over het leren en onderwijzen van natuurkunde in het voortgezet onderwijs (VO) in Nederland. Na een inleidend hoofdstuk volgen vier hoofdstukken waarin elk van de deelstudies nader wordt uitgewerkt. In het slothoofdstuk worden de bevindingen van de deelstudies samengevat gevolgd door een bespreking van de theoretische en praktische implicaties.

Hoofdstuk 1: Algemene introductie

Dit hoofdstuk biedt een overzicht van het onderzoek in dit proefschrift. Het onderzoek heeft als doel om meer inzicht te krijgen in de inhoud en structuur van de opvattingssystemen van natuurkundedocenten. Onderzoek naar docentopvattingen is relevant, omdat deze een belangrijke rol spelen in het ordenen van informatie. Bovendien beïnvloeden ze de beslissingen van docenten ten aanzien van onderwijs en instructie. Met name opvattingen over de *doelen* en *didactiek* van het natuurkundeonderwijs alsmede opvattingen over de *aard van natuurwetenschap* worden in dit kader van belang geacht.

In totaal zijn vier deelstudies uitgevoerd onder natuurkundedocenten die werkzaam zijn in het voortgezet onderwijs in Nederland (de leeftijd van de leerlingen is ongeveer 12-18 jaar). Deze deelstudies zijn gebaseerd op enkele fundamentele assumpties over de *stabiliteit*, *organisatie* en *functionaliteit* van docentopvattingen. Daarbij worden opvattingen beschouwd als een onderdeel van het bredere construct van de praktijkkennis van docenten, omdat kennis en opvattingen in het denken van een docent met elkaar verweven zijn.

Het hoofdstuk begint met een bespreking van de kennisbasis voor het onderwijs om zo dit onderzoek te voorzien van een theoretisch kader. Vervolgens wordt de literatuur besproken met een specifieke focus op onderzoek naar docentopvattingen (met inbegrip van de relatie tussen opvattingen en de onderwijspraktijk) en onderzoek naar het bèta-onderwijs (waaronder de inhoud en doelen van bèta-curricula). Na een beschrijving van de context van het Nederlandse natuurkundeonderwijs (VO) wordt de aandacht gevestigd op docentopvattingen over de doelen van het natuurkundeonderwijs, de didactiek van het leren en onderwijzen van natuurkunde en de aard van natuurwetenschap. Het hoofdstuk sluit af met een beschrijving van de opzet van de dissertatie met daarbij een kort overzicht van de inhoudelijke hoofdlijnen van elke deelstudie.

Hoofdstuk 2: Een exploratie van docentopvattingen over het begrijpelijk maken van natuurkunde, het motiveren van leerlingen en verschillende regulatietypen: een interviewstudie

In dit hoofdstuk worden de resultaten van een kleinschalige, semigestructureerde interviewstudie (N=8) gepresenteerd, waarin de opvattingen van natuurkundedocenten en docentopleiders (werkzaam bij de docentopleiding natuurkunde) over de doelen en didactiek van het

natuurkundeonderwijs zijn bevraagd. In het bijzonder zijn opvattingen onderzocht over effectieve manieren om leerlingen van 12-18 jaar te motiveren de vakinhoud te leren en daarnaast om de leerstof begrijpelijk te maken.

Het hoofdstuk start met een introductie van het onderwerp, waarbij gerefereerd wordt aan het feit dat het natuurkunde- en bèta-onderwijs als geheel de laatste twee decennia te kampen hebben met een problematisch imago; veel leerlingen percipiëren de inhoud van de bèta-vakken als moeilijk of verliezen hun interesse door de wijze waarop het vak onderwezen wordt. Na een bespreking van enkele algemene kenmerken van de opvattingssystemen van docenten, volgt een bespreking van de literatuur over de algemene doelen van het onderwijs, concepties van leren, instructiestrategieën om het begrip van leerlingen van de vakinhoud te vergroten en pogingen om de betrokkenheid en motivatie van leerlingen te verhogen.

De onderzoeksvragen hebben in de eerste plaats betrekking op de inhoud van (docent) opvattingen over 'het begrijpelijk maken van natuurkunde' en 'effectieve manieren om leerlingen te motiveren tot het leren van de vakinhoud'. Verder wordt onderzocht in hoeverre deze opvattingen de doelen van het natuurkundeonderwijs reflecteren en welke regulatietypen (d.i. regulatie van de leerprocessen van leerlingen) geïdentificeerd kunnen worden in de opvattingen van de docenten en docentopleiders. De participanten in deze studie zijn door middel van doelgerichte selectie geselecteerd. De data, verzameld in december en januari 2008/2009, zijn in een iteratief proces met kwalitatieve methoden geanalyseerd.

Een van de conclusies van deze studie is dat de opvattingen van de participerende docenten en docentopleiders voornamelijk twee doelen van het natuurkundeonderwijs reflecteren, namelijk 'het leren en begrijpen van conceptuele natuurkundekennis' en 'het leren en toepassen van probleemoplossende vaardigheden en onderzoeksvaardigheden'. Er is bovendien geen duidelijk onderscheid gevonden wat betreft de inhoud van opvattingen over het 'begrijpelijk maken van natuurkunde' en 'het motiveren van leerlingen'. De praktische implicaties van de onderzochte opvattingen kunnen worden samengevat in de volgende vijf richtlijnen voor instructie: 1) laat leerlingen practica doen en onderzoek uitvoeren, 2) laat leerlingen uitdagende en zorgvuldig geselecteerde problemen oplossen, 3) probeer om abstracte natuurkundige vakinhoud te verlevendigen voor leerlingen, 4) laat leerlingen samenwerken met klasgenoten en 5) houd rekening met de diversiteit en persoonlijke kenmerken van leerlingen.

De geïnterviewde personen hebben bovendien het belang van herhaaldelijk oefenen benadrukt teneinde vaardig te worden in het oplossen van problemen en het toepassen van conceptuele natuurkundekennis. Een klein deel van de onderzochte opvattingen reflecteert het doel van 'leren over de aard van natuurkundige kennisontwikkeling en natuurkundig wetenschappelijk onderzoek'. Zo hebben de geïnterviewden bijvoorbeeld aangegeven dat het belangrijk is dat leerlingen inzicht verwerven in de empirische en voorlopige aard van natuurwetenschappelijke kennis en dat zij zich bewust worden van de toepassingen van natuurkundige kennis in het leven van alledag.

Een andere conclusie is dat de groep van participerende docenten en docentopleiders opgesplitst kan worden in twee groepen op grond van de regulatietypen die in hun opvattingen zijn geïdentificeerd. In de opvattingen van de ene helft zijn twee regulatietypen onderscheiden, te weten docent-gereguleerd leren en regulatie door zowel docent als leerlingen (gedeelde regulatie). De personen in deze groep zijn van mening dat de docent primair verantwoordelijk is voor het overdragen en verhelderen van de natuurkundige vakinhoud (docent-regulatie). Daarnaast benadrukken zij het belang van samenwerking bij probleemoplossende leeractiviteiten, waarbij de leerlingen deels zelf verantwoordelijk zijn voor het uitvoeren van experimenten en het verwerken en toepassen van conceptuele natuurkundekennis (gedeelde regulatie). De opvattingen van de andere helft van de geïnterviewden reflecteren nog een derde regulatietype. Naast de bovengenoemde twee regulatietypen zijn deze personen er ook voorstander van dat leerlingen zelfstandig problemen oplossen en onderzoeksactiviteiten uitvoeren en zelf conceptuele natuurkundekennis construeren (leerling-regulatie). Zij geven daarbij wel aan dat het belangrijk is dat de docent toezicht houdt op het gehele leerproces en de leerlingen begeleidt, bijvoorbeeld door het proces 'procedureel te structureren' of door vragen te stellen.

Over het geheel genomen zijn er verder geen duidelijke relaties gevonden tussen specifieke doelen van het natuurkundeonderwijs (bijvoorbeeld het 'leren van conceptuele natuurkundige kennis' of het 'leren van onderzoeksvaardigheden') en bepaalde regulatietypen.

Hoofdstuk 3: Een stap verder dan de dichotomie van docent- en leerlinggericht onderwijs: een vragenlijststudie naar de opvattingen van natuurkundedocenten over de doelen en didactiek van het natuurkundeonderwijs

In dit hoofdstuk worden de resultaten gepresenteerd van een vragenlijststudie, waarbij de opvattingen van natuurkundedocenten over de *doelen* en *didactiek* van het natuurkundeonderwijs zijn onderzocht. De focus ligt daarbij op de inhoud en structuur van hun opvattingssystemen. Het hoofdstuk begint met een introductie van de onderzoeksliteratuur over de inhoud en structuur van opvattingssystemen (onderzocht bij docenten), gevolgd door een overzicht van diverse studies naar de opvattingen van bèta-docenten over onderwijs en leren in het algemeen. In dit kader wordt ook aandacht besteed aan onderzoek naar hun domeinspecifieke opvattingen.

De onderzoeksvragen van de vragenlijststudie betreffen de inhoud en structuur van de opvattingssystemen van natuurkundedocenten. De focus ligt specifiek op hun *opvattingen over onderwijs en leren in het algemeen* (d.i. opvattingen over de doelen van het onderwijs, leren en de regulatie van de leerprocessen van leerlingen) en *domeinspecifieke opvattingen* (d.i. 'curriculum emphases' in het natuurkundeonderwijs). In maart 2011 is een vragenlijst rondgestuurd onder natuurkundedocenten die lesgeven op scholen van het voortgezet onderwijs in Nederland. De respons was N=126 (56,5%). De data zijn met kwantitatieve methoden, zoals twee-factor variantieanalyse, bivariate Pearson-correlaties en hiërarchische clusteranalyse, geanalyseerd.

Een van de hoofdconclusies van deze studie is dat de natuurkundedocenten gemiddeld genomen weinig onderscheidende opvattingen hebben over de doelen en didactiek van het natuurkundeonderwijs. Wat betreft de doelen van het natuurkundeonderwijs is gebleken dat de docenten zowel 'transmissie-/kwalificatiegeoriënteerde' en 'leren-/moreelgeoriënteerde' opvattingen hebben over de algemene doelen van het onderwijs. Met andere woorden, ze vinden dat het in het onderwijs niet alleen moet gaan om de overdracht van vakinhoudelijke kennis en kernbegrippen en de kwalificatie van leerlingen voor het vervolgonderwijs, maar ook dat leerlingen moeten leren om hun eigen kennis te construeren, verantwoordelijk te zijn voor hun eigen leerprocessen, samen te werken met hun leeftijdgenoten en een kritische attitude te ontwikkelen.

Een verrassend resultaat met betrekking tot de domeinspecifieke opvattingen van deze docenten, namelijk hun 'curriculum emphases' in het natuurkundeonderwijs, is dat er geen expliciete voorkeur is gevonden voor een van de drie 'emphases'. Specifieker geformuleerd vinden zij dat het belangrijk is om theoretische noties eerst te onderwijzen, omdat zulke noties een basis kunnen verschaffen voor begrip van de natuur en bovendien nodig zijn voor het toekomstig onderwijs van leerlingen (d.i. 'fundamentele natuurkunde' emphasis). Daarnaast vinden zij het minstens zo belangrijk dat leerlingen een begrip ontwikkelen van de aard van natuurkundige kennisontwikkeling (d.i. 'natuurkundige kennisontwikkeling' emphasis) en dat het natuurkundeonderwijs eveneens aandacht moet besteden aan de relaties tussen toepassingen van natuurkundekennis, technische kennis en het dagelijks leven van de leerlingen of de beslissingen die ze nemen (d.i. 'natuurkunde, technologie en maatschappij' emphasis). Verder heeft deze studie aangetoond dat de docenten ook weinig onderscheidende opvattingen hebben over de regulatie van de leerprocessen van leerlingen. Zo vinden zij het niet alleen belangrijk dat het leren van de natuurkundige vakinhoud gereguleerd wordt door de docent, maar ook dat leerling-gereguleerd leren en actieve kennisconstructie plaatsvinden.

Een andere conclusie is dat de opvattingen van natuurkundedocenten over de algemene en domeinspecifieke doelen van het onderwijs aan elkaar gerelateerd zijn en zo een opvattingssysteem vormen. Er is een sterke positieve correlatie gevonden tussen 'transmissie-/kwalificatiegeoriënteerde' opvattingen en de 'fundamentele natuurkunde' emphasis. Verder zijn voornamelijk gematigd positieve correlaties gevonden tussen de andere opvattingen over de doelen en curriculum emphases van het natuurkundeonderwijs. De relaties tussen opvattingen over de doelen en didactiek van het natuurkundeonderwijs (d.i. opvattingen over leren en de regulatie van leerprocessen) zijn echter zwak of niet significant. Hiërarchische clusteranalyse heeft bovendien niet geleid tot de identificatie van subgroepen docenten met vergelijkbare opvattingssystemen.

Het hoofdstuk wordt afgesloten met een discussie over termen zoals 'docent-gericht' en 'leerling-gericht', die vaak in de onderwijskundige literatuur worden gebruikt. Deze termen suggereren een dichotomie die echter niet wordt ondersteund door de data van deze studie.

Er wordt daarom betoogd dat het onderzoek naar docentopvattingen gebaat is bij een meer verfijnde terminologie om de inhoud en structuur van opvattingssystemen te beschrijven.

Hoofdstuk 4: Een exploratie van docentopvattingen over de aard van natuurwetenschap met behulp van contrasterende filosofische posities: een grootschalige vragenlijststudie

Dit hoofdstuk beschrijft de resultaten van een grootschalige vragenlijststudie naar de inhoud en structuur van de opvattingen van natuurkundedocenten over de aard van natuurwetenschap. Het onderwerp wordt geïntroduceerd met een bespreking van de rol van docentopvattingen over de aard van natuurwetenschap in de praktijk van het natuurkundeonderwijs. Vervolgens wordt een overzicht gegeven van de hoofdbevindingen van onderzoek naar docentopvattingen over de aard van natuurwetenschap, gevolgd door een bespreking van enkele controversiële kwesties die het hart vormen van het wetenschapsfilosofisch discours over de aard van natuurwetenschap.

De onderzoeksvraag van deze studie richt zich op de inhoud van docentopvattingen over de aard van natuurwetenschappelijke kennisclaims. Daarnaast zijn de onderlinge relaties tussen deze opvattingen onderzocht. Voor deze studie is een vragenlijst ontwikkeld met 24 items op een Likert-schaal. Deze items zijn gebaseerd op de ideaaltypen van contrasterende filosofische posities op drie verschillende dimensies, namelijk een 'intentionele', 'epistemische' en 'methodologische' dimensie. In maart 2010 is de geteste vragenlijst uitgezet onder natuurkundedocenten die lesgeven aan het voortgezet onderwijs in Nederland. De response was N=299 (17,9%). Data-analyse heeft plaatsgevonden met behulp van kwantitatieve methoden, zoals factoranalyse (Principal Axis Factoring), bivariate Pearson-correlaties en hiërarchische clusteranalyse.

Exploratieve factoranalyse heeft geresulteerd in de extractie van drie factoren; deze zijn geïnterpreteerd als opvattingen over de *status*, het *doel* en de *praktische bruikbaarheid* van natuurwetenschappelijke kennis. Gemiddeld genomen hebben de natuurkundedocenten uit deze steekproef vergelijkbare opvattingen over het 'doel' van natuurwetenschappelijke kennis. Zo zijn zij van mening dat natuurwetenschappelijke theorieën, principes en natuurwetten bedoeld zijn om een correcte beschrijving, uitleg en voorspelling te geven van natuurkundige fenomenen.

Een andere conclusie is dat de docenten verschillen in hun opvattingen over de 'status' en 'praktische bruikbaarheid' van natuurwetenschappelijke kennis. Er zijn echter geen significante verschillen gevonden als gekeken wordt naar achtergrondvariabelen zoals geslacht, leeftijd, aantal jaren onderwijservaring en de vooropleiding van docenten. Verder zijn er, wat betreft de structuur van deze opvattingen, zwakke (significante) positieve correlaties gevonden tussen enerzijds docentopvattingen over het 'doel' en anderzijds opvattingen over de 'status' en 'praktische bruikbaarheid' van natuurwetenschappelijke kennis.

Hiërarchische clusteranalyse heeft geresulteerd in drie onderscheiden clusters die 'absolutistisch' (N=71), 'relativistisch' (N=112) en 'pragmatisch' (N=116) zijn genoemd. De docenten

uit het 'absolutistische' en 'relativistische' cluster verschillen in hun opvattingen over de 'status' van natuurwetenschappelijke kennis. Over het algemeen vinden de docenten uit het 'absolutistische' cluster dat natuurwetenschappelijke theorieën, principes en natuurwetten empirisch bewezen, absoluut en objectief zijn. Het 'relativistische' cluster is van mening dat de status van natuurwetenschappelijke kennis relatief is. De docenten uit het 'pragmatische' cluster hebben hoge gemiddelde scores behaald op de schaal die opvattingen over de 'praktische bruikbaarheid' van natuurwetenschappelijke kennis meet. Zij zijn van mening dat de waarde van natuurwetenschappelijke theorieën, principes en natuurwetten afhangt van de mate waarin ze fungeren als adequate hulpmiddelen bij probleemoplossende activiteiten en onderzoek.

Het hoofdstuk eindigt met een bespreking van de mate waarin de terminologie die vaak wordt gebruikt bij het beschrijven en categoriseren van docentopvattingen over de aard van natuurwetenschap, voldoet. Zo wordt er gepleit voor een meer verfijnde terminologie in plaats van het veelgebruikte onderscheid tussen 'naïeve' en 'genuanceerde' opvattingen.

Hoofdstuk 5: De beeldvorming van natuurkunde bij leerlingen in het voortgezet onderwijs: een kleinschalige exploratieve interviewstudie naar de opvattingen en intenties van natuurkundedocenten

In dit hoofdstuk worden de resultaten besproken van een kleinschalige, gestructureerde interviewstudie (N=3) naar de inhoud en onderlinge structuur van de opvattingen van natuurkundedocenten. De onderzochte opvattingen hebben niet alleen betrekking op de *doelen* en *didactiek* van het natuurkundeonderwijs, maar ook op de *aard van natuurkunde en natuurwetenschap*. De studie bevat bovendien een exploratie van de relaties tussen deze verschillende opvattingen en de intenties van natuurkundedocenten, zoals zij die hebben geëxpliciteerd in een lesopzet voor een introductieles natuurkunde.

Het hoofdstuk begint met een introductie van het onderwerp, gevolgd door een bespreking van de literatuur met behulp van twee imaginaire voorbeelden. Deze voorbeelden illustreren de veronderstelde relaties tussen de hierboven genoemde opvattingen en de keuzes die docenten maken met betrekking tot welke leerstof onderwezen dient te worden en op welke manier. Het theoretisch gedeelte wordt afgesloten met een korte bespreking van de literatuur over de relatie tussen opvattingen, intenties en de praktijk van het lesgeven.

De onderzoeksvragen richten zich op de inhoud en structuur van de opvattingssystemen van de drie participerende docenten. Daarnaast wordt ook onderzocht in hoeverre deze opvattingen doorklinken in hun onderwijsintenties. De drie docenten zijn geselecteerd met behulp van doelgerichte selectie. Elke docent is afkomstig uit een van de drie clusters, die in de eerder beschreven studie zijn onderscheiden (d.i. 'absolutistisch', 'relativistisch' en 'pragmatistisch'). De interviews zijn afgenomen in februari 2011 met behulp van een interviewschema, dat naast een reeks open vragen ook een opdracht bevat. Deze opdracht houdt in dat de docent een les van 50 minuten ontwerpt, waarin natuurkunde wordt geïntroduceerd aan leerlingen in de tweede klas van het voortgezet onderwijs (leeftijd 12-14 jaar). De opdracht is niet alleen gebruikt om de intenties van de docenten te onderzoeken, maar ook om hun opvattingen

verder te exploreren. De data zijn in een iteratief proces geanalyseerd, waarbij een interpretatieve benadering is gehanteerd. Daarbij is gestart met open coderen, gevolgd door een analyse van overeenkomsten en verschillen in de opvattingen en intenties van docenten.

Een van de conclusies van deze studie is dat de opvattingen van de participerende docenten over de aard van natuurkunde en natuurwetenschap gekarakteriseerd worden door opvattingen over het doel van natuurwetenschappelijk onderzoek, het doel van natuurkunde als onderzoeksgebied, de tijdelijke aard van natuurwetenschappelijke theorieën en het verschil tussen natuurwetten en natuurwetenschappelijke theorieën. De docenten maken daarbij geen duidelijk onderscheid tussen het schoolvak natuurkunde en het bredere domein van het vakgebied natuurkunde.

Verder wordt op grond van de onderzochte opvattingen over de doelen van het natuurkundeonderwijs duidelijk dat de docenten verschillende prioriteiten hanteren ten aanzien van welke kennis, vaardigheden en attitudes onderwezen dienen te worden. Zo vindt een docent vooral de overdracht van conceptuele kennis belangrijk, terwijl een ander met name het aanleren van onderzoeksvaardigheden en het zelfstandig onderzoek doen benadrukt. De onderbouwing van deze opvattingen blijft echter vaak in meerdere of mindere mate impliciet. Daarnaast is geconcludeerd dat de docenten, voor wat betreft de didactiek van het natuurkundeonderwijs, verschillen in hun opvattingen over adaptief onderwijs en de doelen van practicumactiviteiten en onderzoek. Het is daarbij duidelijk geworden dat met name de laatstgenoemde opvattingen (over de doelen van practicumactiviteiten en onderzoek) gerelateerd zijn aan opvattingen over de doelen van het natuurkundeonderwijs, alsmede aan opvattingen over het doel van natuurwetenschappelijk onderzoek. Deze gerelateerde opvattingen zijn tot op zekere hoogte ook teruggevonden in de intenties van docenten ten aanzien van de lesdoelen en onderwijsactiviteiten van de ontworpen introductieles.

In de afsluitende bespreking van het hoofdstuk wordt dieper ingegaan op de onderbouwing van docentopvattingen. Zo wordt bijvoorbeeld een antwoord gezocht op de vraag waarom deze onderbouwing vaak in meerdere of mindere mate impliciet blijft. Verder wordt aandacht geschonken aan de mate waarin de opvattingen van een docent over de aard van natuurkunde en natuurwetenschap mogelijk gekleurd zijn door zijn of haar percepties van de aard van het schoolvak natuurkunde.

Hoofdstuk 6: Algemene conclusies en discussie

Het laatste hoofdstuk begint met een samenvatting van zowel het hoofddoel als de algemene onderzoeksvraag die voor de deelstudies van deze dissertatie leidend zijn geweest. De onderzoeksvraag wordt gekenmerkt door een focus op de inhoud en structuur van de opvattingssystemen van natuurkundedocenten. De hoofdconclusies van de vier deelstudies worden, na kort te zijn samengevat, gesynthetiseerd in twee algemene conclusies met diverse deelconclusies.

De algemene conclusies komen op het volgende neer. De vragenlijststudies tonen aan dat de opvattingssystemen van natuurkundedocenten over het leren en onderwijzen van

natuurkunde, gemiddeld genomen, bestaan uit gerelateerde opvattingen over de doelen van het natuurkundeonderwijs. Bovendien bevatten deze systemen min of meer losstaande opvattingen over docent-gereguleerd leren, leerling-gereguleerd leren en kennisconstructie en opvattingen over de aard van natuurwetenschap. De interview studies maken duidelijk dat docenten verschillen in hun prioriteiten ten aanzien van de doelen van het natuurkundeonderwijs. Daarnaast is er een verschil gevonden in de mate waarin docentopvattingen over het leren en onderwijzen van natuurkunde leerling-gereguleerd leren reflecteren. Verder is de relatie tussen opvattingen over de aard van natuurwetenschap enerzijds en de doelen en didactiek van het natuurkundeonderwijs anderzijds niet duidelijk.

De algemene discussie van de conclusies begint met een bespreking van de aard van de gebruikte methode in de vier deelstudies. Vervolgens worden de conclusies in verband gebracht met verschillende theoretische perspectieven op docentkennis en -opvattingen. Deze perspectieven betreffen 'oriëntaties op het bèta-onderwijs' als onderdeel van het bredere construct van vakdidactische kennis (d.i. 'pedagogical content knowledge', PCK), 'praktijkkennis' of 'phronesis', 'pedagogische constructies' (die het resultaat zijn van een interactie tussen docentopvattingen en andere kennistypen), en de competentie van expliciet professioneel redeneren. De discussie mondt uit in diverse suggesties voor vervolgonderzoek naar docentopvattingen, zoals een verdere exploratie van de onderlinge relaties tussen opvattingen in opvattingssystemen en de manifestatie van opvattingen in de praktijk van het lesgeven.

Verder volgen enkele praktische implicaties voor de opleiding en professionalisering van docenten. Zo wordt onder andere benadrukt dat het belangrijk is dat docentopleiders de articulatie van opvattingen modelleren en dat zij tevens laten zien hoe die opvattingen voorzien worden van een expliciete onderbouwing, verankerd in de kennisbasis voor het onderwijs. Andere implicaties benadrukken dat men bij het implementeren van curriculuminnovaties rekening dient te houden met verschillen in de opvattingen van docenten. Zo wordt bijvoorbeeld, met betrekking tot het Nederlandse natuurkundeonderwijs, geopperd dat natuurkundedocenten, docentopleiders en curriculumvernieuwers expliciet de discussie aangaan over de doelen van het curriculum of over de rol van opvattingen over de aard van natuurwetenschap in relatie tot het brede doel van 'natuurwetenschappelijke geletterdheid' ('scientific literacy'). Het hoofdstuk sluit af met het standpunt dat natuurkundedocenten, docentopleiders en natuurkundigen een gezamenlijke verantwoordelijkheid dragen om leerlingen te enthousiasmeren voor een vervolgstudie in het natuurkundig domein.