



NATUURLIJK NIEUWSGIERIG

Onderzoekend leren bij natuur,
wetenschap en techniek

Petra Fisser

2 september 2009

lectoraat Onderzoekend leren bij natuur, wetenschap en techniek

Expertis
Onderwijsadviescentrum

HOGESCHOOL
EDITH STEIN HENGELO
ONDERWIJS
CENTRUM
TWENTE

MOTTO:



INHOUDSOPGAVE

1	NATUURLIJK NIEUWSGIERIG	3
2	NATUUR, WETENSCHAP EN TECHNIEK	6
2.1	NATUUR EN TECHNIEK IN DE KERNDOELEN BASISONDERWIJS	6
2.2	NATUUR EN TECHNIEK: EN WETENSCHAP?	7
3	ONDERZOEKEND ONTWERPEN	8
3.1	ONDERZOEKEND EN ONTWERPEND LEREN	8
3.2	KINDEREN ALS ONDERZOEKENDE ONTWERPERS	10
3.3	DE ROL VAN DE LEERKRACHT	11
4	DOORLEREN OM VERDER TE PROFESSIONALISEREN	12
4.1	KENNIS OF VAARDIGHEDEN?	13
4.2	BEKWAAM DOOR ZELFVERTROUWEN	14
4.3	BEKWAAM DOOR BETROKKENHEID	16
5	ONDERZOEKSPROGRAMMA VAN HET LECTORAAT	17
5.1	CONTEXT EN PROBLEEMSTELLING	18
5.2	ONDERZOEKSVRAGEN	19
5.3	ONDERZOEKSKADER: CONCERNS BASED ADOPTION MODEL	20
5.4	ONTWERPONDERZOEK	21
5.5	BIJDRAGE AAN SCHOOLONTWIKKELING	23
5.6	BIJDRAGE AAN HET PABOCURRICULUM	24
6	NIEUWSGIERIG NAAR DE TOEKOMST NATUURLIJK	25
6.1	VAN PO NAAR VO: DOORLOPENDE LEERLIJNEN	25
6.2	SAMENWERKING MET HET BEDRIJFSLEVEN	26
6.3	LEERKRACHT IN HET LAB	27
6.4	TOPPERS VOOR DE KLAS	27
6.5	SAMENWERKING MET ANDERE KENNISCENTRA	28
6.6	ONDERWIJSINNOVATIE DOOR CURRICULUMONTWERP	29
7	DANKWOORD	30
8	REFERENTIES	32

1 NATUURLIJK NIEUWSGIERIG

Waarom? Hoe moet dat? Hoe gaat dat? Hoe heet dat? Wat is dit? Dit zijn een paar van de vragen die peuters stellen bij elk nieuw ding dat ze ontdekken. En ze ontdekken veel! Jonge kinderen zijn van nature nieuwsgierig naar wat er om hen heen gebeurt. Terwijl ze een spelletje spelen, kijken naar vissen in een aquarium, een zaklamp gebruiken om schaduwen te maken en met zand en water spelen - ze zijn constant bezig met uitvinden hoe de wereld in elkaar zit. Kinderen hebben dagelijks te maken met verschijnselen uit de natuur en de techniek en vinden die interessant. Deze dagelijkse dingen zijn daarmee uitstekende aangrijpingspunten voor natuur- en techniekonderwijs: ze motiveren kinderen om samen bezig te zijn met eigen vragen over een concreet onderwerp. De kunst is nu om ze zo nieuwsgierig en gemotiveerd te laten blijven.

Want wat gebeurt er in de praktijk? Helaas worden kinderen vaak afgeremd in hun natuurlijke nieuwsgierigheid. “Niet doen. Niet aankomen. Niet vies worden,” is wat we vaak tegen kinderen zeggen op het moment dat ze aan het ontdekken zijn. De kinderen moeten luisteren en worden op die manier ‘gedwongen’ om minder nieuwsgierig te zijn. Zowel ouders als leerkrachten zouden die nieuwsgierigheid niet moeten inperken, maar juist moeten stimuleren! Nieuwsgierige kinderen zijn niet lastig, ze zijn enthousiast en leergierig, ze hebben de nieuwsgierigheid en verwondering nodig om te leren, zowel thuis als in de klas. Verschillende auteurs, onder wie Dolk (2007) geven echter aan dat het huidige onderwijs weinig ruimte biedt aan leerlingen om nieuwsgierig te zijn, doordat het onderwijs strak georganiseerd is: “De kerndoelen beschrijven in grote mate de inhoud. Ook vervolgopleidingen leggen een druk op het kennisaspect... Daar tegenover staan vernieuwingsbewegingen die het lerende kind ook ruimte willen geven voor de eigen (intellectuele) ontwikkeling. Hierbij speelt de inspiratie van de leerling een belangrijke rol.” (p. 8). Dolk beschrijft hier twee op het oog verschillende benaderingen in het onderwijs, kennis aan de ene kant en intellectuele ontwikkeling aan de andere kant. De vraag is of deze twee niet samen kunnen gaan, waarbij de ontwikkeling van het kind voorop staat.

Over de spanning tussen kennis en ervaringen opdoen later meer. Feit is wel dat er vaak gezegd en geschreven wordt dat het huidige onderwijs de nieuwsgierigheid van kinderen niet of niet voldoende stimuleert. Uit het boek ‘Curious Minds’ van Brockman (2004) blijkt dat dit niet van de laatste tijd is. Brockman heeft een aantal wetenschappers gevraagd te beschrijven wat hen inspireerde om de wetenschap in te gaan. Uit de verschillende verhalen komt enerzijds een uiterst nieuwsgierige houding naar voren en anderzijds een grote invloed van de omgeving (ouders, andere wetenschappers als rolmodel, etc.). Onderwijs wordt niet vaak genoemd als inspiratiebron, alleen daar waar het gaat om een enkele inspirerende docent die een functie als rolmodel heeft gehad. Die inspiratiebron is wel een hele sterke. Om een dergelijke inspiratiebron te zijn, zouden leerkrachten een omgeving moeten creëren voor leerlingen met voldoende en gevarieerde bronnen en uitdagingen om elke leerling te inspireren.

Nieuwsgierigheid in combinatie met talent is een van de basisgedachten achter projecten zoals bijvoorbeeld TalentenKracht, uitgevoerd vanuit het programma Verbreding Techniek Basisonderwijs (VTB). TalentenKracht heeft tot doel een antwoord te vinden op de vraag welke talenten kinderen in de leeftijd van 3 tot en met 5 jaar hebben op het gebied van wiskunde, natuurwetenschappen, techniek en logica. Uitgangspunt van het project is dat jonge kinderen blijken te geven van veel talenten op het gebied van de wereld om hen heen, zoals natuurverschijnselen, de ruimte waar ze in leven en bewegen, hoeveelheden, groot en klein, redeneringen, etc. Kinderen zijn vaak buitengewoon creatief in het oplossen van problemen, het vinden van verklaringen en het stellen van vragen. Deze creativiteit kan verder ontwikkeld worden op school, maar zodra kinderen op school komen blijft er van deze 'talentenpracht' vaak weinig over. TalentenKracht wil talenten tijdig opsporen en stimuleren, wat moet bijdragen aan de ontwikkeling van een 'onderzoeksmentaliteit' die kinderen later op school en in hun verdere studieloopbaan meer affiniteit geeft met wiskunde en de natuurwetenschappen.

En dat is nodig: Nederland kampt met een negatief imago ten aanzien van natuur, wetenschap en techniek (Platform Bèta Techniek, 2008). Dit vertaalt zich onder andere in een gebrek aan goed opgeleide mensen in de techniek. Slechts 16 procent van de Nederlandse studenten in het hoger onderwijs studeert af aan een bètaopleiding, tegenover 26 procent in de rest van Europa. Hoe dit komt kan wellicht (gedeeltelijk) verklaard worden uit de resultaten van het TIMSS-project. Sinds 1995 wordt in het TIMSS-project, een internationaal vergelijkend onderzoek, elke vier jaar in het basis- en voortgezet onderwijs de kennis van leerlingen in de exacte vakken gemeten (Martin, Mullis, & Foy, 2008). In 2007 zijn in 43 landen ongeveer 200.000 leerlingen in groep 6 getoetst op hun kennis van rekenen/wiskunde, biologie, natuur- en scheikunde en fysische aardrijkskunde. In Nederland ging het in 2007 om 4300 leerlingen van ruim 140 basisscholen (Meelissen & Drent, 2008). Uit het onderzoek in Nederland blijkt onder andere dat Nederland wat betreft rekenen/wiskunde in de top tien van de best presterende landen staat, evenals in 1995 en 2003. Wat betreft natuur- en techniekonderwijs behoort Nederland sinds 2007 niet (meer) tot de top tien. Dit komt overigens niet doordat Nederlandse leerlingen slechter gescoord hebben in 2007, maar doordat de gemiddelde toetsscores van andere landen omhoog zijn gegaan. Verder blijkt dat Nederlandse leerlingen minder met proefjes of experimenten voor natuuronderwijs in aanraking komen dan hun leeftijdsgenoten uit de meeste andere TIMSS-landen. Uit het onderzoek blijkt ook dat Nederland één van de acht landen is waar zich significante verschillen tussen jongens en meisjes voordoen in de toetsprestaties voor natuuronderwijs.

Uit het TIMSS-onderzoek in Nederland van Meelissen en Drent (2008) blijkt verder dat jongens beter in natuur- en techniekonderwijs zijn dan meisjes, terwijl internationaal gezien meisjes gemiddeld beter zijn dan jongens. Verder blijkt dat leerlingen een licht positieve houding ten aanzien van natuuronderwijs hebben. Als dat vergeleken wordt met andere landen, blijkt dat er toch relatief veel leerlingen zijn die negatief staan ten opzichte van natuuronderwijs. De Nederlandse leerlingen hebben sinds 2003 minder plezier gekregen in natuuronderwijs (Martin et al., 2008). Het zelfvertrouwen van Nederlandse leerlingen op het gebied van hun vaardigheden in natuur- en techniekonderwijs is net als het plezier de laatste vier jaar afgenomen. Hoewel het verschil klein is, lijkt het erop dat meisjes meer plezier hebben in natuuronderwijs dan jongens, maar dat het zelfvertrouwen van meisjes en jongens niet veel van elkaar verschilt.

Wat betreft de Nederlandse leerkrachten blijkt uit het TIMSS-onderzoek dat zij gemiddeld drie kwartier per week aan natuur- en techniekonderwijs besteden. Internationaal gezien betekent dit dat van alle TIMSS-landen Nederland samen met Oekraïne de minste tijd per jaar besteedt aan het vak natuuronderwijs in groep 6. Het natuur- en techniekonderwijs in Nederland bestaat voornamelijk uit biologielessen en voor slechts 15 procent uit natuur- en scheikunde, terwijl in de meeste andere landen de verhouding andersom ligt. De Nederlandse leerkrachten voelen zich over het algemeen meer dan voldoende toegerust om les te geven in de leerstofgebieden biologie en fysische aardrijkskunde. Voor een aantal onderwerpen van het inhoudsdomein 'natuur- en scheikunde' voelen leerkrachten zich minder goed toegerust. Interessant is dat Nederlandse leerlingen ook de meeste moeite hebben met dit onderwerp.

Er is dus nog wel wat te doen rondom het natuur- en techniekonderwijs. De vraag is hoe we die nieuwsgierige jonge kinderen die uit zichzelf de wereld gaan ontdekken en daardoor in aanraking komen met natuur en techniek enthousiast kunnen laten blijven, hoe de onderzoekende houding die zij van nature hebben gestimuleerd kan worden en hoe de houding van de docent hieraan kan bijdragen, zodat kinderen een positieve houding (blijven) ontwikkelen ten opzichte van natuur- en techniekonderwijs. Of zoals Dijkgraaf aangaf in een special over bèta en techniek van Didaktief (nr. 4, april 2006): "Want eigenlijk is het raar dat we zo moeten trekken om aandacht voor bèta en techniek, terwijl jonge kinderen daar spontaan interesse voor hebben".

Nieuwsgierigheid, verwondering, zelfvertrouwen en een onderzoekende houding zijn thema's die in het lectoraat 'Onderzoekend leren bij natuur, wetenschap en techniek' centraal staan. En deze thema's gelden niet alleen voor onderzoek naar de houding van kinderen ten aanzien van natuur, wetenschap en techniek, maar gelden juist ook voor onderzoek naar de rol die een leerkracht speelt bij het stimuleren van de juiste houding ten aanzien van natuur, wetenschap en techniek. Het belangrijkste speerpunt van het lectoraat is dan ook de professionalisering van de leerkracht, waarbij expliciet niet alleen aandacht is voor kennis en vaardigheden, maar ook voor pedagogisch-didactische aspecten en misschien nog wel belangrijker: een attitudeverandering ten aanzien van natuur, wetenschap en techniek. Want niet alleen de kinderen, maar ook de leerkrachten zouden natuurlijk nieuwsgierig moeten zijn!



2 NATUUR, WETENSCHAP EN TECHNIEK

2.1 Natuur en techniek in de kerndoelen basisonderwijs

De belangrijkste onderwerpen die kinderen op school moeten leren om actief deel te kunnen nemen aan de samenleving, liggen vast in de zogenaamde kerndoelen basisonderwijs (Ministerie OCW, 2006). Kerndoelen zijn streefdoelen die aangeven waarop basisscholen zich moeten richten, waarbij de scholen zelf mogen bepalen hoe de kerndoelen bereikt worden. Sinds in 1998 de tweede versie van de kerndoelen van kracht werd, zijn zowel natuur als techniek officieel leer- en vormingsgebieden in het basisonderwijs. De laatste versie van de kerndoelen is van 2006.

Kerndoelen natuur en techniek

- Kerndoel 40 De leerlingen leren in de eigen omgeving veel voorkomende planten en dieren onderscheiden en benoemen en leren hoe ze functioneren in hun leefomgeving.
- Kerndoel 41 De leerlingen leren over de bouw van planten, dieren en mensen en over de vorm en functie van hun onderdelen.
- Kerndoel 42 De leerlingen leren onderzoek doen aan materialen en natuurkundige verschijnselen, zoals licht, geluid, elektriciteit, kracht, magnetisme en temperatuur.
- Kerndoel 43 De leerlingen leren hoe je weer en klimaat kunt beschrijven met behulp van temperatuur, neerslag en wind.
- Kerndoel 44 De leerlingen leren bij producten uit hun eigen omgeving relaties te leggen tussen de werking, de vorm en het materiaalgebruik.
- Kerndoel 45 De leerlingen leren oplossingen voor technische problemen te ontwerpen, deze uit te voeren en te evalueren.
- Kerndoel 46 De leerlingen leren dat de positie van de aarde ten opzichte van de zon, seizoenen en dag en nacht veroorzaakt.

Zoals kan worden gezien zijn de kerndoelen vrij algemeen van aard en geven ze geen specifieke richting aan hoe het onderwijs ingericht moet worden om de kerndoelen te bereiken. In de uitwerking van de kerndoelen wordt wel onderscheid gemaakt tussen levende en niet-levende natuur, waarbij biologie gezien wordt als levende natuur en natuur- en scheikunde als techniek of niet-levende natuur. In het theoretisch kader van VTB-Pro (VTB-Pro, 2008) worden de domeinen verder uitgeschreven, gebaseerd op de OECD-studie (2006), waarin vier categorieën worden benoemd: kennis van a) natuurkundige systemen, b) levende systemen, c) aarde- en ruimtesystemen en d) techniekssystemen. Bij natuurkundige systemen is er onder andere aandacht voor eigenschappen en kenmerken van objecten, plaats en beweging van een object in ruimte en tijd, kracht en beweging, energie, straling en elektriciteit en magnetisme. Bij levende systemen wordt aandacht besteed aan bijvoorbeeld cel, orgaan en organisme, mens, plant en dier, ecosysteem en duurzame ontwikkeling. Bij aarde- en ruimtesystemen gaat het onder andere om de structuur van lithosfeer en hydrosfeer, water, lucht, klimaat en weer. Bij techniekssystemen is er aandacht voor ontwerpen, construeren en faciliteren. In de verder tekst van dit document zal het begrip natuur- en techniekonderwijs gehanteerd worden, waarbij alle bovenstaande onderwerpen inbegrepen zijn.

Uit het eerder genoemde TIMSS-onderzoek blijkt dat de onderwerpen rondom levende systemen en rondom aarde- en ruimtesystemen meer aandacht krijgen in de klas dan de onderwerpen rondom natuurkundige en techniekssystemen. Naast de kennis en het zelfvertrouwen van de leerkrachten op dit gebied, is ook de tijdsinvestering die nodig is om de soms complexe lessen gedegen voor te bereiden een probleem (zie bijvoorbeeld ook Van den Berg, 1996; Thijssen, Van der Schoot, Verhelst & Hemker, 2002; Blijleven, 2005).

2.2 Natuur en techniek: en wetenschap?

Tot nu toe is vooral over natuur en techniek gesproken. Waar blijft de wetenschap? En wat moeten kinderen eigenlijk met wetenschap? En moeten leerkrachten een academische opleiding gaan volgen? Nee, dat wordt hier niet bedoeld. Zoals in het theoretisch kader van VTB-Pro staat aangegeven is dat niet de wetenschap die hier bedoeld wordt, maar wel dat de leerkrachten een beroepsmatige nieuwsgierigheid ontwikkelen naar alledaagse verschijnselen in de natuur en dat ze daarbij een onderzoekende houding aan de dag leggen (VTB-Pro, 2008). Op die manier zijn ze een rolmodel voor hun leerlingen, die zich ook die onderzoekende houding eigen moeten maken.

Het gaat dus niet alleen om kennis over de domeinen natuur en techniek, maar ook om vaardigheden zoals vragen stellen, nieuwe kennis vergaren, fenomenen verklaren en conclusies trekken op basis van voorgaande ervaringen met natuur en techniek. Van belang is om op te merken dat het hier niet gaat om kennis of vaardigheden, maar om een combinatie van die twee. En het is juist deze combinatie die door middel van benaderingen als onderzoekend en ontwerpend leren ontwikkeld zouden kunnen worden.

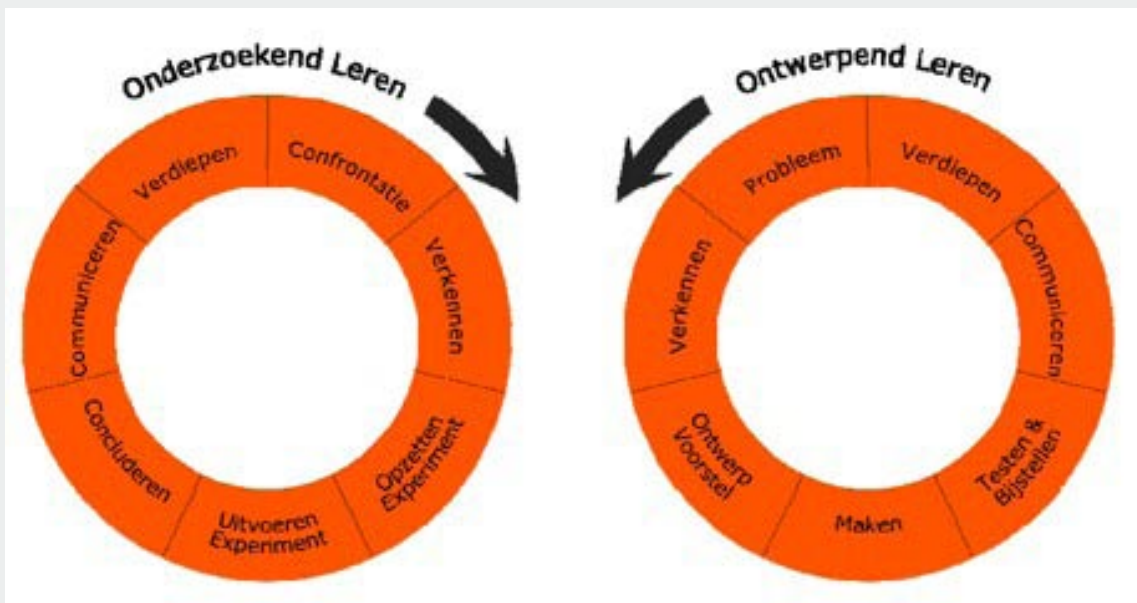


3 ONDERZOEKEND ONTWERPEN

Hoewel de titel van het lectoraat een focus aan lijkt te geven richting onderzoekend leren bij natuur, wetenschap en techniek, blijkt uit literatuur en praktijk vaak dat onderzoekend leren hand in hand kan gaan met ontwerpend leren. Het primaire doel van zowel onderzoekend als ontwerpend leren is om de wetenschappelijke houding van leerlingen te stimuleren en te ontwikkelen (Kemmers & van Graft, 2007).

3.1 Onderzoekend en ontwerpend leren

Bij onderzoekend en ontwerpend leren ontstaan mogelijkheden voor de brede ontwikkeling van leerlingen, inclusief conceptontwikkeling (een begrip, thema of idee tot leven wekken), op het gebied van natuur en techniek. Zoals gezien kan worden in Figuur 1 starten beide leervormen met een oriëntatiefase waarin het probleem wordt verkend. Bij onderzoekend leren loopt dit via confrontatie naar verkennen, bij ontwerpend leren is het uitgangspunt een probleem (bijvoorbeeld een natuurverschijnsel) dat verkend moet worden. Na deze fase volgt het opstellen van een plan, dat daarna wordt uitgewerkt. Uiteindelijk sluiten beide fasen af met een verdiepingsfase waarin de resultaten worden gecommuniceerd en een verdieping plaatsvindt.



Figuur 1 Onderzoekend en Ontwerpend Leren
(Kemmers en van Graft, 2007)

De twee benaderingen kunnen onderscheiden worden door onderzoekend leren te zien als een vorm van guided reinvention (een gestuurd zelfontdekkend leerproces) en ontwerpnd leren als technologisch probleemoplossend handelen:

- Bij onderzoekend leren staat de conceptuele kant van de leerinhoud centraal. Het doel van de *guided reinvention* is om zo goed mogelijk aan te sluiten bij de kennis die de leerlingen al hebben en steeds eigen inzichten te gebruiken om een stap dichterbij de einddoelen te komen (Freudenthal, 1991). Uitgangspunt is dat het onderwijs zó vormgegeven wordt dat leerlingen onder leiding van de leraar betekenisvol kunnen leren door de leerstof en de didactiek zo te organiseren, dat de leerlingen in situaties worden geplaatst waarin zij gemotiveerd worden de relevante theorie zelf te construeren (Freudenthal, 1991; Gravemeijer, 1994).
- Bij ontwerpnd leren gaat het om het technologisch probleemoplossend handelen. Het uitvoeren van activiteiten door leerlingen staat hier in het teken van het (optimaliseren) van de oplossing voor het probleem. Kinderen moeten daarbij keuzes maken bij het toepassen van technische principes, materialen en gereedschappen. Van belang bij deze benadering is dat authentieke problemen de context vormen om inhoud en leeractiviteiten samen te brengen (Bransford, 1990). Het achterliggende principe is gebaseerd op wat Kafai en Resnick (1996) 'Constructionisme' noemen: leerlingen krijgen of leren niet zomaar ideeën, ze doen ideeën op door actief met de materialen bezig te zijn.

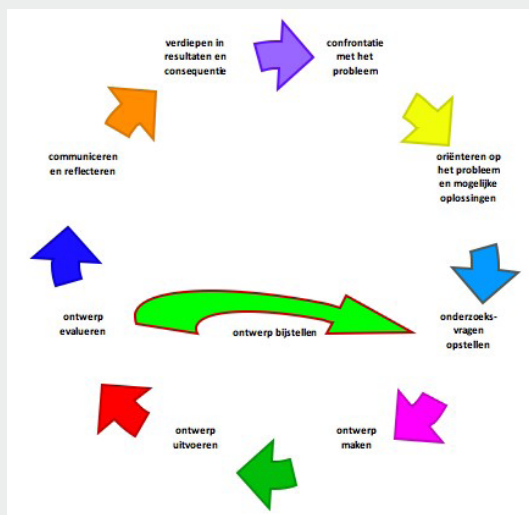
De scheiding tussen onderzoekend en ontwerpnd leren die vaak wordt aangebracht, zou echter opgeheven moeten worden of zelfs veranderd in een integratie van de twee aanpakken, gezien de context van natuur- en techniekonderwijs.

Onderzoekend leren vereist namelijk van leerlingen (en vaak ook van leerkrachten) een niveau van abstractie, waar ze tijdens het onderwijsprogramma op de basisschool nog niet aan toe zijn. Uit studies op het gebied van onderzoekend leren bij natuuronderwijs blijkt dat de methode van onderzoekend leren wel potentie heeft, maar dat er ook meer duidelijkheid moet komen rondom de rol die leerlingen en leerkrachten hebben binnen deze benadering (zie bijvoorbeeld Shulman & Tamir, 1973; Harlen, 1979; Van den Akker, 1988). De positieve geluiden rondom onderzoekend leren gaan met name in op het idee dat onderzoekend leren ervoor zorgt dat leerlingen hun kennis en vaardigheden ontwikkelen en dit vakgebied beter begrijpen en onthouden (Haury, 2002; Kemmers & van Graft, 2007; Taraban, Box, Myers, Pollard & Bowen, 2007). Bovendien blijkt uit onderzoek van Taraban et al. (2007) dat door deze actieve leervorm de attitude van leerlingen positief wordt beïnvloed. Daarnaast leidt onderzoekend leren tot een hogere prestatie van leerlingen (Smith, Desimone, Zeidner, Dunn, Bhatt & Rumyantseva, 2007). Veel van deze resultaten zijn echter resultaten die opgedaan zijn in het voortgezet onderwijs bij vakleerkrachten. En ondanks deze positieve aspecten van onderzoekend en ontwerpnd leren blijkt ook dat leerlingen in die situatie regelmatig problemen ondervinden tijdens het leerproces (de Jong, 2006; Veermans, 2002; Zion, Cohen & Amir, 2007). Leerlingen bezitten nog niet de juiste voorkennis, waardoor ze problemen ervaren met het opstellen van concrete leerdoelen, die vervolgens niet genoeg aansluiten bij de eigen ontwikkeling (Yang, 1998).

Ontwerpend leren vervalt in de praktijk vaak tot het stapsgewijs maken van bouwpakketten zonder te reflecteren op het nut daarvan en de kennis die daarover beschikbaar is. Het motiverende aspect van ontwerpen is hierbij wel van groot belang. Het is leuk om iets te bedenken en te maken of te bouwen. De leerling wordt echt eigenaar van het uiteindelijke product. Het nadeel is echter dat deze vorm van leren vaak blijft bij handvaardigheidachtige oefeningen. Wel kunnen kinderen en leerkrachten werken met een meer concrete methode van onderzoeken en uitvinden en met het creëren van objecten en het reflecteren daarop.

3.2 Kinderen als onderzoekende ontwerpers

Door onderzoekend en ontwerpend leren te combineren, worden kinderen gestimuleerd om onderzoekend te ontwerpen. Natuur- en techniekonderwijs krijgt hierdoor een nieuwe impuls. Met name het 'handvaardigheidskarakter' van techniekonderwijs zal hierdoor afnemen, aangezien het onderzoekende karakter binnen het ontwerp onderwijs van groot belang is. Dit wordt weergegeven in Figuur 2, waarin te zien is dat, na de confrontatie met een probleem en de oriëntatie op dat probleem en de mogelijke oplossingen, onderzoeksvragen opgesteld worden. Op basis van deze onderzoeksvragen wordt een ontwerp van een mogelijke oplossing gemaakt en uitgevoerd en volgt een evaluatie van de resultaten. Daarbij wordt teruggerepen op de eerder opgestelde onderzoeksvragen. Voldoet het ontwerp nog niet aan het oplossen van het probleem, dan wordt opnieuw ontworpen en uitgevoerd. Daarna vindt bespreking van de resultaten plaats met medeleerlingen en de leerkracht, en reflecteren ze op het proces en op de kennis die opgedaan is. Op die manier vindt er verdieping plaats van het geleerde. In de ideale situatie zou de cyclus dan opnieuw starten, aangezien er tijdens de verdiepfingsfase over het algemeen nieuwe problemen gedefinieerd worden.



Figuur 2 Onderzoekend ontwerpen

Op deze manier worden kinderen onderzoekende ontwerpers, of in voor hen meer aantrekkelijke taal: uitvinders. Zo kunnen zij uitgroeien tot de innovatieve probleemoplossers die de huidige Nederlandse samenleving nodig heeft om haar concurrentiepositie op het gebied van natuur, techniek en wetenschap te behouden en te verhogten.

3.3 De rol van de leerkracht

Onderzoekend ontwerpen verschilt in meerdere opzichten van het traditionele onderwijs. De leerkracht neemt bij onderzoekend ontwerpen een andere plaats in het onderwijs in, namelijk die van begeleider in plaats van docent. In het kader van onderzoekend leren beschrijft Van den Akker (1988) dat het van groot belang is dat leerkrachten ondersteund worden bij de omschakeling van een docerende naar een begeleidende rol bij onderzoekend en ontwerpend leren. Ook moet er voldoende aandacht zijn voor de voorbereiding van de lessen, waarbij tijdgebrek en vakinhoudelijke kennis de grootste obstakels zijn. Aangezien de omschakeling van de rol van de leerkracht bij onderzoekend leren vergelijkbaar is met die van onderzoekend ontwerpen, mogen we aannemen dat hier hetzelfde geldt. Uit het onderzoek van Van den Akker bleek dat de leereffecten verhoogd kunnen worden als er inderdaad voldoende aandacht is voor de mate waarin de leerkracht een actieve begeleider is tijdens het ontdekproces van de leerlingen, voor de mate waarin er aan het eind van de les inhoudelijke leeropbrengsten gerecapituleerd worden, en voor de mate waarin de leerlingen zelf een actieve rol vervullen bij het verwoorden van de opbrengsten. (Van den Akker, 1988).

Om dit alles te bereiken is goede begeleiding bij het proces door een leerkracht noodzakelijk. Het is niet mogelijk om de kennisontwikkeling geheel aan de leerlingen over te laten (Graaff, Pilot, Prins & van Vliet, 2003, Janssen, 1999). De leerkracht heeft de taak om het actieve leerproces van de leerling te ondersteunen en te stimuleren (Simmelink, 2008). De begeleiding van dit soort onderwijs bestaat uit het doen van observaties, het stellen van stimulerende vragen, het aanreiken van boeken en andere informatiebronnen, het faciliteren van de activiteiten, het achterhalen van wat de leerlingen geleerd hebben, het geven van antwoorden op en uitleg van onduidelijkheden, het hebben van een kritische blik op de resultaten van de leerlingen en het bespreken van deze resultaten (Smith et al., 2007). Om voor een goede en effectieve begeleiding te zorgen, is het van belang dat de leerkracht zich kan verplaatsen in de interesses van de klas, voldoende kennis heeft over het vakgebied, sympathie heeft voor de leerlingen, beschikt over managementvaardigheden, openstaat voor nieuwe dingen, enthousiast is over het vakgebied en voldoende kennis heeft van pedagogiek en didactiek (Eddinger, 2002). En dat is nogal wat om van een leerkracht te vragen. Gedeeltelijk wordt de basis voor deze vaardigheden in de pabo-opleiding gelegd, maar veel van deze vaardigheden zullen zich pas in de praktijk ontwikkelen. Dat betekent niet dat leerkrachten het allemaal zelf moeten uitvinden. Zij kunnen een beroep doen op de mogelijkheid om zichzelf verder te professionaliseren.

4 DOORLEREN OM VERDER TE PROFESSIONALISEREN

Op de website van Hogeschool Edith Stein is te lezen dat de hogeschool de leraar van de toekomst opleidt, maar dat het daar niet bij ophoudt: werken in het onderwijs betekent een leven lang leren, doorleren om verder te professionaliseren (Hogeschool Edith Stein, 2009). Uit onderzoek blijkt ook dat de professionalisering van leerkrachten van belang is, omdat de invloed van de leerkracht op de attitude van de leerling zeer groot is (zie bijvoorbeeld Osborne, Simon & Collins 2003; Jarvis & Pell, 2004; 2005 en Murphy, Ambusaidi & Beggs, 2006; Rohaan, Taconis & Jochems, 2008). De kwaliteit van het lesgeven, het enthousiasme en de kennis en ervaring van de leerkracht zijn allemaal beïnvloedende factoren op de attitude van de leerling. Omdat de attitude van de leerling beïnvloed wordt door de leerkracht, is het van belang dat hij of zij op een enthousiaste en motiverende manier lesgeeft. De professionalisering van leerkrachten kan hierbij helpen.



4.1 Kennis of vaardigheden?

De ontwikkeling van leerkrachten zou erop gericht moeten zijn om de leerkracht van kennis en vaardigheden te voorzien die toepasbaar zijn in het begeleiden van het onderzoekend en ontwerpend leerproces van de leerling. Daarbij moet voldoende aandacht besteed worden aan zowel het ontwikkelen van een positieve attitude van de leerkracht ten opzichte van natuur en techniek, als aan het ontwikkelen van kennis en vaardigheden en de benodigde pedagogisch-didactische competenties op het gebied van onderzoekend en ontwerpend leren (Programma VTB, 2008).

Uit het onderzoek van Rohaan, Taconis, & Jochems (2008) is gebleken dat niet alleen de kennis van een leerkracht van techniek het beeld en de interesse van de leerlingen voor techniek beïnvloedt. Naast de vakinhoudelijke kennis is Pedagogical Content Knowledge (PCK), vrij vertaald 'vakdidactische kennis', van essentieel belang voor goed techniekonderwijs. Shulman (1987) was de eerste die PCK introduceerde en omschreef als 'that special amalgam of content and pedagogy that is uniquely the province of teachers, their own special form of professional understanding' (Shulman, 1987, p.8). Van Driel (2008) geeft aan dat het bij PCK gaat om het inzicht van leerkrachten in de manieren waarop leerlingen vakinhoudelijke zaken begrijpen, en om kennis van doceractiviteiten waarmee dit begrip bevorderd kan worden.

PCK wordt gezien als een kennisdomein met vier kernelementen: a) kennis over de doelen van het onderwijs, b) kennis over de mis- en opvattingen van leerlingen, c) kennis over het curriculum en lesmateriaal en d) kennis over onderwijsstrategieën (Grossman, 1990; Rohaan, Taconis, & Jochems, 2007). Magnusson, Krajcik en Borko (1999) geven aan dat de kernelementen allemaal beheerst moeten worden en in samenhang met elkaar gezien moeten worden. Zij voegen daaraan toe dat leerkrachten niet alleen kennis moeten ontwikkelen van alle PCK-elementen, maar ook van alle onderwerpen waarin ze lesgeven. In relatie tot het professionaliseren van leerkrachten geeft Van Driel (2008) aan dat je PCK niet kan leren via een cursus of uit een boekje, maar door te werken in de praktijk. Alleen op die manier krijgen leerkrachten bijvoorbeeld inzicht in de leermoeilijkheden en -mogelijkheden van hun leerlingen. Ook geeft Van Driel aan dat als een leerkracht PCK-vaardig is, hij of zij een deskundige vakdocent is die in staat is om te bepalen welke didactiek gekozen moet worden in een bepaalde situatie.

Inhoudelijke kennis is dus nodig, gecombineerd met vaardigheden die kunnen verschillen bij verschillende vakken en dus bij verschillende vakdidactische aanpakken. In relatie tot wat eerder geschreven is over interesse en motivatie van leerlingen, blijkt dat een hoge PCK bij leerkrachten gerelateerd kan worden aan betere leerprestaties en verhoogde motivatie, interesse en zelfvertrouwen van de leerlingen (Jones & Moreland, 2004).

4.2 Bekwaam door zelfvertrouwen

Eerder werd aangegeven dat uit het TIMSS-onderzoek is gebleken dat natuur- en techniekonderwijs weinig tijd krijgt in het curriculum en dat leerkrachten niet op alle gebieden van het natuur- en techniekonderwijs voldoende zelfvertrouwen hebben. Ook in eerdere studies werd dit geconcludeerd. Begin jaren negentig werd bijvoorbeeld door de Inspectie van het Onderwijs (1993) en het Cito (Van Weerden, 1993) onderzoek gedaan naar de kwaliteit van natuur- en techniekonderwijs op de basisschool. Uit de resultaten bleek onder meer dat vooral binnen de hogere leerjaren van het basisonderwijs vrij weinig aandacht werd besteed aan natuur en techniek. Bovendien was het leerstofaanbod over het algemeen vrij eenzijdig. Vooral onderwerpen rondom techniek kregen te weinig aandacht. Uit meer recent onderzoek van het Cito (Thijssen, Van der Schoot, Verhelst & Hemker, 2002) blijkt dat deze problemen nog steeds actueel zijn. Ook Blijleven (2005) geeft aan dat de realisatie van natuur en techniek binnen de basisschoolpraktijk voor veel leerkrachten niet eenvoudig is. Blijleven noemt als een van de kernproblemen dat een deel van de leerkrachten onvoldoende zelfvertrouwen heeft in de eigen competentie om verantwoord natuur- en techniekonderwijs te geven. Een andere belemmerende factor is volgens hem de tijdsinvestering die nodig is om de soms complexe lessen gedegen voor te bereiden (zie bijvoorbeeld ook Van den Berg, 1996; Thijssen, Van der Schoot, Verhelst & Hemker, 2002). Leerkrachten staan bij het lesgeven dan ook voor een lastige taak: ze moeten belangstelling wekken voor een domein waarmee zij zelf doorgaans weinig affiniteit hebben, en ze moeten vaardigheden beheersen waarover ze nauwelijks beschikken.

Ook internationaal gezien voelen veel leerkrachten basisonderwijs zich onvoldoende bekwaam om onderwijs op het gebied van natuurwetenschappen en techniek te verzorgen (zie bijvoorbeeld Jarvis & Pell, 2004; Appleton, 1995; Palmer, 2001; Goodrum, Hackling & Rennie, 2001). Ze vinden het moeilijk om met vragen van leerlingen op dit gebied om te gaan en vallen het liefst terug op standaardtekstboeken of sterk gestructureerde materialen of oefeningen. Onderzoek van onder andere Jarvis en Pell (2004) en Palmer (2004) laten echter ook zien dat, wanneer leerkrachten met behulp van nascholing zelf meer kennis en vaardigheden opdoen, hun zelfvertrouwen groeit, ze een positievere attitude ontwikkelen en het geleerde in de lespraktijk kunnen toepassen.

Het gevoel hebben niet bekwaam genoeg te zijn, lijkt een belangrijk aspect te zijn bij het wel of niet verzorgen van natuur- en techniekonderwijs. In de literatuur wordt in dat verband gesproken over self-efficacy. Self-efficacy kan omschreven worden als het vertrouwen dat een individu in zichzelf heeft om bepaalde taken tot een goed einde te brengen. Het gaat daarbij om het oordeel dat mensen vellen over hun eigen capaciteiten om acties uit te voeren om een bepaald eindresultaat te bereiken (Bandura, 1977). Het verwachte resultaat van bepaald gedrag speelt daarbij een belangrijke rol (Ajzen, 2002). Bandura (1977) geeft aan dat self-efficacy de keuzes beïnvloedt van een individu voor activiteiten en de moeite en de volharding om die activiteiten uit te voeren en dat self-efficacy wordt versterkt door successen en verzwakt wordt door falen. Wanneer echter een sterke self-efficacy ontwikkeld is, heeft een enkele keer falen minder invloed (Bandura, 1986). Dit betekent dat wanneer iemand ziet dat er met het eigen gedrag succes geboekt wordt, hij of zij overtuigd zal raken de volgende keer weer in staat te zijn dit succes te behalen.

Er zijn veel onderzoeken uitgevoerd naar self-efficacy. De resultaten van deze onderzoeken laten allemaal zien dat self-efficacy significant invloed heeft op motivatie en functioneren (Bandura & Locke, 2003). Het blijkt zelfs dat iemands mate van motivatie en de acties die daarbij uitgevoerd worden, meer gebaseerd zijn op wat diegene gelooft wat hij kan, dan op de werkelijke mogelijkheden (kennis en vaardigheden) van die persoon (Bandura, 1997). Dit besef kan een verklaring geven voor het feit dat het gedrag van iemand niet altijd in evenwicht is met datgene wat hij of zij daadwerkelijk zou kunnen. Dit kan tot gevolg hebben dat zeer getalenteerde mensen twijfelen aan hun kunnen, terwijl mensen met een bescheiden repertoire aan vaardigheden zeer zelfverzekerd over zichzelf kunnen zijn. Overigens betekent dit niet per se dat iemand zonder benodigde kennis of vaardigheden op een bepaald gebied toch succesvol kan zijn omdat hij of zij denkt succesvol te kunnen zijn.

Self-efficacy komt tot stand vanuit vier verschillende bronnen (Bandura, 2000):

a) succeservaringen door oefening, b) indirecte ervaringen (observeren van anderen), c) verbale overtuiging en andere sociale invloeden van buitenaf en d) fysiologische en emotionele gesteldheid. Een combinatie van alle vier de bronnen leidt tot de beste resultaten. Op basis hiervan stelt Bandura (2000) dat, wil je de self-efficacy van iemand verhogen, je drie stappen moet volgen. De eerste stap is het maken van een model van de benodigde vaardigheden, waarbij complexe vaardigheden worden opgedeeld in subvaardigheden. Als iemand beschikt over de subvaardigheden, dan kunnen deze gecombineerd worden tot complexere vaardigheden en strategieën die in verschillende situaties toegepast moeten kunnen worden. Om verhoging van de self-efficacy te bereiken, is het belangrijk dat de (sub)vaardigheden ook daadwerkelijk geleerd kunnen worden en dat vergelijkbare personen in een vergelijkbare context dezelfde vaardigheden kunnen ontwikkelen. De tweede stap is het oefenen van de vaardigheden onder begeleiding in een gesimuleerde omgeving, zodat er geen angst hoeft te zijn om iets verkeerd te doen. Feedback op het uitvoeren van de vaardigheden is daarbij van belang om eventuele fouten te verbeteren. De derde stap is het aanbieden van een programma om het geleerde in de praktijk te brengen. Ook bij deze stap is het van belang om voldoende succeservaringen op te doen. Dit kan gerealiseerd worden door in eerste instantie bepaalde opdrachten uit te zetten in een situatie waarin het waarschijnlijk is dat het resultaat positief zal zijn. Na een bespreking over het behaalde succes kan een volgende ervaring in de praktijk opgedaan worden met een hogere moeilijkheidsgraad.

In deze beschrijving rondom self-efficacy moet nog een nuance aangebracht worden als het gaat om de professionalisering van leerkrachten: het verschil tussen leerkracht-efficacy en leerkracht-self-efficacy. Leerkracht-efficacy wordt gedefinieerd als het geloof van de leerkracht in zijn of haar vaardigheden om het functioneren van een leerling te beïnvloeden (Dellinger, Bobbett, Olivier & Ellett, 2007; Gibson & Dembo, 1984; Tschannen-Moran, Woolfolk Hoy, & Hoy, 1998). Leerkracht-self-efficacy is het geloof van een leerkracht in zijn of haar vaardigheden om specifieke taken in een specifieke context uit te voeren die een bepaalde kwaliteit hebben. De focus ligt daarbij op het succesvol uitvoeren van deze taken in de klas.

4.3 Bekwaam door betrokkenheid

Bij de professionalisering van leerkrachten is het van belang om niet alleen te denken aan de leerkrachten in het basisonderwijs, maar ook aan de lerarenopleiders op de pabo en de huidige studenten van de pabo. Leren door en professionaliseren van docenten is echter een complex proces, waarbij rekening dient te worden gehouden met de kenmerken van de docenten (leeftijd, leerstijl, geslacht), met specifieke kenmerken van het leerproces en de leeromgeving (authenticiteit, ontwerpactiviteiten, samenwerking) en met de vakinhoud (Pieters, 2008). De manier waarop de professionalisering vormgegeven wordt, is daarom van groot belang. Als we bij de professionalisering van leerkrachten basisonderwijs en docenten pabo er vanuit gaan dat het gaat om a) kennis en vaardigheden, b) een attitudeverandering en c) pedagogisch-didactische competenties op het gebied van onderzoekend en ontwerpend leren, waarbij alle drie gericht zijn op natuur, wetenschap en techniek, dan zal er in het onderzoek van het lectoraat in ieder geval aandacht besteed moeten worden aan:

- de ontwikkeling en verspreiding van een kennisbasis;
- training in vaardigheden gerelateerd aan de kennisbasis;
- instrumenten en methodieken die attitudeveranderingen kunnen bewerkstelligen;
- het creëren van een effectieve en rijke leeromgeving voor zowel de lerarenopleiders, de leerkrachten als de leerlingen waarbij de rol van nieuwe media verder onderzocht moet worden;
- de uitwisseling van praktijkervaringen en leereffecten.

Op basis van deze aspecten is te bepalen hoe de professionalisering vormgegeven moet worden en welke aanpak gekozen wordt. Daarbij wordt zowel gekeken naar de huidige vorm die in de (na)scholing gehanteerd wordt als naar een de aanpak rondom teacher design teams, oftewel docentontwerpteam (zie bijvoorbeeld Handelzalts, 2009).

Een docentontwerpteam bestaat uit docenten van aan elkaar verwante vakken/leergebieden die gezamenlijk werken aan de vernieuwing van hun onderwijs. De kracht van dergelijke teams ligt in het feit dat ze de interactie en synergie bevorderen tussen drie noodzakelijke processen bij onderwijsverbetering, te weten: curriculum-, docent- en schoolorganisatieontwikkeling (McLaughlin & Talbert, 2001). Door samen te werken aan hun gezamenlijk curriculum werken docenten aan het vernieuwen van hun lespraktijk en komen ze in discussie met hun collega's over hun vak, denkbeelden en wensen. Hierdoor worden de eigen professionele identiteit en de relaties binnen het team en de school ontwikkeld (Handelzalts, 2009), waardoor de kans op succes bij een onderwijsinnovatie stijgt. Leerkrachten zijn bij deze werkwijze gezamenlijk verantwoordelijk voor de ontwikkeling van een deel van het curriculum en op die manier werken zij aan zowel onderwijsontwikkeling als aan docentontwikkeling. Curriculum en docentontwikkeling kunnen dus worden beschouwd als twee zijden van dezelfde medaille (Pieters, 2008). Een belangrijke aanname daarbij is dat deze werkwijze bijdraagt aan de ontwikkeling van docenten, doordat er een expliciete focus ligt op het onderwerp waar docenten zelf mee bezig zijn. Hun leren bestaat dan uit de ontwikkeling en de toepassing van hun kennisbasis van inhoud, didactiek en leerpsychologie; ze zijn op die manier in staat de kennis in 'echte' situaties toe te passen. Daaraan voorafgaand ontwikkelen zij een bepaalde attitude ten aanzien van het werken in docententeams, een nieuwe attitude ten aanzien van onderzoekend en ontwerpend leren en een nieuwe attitude ten aanzien van natuur, wetenschap en techniek.

5 ONDERZOEKSPROGRAMMA VAN HET LECTORAAT

Wat betekenen de gepresenteerde ideeën nu voor het lectoraat ‘Onderzoekend leren bij natuur, wetenschap en techniek’? Ze betekenen in ieder geval dat het lectoraat zich zal richten op de vraag hoe kinderen gestimuleerd kunnen worden om onderzoekende ontwerpers te worden en een positieve houding ten aanzien van natuur, wetenschap en techniek te ontwikkelen. Met name de attitude en de vaardigheden van leerkrachten zijn daarbij van essentieel belang. Zonder stimulerende en open houding en een daarbij passend gedrag, worden aanwezige kennis en inzichten niet of slechts beperkt dan wel gekleurd overgedragen. Maar het onderzoek van het lectoraat gaat verder. Niet alleen de leerkracht en de leerlingen staan centraal in het onderzoek, ook de school en haar directe omgeving inclusief ouders zijn van belang, evenals de relatie tussen de school en de verdere omgeving, zoals scholen voor voortgezet onderwijs, musea en technocentra, en bedrijven in de regio.

Voor het lectoraat betekent dit dat het onderzoek zich zal richten op bovenstaande onderwerpen, met nadruk op de rol van leerkrachten in het basisonderwijs en zijn omgeving, om op die wijze een ontwikkeling te bewerkstelligen die bij leerlingen een onderzoekende houding stimuleert.



5.1 Context en probleemstelling

Het lectoraat is sterk verankerd in het Kenniscentrum Wetenschap en Techniek Oost (KWTO), waarvan Hogeschool Edith Stein penvoerder is. Het KWTO is onderdeel van Twente School of Education, een samenwerkingsverband met als partners Hogeschool Edith Stein, Expertis Onderwijsadviseurs, Universiteit Twente en Saxion. Het KWTO wordt mede vormgegeven door de Gereformeerde Hogeschool Zwolle en SLO, het nationaal expertisecentrum voor leerplanontwikkeling. De kerntaak waar het KWTO voor staat, is het professionaliseren van leerkrachten basisonderwijs op het gebied van onderzoekend en ontwerpend leren bij natuur, wetenschap en techniek, waarbij expliciet niet alleen aandacht is voor kennis en vaardigheden, maar ook voor pedagogisch-didactische aspecten en misschien nog wel belangrijker: attitudeverandering ten aanzien van natuur, wetenschap en techniek.

Het KWTO wordt voor een deel gefinancierd vanuit VTB-Pro, dat via de ministeries van OCW en EZ geld ter beschikking stelt aan een aantal kenniscentra in Nederland op het gebied van Wetenschap en Techniek, met als doel om uiteindelijk meer kinderen voor bètastudies te laten kiezen en zo de tekorten op de arbeidsmarkt op dat gebied te kunnen verminderen.

Naast het onderzoek binnen het KWTO dat met name gericht is op het professionaliseren van leerkrachten, wordt binnen het lectoraat ook onderzoek uitgevoerd naar de bredere context van de leerkracht en de school. Ouderbetrokkenheid en -participatie is daarbij van belang, maar ook de doorlopende leerlijn van het basisonderwijs naar het voortgezet onderwijs. Want wat zijn nu de cruciale factoren die ervoor zorgen dat de interesse en het enthousiasme van leerlingen in het basisonderwijs omslaan in een negatievere houding ten aanzien van natuur en techniek in het voortgezet onderwijs? Ook de rol die musea, technocentra en andere instellingen met een educatieve functie op het gebied van natuur en techniek vervullen, is onderwerp van onderzoek. Hoe zijn deze instellingen te betrekken bij natuur- en techniekonderwijs op de scholen en op de pabo, en hoe is daarbij te voorkomen dat die betrokkenheid verzand in excursies die het karakter krijgen van een schoolreisje? En welke rol is er weggelegd voor bedrijven in de regio? Het lectoraat wil daarom niet alleen een antwoord geven op de vraag hoe docentprofessionalisering vormgegeven moet worden om de attitudeverandering bij leerkrachten te bewerkstelligen. Het lectoraat ziet professionalisering als een van de middelen om dit te bereiken, maar het wil ook nagaan welke relaties de scholen kunnen leggen met hun omgeving om natuur, wetenschap en techniek zo te positioneren dat het een gezamenlijk onderwerp wordt van alle betrokkenen.

5.2 Onderzoeksvragen

De kernvraag waarop het onderzoek van het lectoraat antwoord wil vinden, is als volgt geformuleerd:

Op welke manier kunnen scholen en leerkrachten ondersteund worden bij de invoering van natuur, wetenschap en techniek in het basisonderwijs, waarbij leerkrachten een positieve attitude ten aanzien van natuur, wetenschap en techniek ontwikkelen, zodat zij leerlingen kunnen stimuleren en enthousiasmeren voor dit vakgebied?

Enkele deelvragen van dit onderzoek zullen specifiek gericht zijn op de school als organisatie en de rol van de leerkracht binnen die organisatie. Daarbij valt te denken aan vragen als:

- Welke ervaringen hebben basisscholen op het gebied van natuur, wetenschap en techniek? Wat is hun huidige visie op dit vakgebied en hoe vertaalt die zich in het curriculum? Is het mogelijk om scholen te karakteriseren op basis van het huidige aandeel natuur, wetenschap en techniek in het curriculum, en is het mogelijk om op basis hiervan interventies te ontwerpen om de invoering van natuur, wetenschap en techniek op een hoger plan te brengen? Welke rol speelt de schoolleiding bij de invoering van natuur, wetenschap en techniek?

Daarnaast zal een aantal deelvragen specifiek ingaan op de professionalisering van leerkrachten, waarbij gedacht kan worden aan vragen als:

- Welke kennis en vaardigheden hebben leerkrachten basisonderwijs nodig om zich bekwaam te voelen en zelfvertrouwen te krijgen op het gebied van natuur, wetenschap en techniek? Welke kennis en vaardigheden zijn op dit moment beschikbaar en toegankelijk voor leerkrachten? Welke rol spelen genderverschillen bij het realiseren van een attitudeverandering bij leerkrachten basisonderwijs? Voorzien de huidige professionaliseringstrajecten in de behoefte van leerkrachten? Op welke manier dragen huidige professionaliseringstrajecten bij tot een attitudeverandering? Zijn er alternatieve manieren van professionalisering om een attitudeverandering te realiseren en zo ja, welke? Welke rol zou de aanpak van docentontwerpteams hierin kunnen spelen?

Andere deelvragen bij dit onderzoek zullen gericht zijn op de leerling als onderzoekende ontwerper. Daarbij kan gedacht worden aan vragen als:

- Op welke manier kunnen leerlingen gestimuleerd worden om als onderzoekende ontwerper aan de slag te gaan met onderwerpen uit natuur, wetenschap en techniek? Kan het voorgestelde model van onderzoekend ontwerpen verder ontwikkeld worden? Wat betekent uitwerking van het model in de praktijk? Kunnen leerlingen van de basisschool onderzoekend ontwerpen? Leidt onderzoekend ontwerpen tot een positievere houding ten aanzien van natuur, wetenschap en techniek?

Er zullen ook deelvragen rondom de betrokkenheid van de omgeving van de school gesteld worden, zoals:

- Op welke manier kunnen ouders betrokken zijn bij natuur- en techniekonderwijs? Leidt ouderparticipatie tot een positiever beeld van natuur en techniek en welke invloed heeft dit op de kinderen? Welke rol spelen organisaties als musea, technocentra en bedrijven in het beter positioneren van natuur, wetenschap en techniek in het basisonderwijs? Wat voor soort relaties zijn hierbij nodig? Hoe komen deze tot stand en hoe worden ze verankerd in het onderwijsprogramma?

Naast deelvragen rondom leerlingen, leerkrachten en de omgeving van de school zijn er ook deelvragen te stellen rondom de rol van nieuwe media en het implementeren van methodes als de onderzoekende ontwerper, bijvoorbeeld:

- Welke rol kunnen nieuwe media spelen bij het enthousiasmeren van leerlingen en als ondersteuning bij professionaliseringstrajecten? Aan welke media is behoefte en is het mogelijk om mediarijke leeromgevingen te ontwerpen en te realiseren? Welke cruciale succesfactoren spelen een rol bij de implementatie van onderzoekend ontwerpen bij natuur, wetenschap en techniek in het basisonderwijs? Hoe kunnen deze factoren toegepast worden tijdens het implementatieproces om het traject optimaal te laten verlopen?

De onderzoeksvragen zullen in verschillende fases van het onderzoek verder geoperationaliseerd worden.

5.3 Onderzoekskader: Concerns Based Adoption Model

De onderzoeksvragen gaan in op de rol van de school, de leerkracht, de leerling en de omgeving bij de implementatie van natuur, wetenschap en techniek in het basisonderwijs. De achterliggende gedachte daarbij is dat, alhoewel we in Nederland al langer bezig zijn met deze materie, deze implementatie gezien moet worden als een onderwijsinnovatie. Een complex proces waarbij de rol van de bekwame, betrokken leerkracht cruciaal is: zonder de medewerking van de leerkracht geen natuur, wetenschap en techniek in de klas. Het is dus van groot belang om rekening te houden met de zorgen van leerkrachten op dit gebied, zoals die eerder gepresenteerd werden rondom het zelfvertrouwen, de vaardigheden en de kennis die nodig is om met natuur, wetenschap en techniek aan de slag te gaan. Een model dat ontwikkeld is om rekening te houden met datgene waar leerkrachten zich zorgen over maken, is het Concerns Based Adoption Model (CBAM) (Hord, Rutherford, Huling-Austin, & Hall, 1987; Loucks-Horsley & Stiegelbauer, 1991), in Nederland ook wel het 'Betrokkenheidsmodel' genoemd.

Over het algemeen wordt de (negatieve) houding van leerkrachten gezien als weerstand, maar in het Betrokkenheidsmodel wordt het gezien als een zorg die past bij een bepaald stadium in de adoptie van een vernieuwing. Deze benadering gaat er vanuit dat er bij een verandering aandacht besteed moet worden aan de zorgen, betrokkenheid en beleving van de docent.

Binnen het model worden zeven “Stages of Concern” onderscheiden, die elkaar in de tijd opvolgen. Het model is voor het Nederlandse taalgebied bewerkt door Van den Berg en Vandenberghe (1995). Zij onderscheiden drie stadia van betrokkenheid bij leerkrachten: 1. zelfbetrokkenheid, 2. taakbetrokkenheid en 3. anderbetrokkenheid. Leerkrachten hebben op de eerste plaats zorgen die met hun eigen functioneren te maken hebben: “Kan ik dit wel?” “Past dit bij mijn manier van lesgeven?”, “Hoeveel tijd gaat de vernieuwing mij kosten?” Pas als deze zorgen enigszins onder controle zijn, worden leerkrachten meer taakgericht. Vervolgens, als ze die taak enigszins in de vingers hebben, wordt hun voornaamste zorg hoe de vernieuwingen uitwerken bij de anderen (leerlingen en collega’s), en hoe ze de vernieuwing moeten aanpassen voor een optimaal effect. De vragen die leerkrachten hebben in een bepaald stadium zijn reëel voor hen en moeten eerst opgelost worden voor de overstap naar een volgend stadium. Parallel hiermee lopen de levels of use, acht niveaus van de mate waarin een verandering geïmplementeerd is, variërend van ‘niet-gebruik’ tot ‘vernieuwing’. Op dat laatste niveau zal een leerkracht zich de verandering hebben eigen gemaakt en aangepast aan zijn of haar eigen context.

Niet alle leerkrachten bevinden zich in hetzelfde stadium van betrokkenheid en gebruiksniveau. Dat maakt de invoering van een onderwijsinnovatie - en in dit geval de invoering van natuur, wetenschap en techniek in het bijzonder - een lastig proces. Daarbij in acht nemen dat eerder de aanname is gedaan dat leerkrachten meer resultaat boeken als zij in docententeams werken aan een onderwijsvernieuwing, betekent een extra dimensie in de complexiteit. Niet alleen moeten de individuele zorgen en ervaringen van leerkrachten in kaart gebracht worden, maar ook de zorgen en ervaringen van teams. Pas als duidelijk is waar een docententeam (en daarbinnen een individuele leerkracht) zich bevindt op de schaal binnen het Betrokkenheidsmodel, is het mogelijk om na te gaan welke interventies nodig zijn om de invoering van natuur, wetenschap en techniek op een hoger plan te brengen.

Deze visie op onderwijsvernieuwing vormt een raamwerk voor de ontwikkeling van instrumenten en methodieken die in kaart brengen waar leerkrachten, docententeams en scholen zich bevinden op de ‘natuur, wetenschap en techniek-kaart’, om van daaruit interventies te ontwerpen die ervoor kunnen zorgen dat de leerkrachten, teams en scholen een stap verder kunnen zetten.

5.4 Ontwerponderzoek

Aangegeven is dat kinderen onderzoekende ontwerpers zouden moeten zijn. De betrokkenen bij het lectoraat zullen echter ontwerpende onderzoekers zijn: het onderzoek van het lectoraat is namelijk te typeren als ontwerponderzoek. Dit type onderzoek bestaat uit twee componenten, ontwerpen en onderzoeken, en sluit daarbij nauw aan bij de inhoud van het onderzoek, namelijk ‘Onderzoekend en ontwerpend leren bij natuur, wetenschap en techniek’.

5.4.1 Overzicht ontwerponderzoek

Ontwerponderzoek (ook wel ‘ontwerpgericht onderzoek’ genoemd) is een onderzoeksbenadering die in een groot aantal subdomeinen van onderwijs en opleiding sterk in opkomst is. Het is vaak verweven met pogingen om het onderwijs te vernieuwen en te verbeteren, of zoals Van den Akker, Gravemeijer, McKenney & Nieveen (2006) aangeven: ontwerponderzoek streeft ernaar om ontwerpbeslissingen te ondersteunen en te optimaliseren, en om onderliggende ontwerptheorieën empirisch te toetsen. Van den Akker, McKenney & Nieveen (2006) geven aan dat deze aanpak als zodanig van toepassing is op het professioneel ontwerpen en ontwikkelen van instructie en curricula, en dat het zich kan richten op leraren die betrokken zijn bij hun eigen professionele ontwikkeling. De kenmerken van ontwerpgericht onderzoek zijn dat het probleem-georiënteerd is, interdisciplinair van aard en gericht op vernieuwing. Het onderzoek vindt plaats in de praktijk (die over het algemeen complex is), waar interventies gepleegd worden om het probleem op te lossen. De opbrengst van het onderzoek is tweeledig: een tastbaar product dat ook buiten de ontwikkelcontext bruikbaar is en een bijdrage aan de theorievorming.

Ontwerponderzoek kent daarom twee componenten: ontwerpen en onderzoeken. Ontwerpen betekent het op een systematische wijze bedenken en vormgeven van een oplossing voor een onderwijsprobleem. Onderzoeken is in dit verband een systematische bestudering van de kwaliteiten van deze oplossing. Ontwerponderzoek is een relatief nieuwe onderzoeksbenadering. Onvrede met de beperkte praktische relevantie van veel onderwijskundig onderzoek is een belangrijke reden voor de opkomst van deze benadering. Deze benadering is echter niet alleen vanuit een praktische invalshoek interessant, maar ook vanuit wetenschappelijk perspectief, omdat het empirisch beproeven van interventies in de volle praktijk van het onderwijs een bijdrage aan de theorievorming kan leveren.

5.4.2 Streven naar meervoudige kwaliteit

Ontwerponderzoekers streven naar meervoudige kwaliteit. Het eerste criterium voor ontwerponderzoek is de theoretische kwaliteit van het ontwerp. Dat wil zeggen dat de ontwerponderzoekers aantonen dat hun ontwerp op recente wetenschappelijke inzichten berust en dat die adequaat vertaald zijn. Daarnaast kunnen we een ontwerp beoordelen op de interne en externe consistentie. Bij interne consistentie gaat het om de mate waarin de verschillende componenten van het ontwerp op een logische manier met elkaar samenhangen. Het gaat hier om het vakmanschap van ontwerpers om doelen, inhouden van leeractiviteiten en wijze van beoordeling goed op elkaar af te stemmen. Een ontwerp dient ook extern consistent te zijn, dat wil zeggen dat het in overeenstemming is met de verwachtingen van de verschillende betrokkenen en haalbaar binnen de randvoorwaarden. Externe consistentie zegt iets over het vakmanschap van ontwerpers in relatie tot gevoeligheid voor omgevingsfactoren.

Kwaliteitscriteria zijn ook te relateren aan de praktische bruikbaarheid van de interventie die op het ontwerp gebaseerd is. Deze bruikbaarheid wordt beoordeeld aan de hand van de meningen en ervaringen van de direct betrokkenen. Bij onderwijsinterventies gaat het dan vooral om leraren en leerlingen. Zij beoordelen of de interventie in de dagelijkse onderwijspraktijk 'werkt'. Tot slot zijn er kwaliteitscriteria die te maken hebben met effectiviteit. Enerzijds betekent effectiviteit de mate waarin het onderwijsprobleem dat de aanleiding vormde voor het ontwerponderzoek, is opgelost. Daarnaast is een belangrijk criterium voor de kwaliteit van de interventie de vraag of de voorspelde verbeteringen in de kwaliteit van het leerproces en de leerresultaten ook zijn opgetreden. Kosteneffectiviteit is ook een criterium om de interventie op te beoordelen. Immers, een kostbare interventie kan het onderwijsprobleem tijdelijk oplossen en tot aanwijsbare verbeteringen in leerresultaten leiden, maar te duur zijn voor blijvende implementatie.

5.4.3 Ontwikkeling van ontwerpprincipes

Ontwerponderzoek beoogt een bijdrage te leveren aan de kennisontwikkeling. Om deze bijdrage te borgen, formuleren ontwerponderzoekers ontwerpprincipes waarop zij hun ontwerp baseren. Een dergelijk ontwerpprincipe heeft de volgende structuur (zie Van den Akker, 1999):

“Als je interventie X wilt ontwerpen voor doel/functie Y in context Z, dan wordt aanbevolen om de interventie de karakteristieken A, B en C te geven en dat te doen via procedure K, L en M, vanwege de argumenten P, Q en R.”

In het eerste deel is het middel-doel denken van ontwerpen duidelijk te herkennen, in het tweede gedeelte speelt het onderbouwen van dit denken vanuit theoretische achtergronden een wezenlijke rol. Vanwege de expliciete theoretische onderbouwing van het ontwerp kan deze onderbouwing bij de uitvoering ervan ook getoetst worden. Dit kan een bijdrage leveren aan het versterken van de robuustheid van de achterliggende theorie. De uitkomsten van ontwerponderzoek kunnen echter ook aanleiding geven tot (verregaande) nuancering van de theoretische noties waarop het ontwerp gebaseerd is.

Binnen het lectoraat is gekozen voor ontwerponderzoek, omdat deze aanpak a) gericht is op vernieuwing en praktijkverbetering, b) gebruikt wordt in een specifieke context, maar daarnaast wel uitdrukkelijk gericht is op generalisatie, c) plaatsvindt in de (complexe) praktijk en daarnaast een bijdrage levert aan theorieontwikkeling.

5.5 Bijdrage aan schoolontwikkeling

De resultaten uit het onderzoek van het lectoraat zullen leiden tot een bijdrage aan de schoolontwikkeling op het gebied van de implementatie van natuur- en techniekonderwijs, waarbij een wetenschappelijke houding bij leerkrachten en leerlingen centraal staat. De combinatie van a) de focus op leerling, leerkracht, school en omgeving, b) het in kaart brengen van het huidige en gewenste niveau van implementatie van natuur, wetenschap en techniek op een specifieke basisschool en c) daarbij via ontwerponderzoek interventies ontwerpen die bijdragen aan een verdere implementatie van natuur, wetenschap en techniek, is een sterke combinatie. Ze maakt het mogelijk om algemene basisinstrumenten en -methodieken te ontwikkelen die van belang zijn

voor het implementatieproces en daarbij in te springen op de context van de individuele scholen en docententeams die met natuur- en techniekonderwijs aan de slag willen gaan.

Met andere woorden: scholen staan er niet alleen voor. Met behulp van de resultaten van het onderzoek van het lectoraat zullen zij in staat zijn om een flinke stap vooruit te zetten.

5.6 Bijdrage aan het pabocurriculum

De resultaten uit het onderzoek van het lectoraat zullen leiden tot een bijdrage aan het pabocurriculum op het gebied van natuur- en techniekonderwijs en op het gebied van wetenschap, door te leren over de mogelijkheden van onderzoekend ontwerpen. Er zal in het curriculum meer gerichte aandacht besteed moeten worden aan deze onderwerpen, waarbij natuur en techniek niet gezien mogen worden als losse of extra 'vakjes'.

Studenten van de pabo zullen zowel kennis moeten opdoen als vaardigheden ontwikkelen, volgens de ideeën rondom PCK en self-efficacy. Dat betekent dat:

- studenten inhoudelijke kennis moeten opdoen over onderwerpen uit de levende en niet-levende natuur;
- studenten kennis moeten hebben over misconcepties van leerlingen;
- studenten kennis moeten hebben over het curriculum en het beschikbare lesmateriaal voor basisonderwijs;
- studenten kennis moeten hebben over onderwijsstrategieën, zoals onderzoekend ontwerpen. Aangezien kennis alleen niet genoeg is, zullen studenten de mogelijkheid moeten hebben om de kennis toe te passen in de praktijk en daarop te reflecteren met anderen om op die manier ervaring op te doen. Daarbij is het van belang dat:
 - studenten succeservaringen opdoen doordat zij de vaardigheden vaker zelf toepassen,
 - studenten de mogelijkheid hebben om te leren van het observeren van anderen die al bekwaam zijn op het gebied van natuur- en techniekonderwijs,
 - studenten voldoende contact hebben met anderen, waardoor ze gesterkt worden in hun ideeën dat ze het geleerde goed in de praktijk brengen.

Het toepassen van de kennis en het opdoen van de benodigde vaardigheden kan plaatsvinden tijdens de stages op de basisschool, maar daarbij moeten de stappen die eerder gepresenteerd werden in verband met self-efficacy in acht genomen worden: beginnen met het oefenen van kleinere subvaardigheden en de daaropvolgende complexere vaardigheden in een veilige omgeving met voldoende feedback, en het daarna pas toepassen in de echte praktijk.

Voor het pabocurriculum betekent dit dus een afwisseling van theorie- en praktijkgerichte vakken, waarbij duidelijk mag zijn dat bovenstaande niet in enkele lessen aangeleerd zal worden. Door voldoende aandacht te schenken aan natuur, wetenschap en techniek in het pabocurriculum kan het besef bijgebracht worden dat natuur- en techniekonderwijs niet een ondergeschoven kindje is, maar een belangrijk onderdeel van het curriculum van de basisschool.

6 NIEUWSGIERIG NAAR DE TOEKOMST NATUURLIJK

Er is al veel gedaan op het gebied van onderzoekend en ontwerpend leren bij natuur en techniek. Er is literatuuronderzoek uitgevoerd, er zijn goed doordachte materialen ontwikkeld, er zijn enthousiaste voorlopers, er zijn stimuleringsgelden en kenniscentra en er zijn plannen om nog meer onderzoek uit te voeren. Maar blijkbaar is dit nog niet genoeg. Op de een of andere manier hebben we het nog niet voor elkaar gekregen om leerkrachten en aanstaande leerkrachten zo te enthousiasmeren voor natuur en techniek, dat dit domein een geïntegreerd onderdeel is van hun dagelijkse lespraktijk, de mooie voorbeelden daargelaten natuurlijk. En enthousiaste leerkrachten zijn wel nodig om diezelfde positieve attitude teweeg te brengen bij kinderen. Kinderen die van nature wel geïnteresseerd zijn in natuur en techniek. Kinderen die deze nieuwsgierigheid al heel jong laten zien. Kinderen die op school beïnvloed worden door de aan- of afwezigheid van het enthousiasme van de leerkrachten.

Vanuit het lectoraat willen we hier verder aan werken en inzichten bieden in manieren waarop de natuurlijk nieuwsgierige houding van kinderen op het gebied van natuur, wetenschap en techniek kan worden gestimuleerd, om op die manier hun latere houding ten aanzien van dat vakgebied te verbeteren. Dit zal niet bereikt worden door een enkel onderzoek uit te voeren en daar conclusies uit te trekken. Via het ontwerponderzoek zullen verschillende interventies ontworpen, uitgevoerd en geëvalueerd worden. Deze interventies hebben betrekking op de drie verschillende doelgroepen van het onderzoek (leerling, leerkracht en omgeving) en op het gebruik van nieuwe media. Daarnaast wordt het implementatieproces van de interventies gemonitord. Enkele lopende en geplande activiteiten geven een beeld van de manier waarop dit bereikt zal worden.

6.1 Van po naar vo: doorlopende leerlijnen

Bij de start van het lectoraat leek het van belang om ons alleen te richten op de basisschool. Maar al snel werd duidelijk dat het basisonderwijs en het voortgezet onderwijs over het algemeen twee aparte werelden zijn als het gaat om techniekonderwijs. Dit zou wellicht een deel van de omslag van de houding van leerlingen ten aanzien van natuur en techniek kunnen verklaren. Leerkrachten uit het basisonderwijs weten niet wat er in het voortgezet onderwijs nodig is aan kennis en vaardigheden; andersom weten de docenten in het voortgezet onderwijs niet wat zij van leerlingen die net van de basisschool komen, kunnen verwachten. Begin 2009 is een pilot uitgevoerd waarbij po- en vo-scholen samen hebben gewerkt op het gebied van techniekonderwijs. Daarbij hebben leerlingen van het basisonderwijs les gekregen en proefjes uitgevoerd op een voortgezet onderwijsschool en hebben leerlingen uit het voortgezet onderwijs les gegeven op een basisschool. Hoewel de resultaten van de pilot veelbelovend zijn als het gaat om de reactie van de leerlingen, blijkt dat er aan de kant van de leerkrachten/docenten meer werk verzet moet worden als het gaat om voorbereiding en uitvoering, maar met name daar waar het gaat om inbedding in het curriculum. Uit dit voorbeeld blijkt dat er een meerwaarde kan zijn bij samenwerking tussen het primair en het voortgezet onderwijs. Dit zal verder onderzocht worden binnen het onderzoek van het lectoraat.

6.2 Samenwerking met het bedrijfsleven

Nederland heeft een goede internationale concurrentiepositie. Wat betreft technologische geavanceerdheid stond Nederland in 2008 zelfs bovenaan de ranglijst van internationale benchmarkstudies, zoals de Global Competitiveness Index (<http://gcr.weforum.org/>). Daarbij gaat het vooral om het hoge aantal en het veelvuldige gebruik van pc's, internet, mobiele telefonie en breedbandtechnologie en de beschikbaarheid van de nieuwste technologieën. Toch blijkt dat innovatie niet het sterkste punt is in Nederland. De kwaliteit van onderzoekscentra is hoog, onderzoeksuitgaven zijn toegenomen, nieuwe technologieën hebben ingang gevonden, maar bedrijven weten er nog onvoldoende gebruik van te maken. Grote knelpunten daarbij zijn de kenniskloof tussen bedrijf en kennisinstellingen en het gebrek aan goed opgeleide werknemers. De instroom van goed opgeleide technici blijft achter bij wat de bedrijven nodig hebben. Overigens is er een misvatting dat het bij goed opgeleide technici gaat om hoogopgeleide technici. Deze zijn uiteraard van belang, maar daar waar het gaat om de ontwikkeling van innovatieve oplossingen in het bedrijfsleven moeten ook de andere opleidingsniveaus worden meegenomen in de discussie.

Hoger opgeleide werknemers zouden wel een rol kunnen spelen in het verminderen van de kenniskloof tussen bedrijven en kennisinstellingen. Het bedrijfsleven zal in de toekomst zwaarder moeten leunen op de resultaten van technisch-wetenschappelijk onderzoek en daardoor groeit de noodzaak tot intensieve samenwerking en kennisuitwisseling (Tijssen, Hollanders, Nederhof, & van Leeuwen, 2008). De science parks en campussen van de Nederlandse universiteiten kunnen hieraan bijdragen.

Dat wat voor Nederland geldt, geldt ook voor de regio Twente. Twente is van oudsher een industrieregio. Vooral bekend door de textielindustrie van vroeger, maar tegenwoordig heeft Twente een zeer grote industrie met multinationals, grote bedrijven en midden- en kleinbedrijf. Er is veel maakindustrie zoals de metalektrobedrijven, voedingsindustrie, chemie en bouwnijverheid. Daarnaast is de Universiteit Twente (UT) een belangrijke speler. In de ruim veertig jaar van haar bestaan heeft de Universiteit Twente een sterke positie verworven in de regionale economie. Hospers en Benneworth (2006) geven aan dat de universiteit met name vanaf het begin van de jaren tachtig een rol heeft gespeeld bij de opbouw van innovatieve netwerken in Twente. Hospers en Benneworth beschrijven de rol van de UT als die van 'makelaar en schakelaar', die bedrijven en instellingen in de regio rond een bepaalde technologie bij elkaar brengt.

Maar net als andere regio's in Nederland heeft ook Twente een tekort aan goed geschoold technisch personeel. Aangezien de basis voor interesse in techniek al in het basisonderwijs gelegd wordt, zijn er verschillende initiatieven om bedrijven en scholen aan elkaar te koppelen, zodat leerlingen (en hun leerkrachten) in het bedrijfsleven kunnen kijken wat voor soort werkzaamheden daar uitgevoerd worden. Een voorbeeld van een dergelijk initiatief is de 'Dag van de Industrie'. Bij kinderen veroorzaakt de term 'industrie' vaak negatieve associaties: werknemers in (smerige) overalls, mensen aan de lopende band, saai werk, maar ook - via ouders, familie of kennissen - faillissementen en ontslagen. De gemeente Almelo en Hogeschool Edith Stein realiseerden samen een project met als hoofddoel de verbetering van de beeldvorming van de industrie bij kinderen in de bovenbouw van het basisonderwijs.

Die beeldvorming verbetert in een week door een zeer gevarieerd aanbod in en buiten Almelse basisscholen. Leerlingen maken via excursies naar bedrijven in de regio kennis met verschillende technische bedrijven en hun productieprocessen, werknemers uit het bedrijfsleven verzorgen gastlessen en de leerlingen krijgen technische praktijklessen. De reacties van zowel leerkrachten, leerlingen en bedrijven op dit project zijn positief. Binnen het lectoraat zal onderzocht worden hoe dit soort initiatieven a) beter ingebed kan worden in het curriculum van de school, zodat het voor de leerlingen meer wordt dan een leuke excursie, b) uitgebreid kan worden naar andere steden en scholen en c) geïntensiveerd kan worden, zodat het niet bij een jaarlijks uitje blijft, maar een vast onderdeel wordt van het curriculum.

6.3 Leerkracht in het lab

Voor leerkrachten is het niet alleen een tijd geleden dat zij bezig zijn geweest met onderwerpen uit de natuur en techniek, vaak is het zelfs zo dat zij deze onderwerpen nooit in de diepte hebben kunnen uitwerken. Hierdoor hebben zij een te beperkt beeld van de mogelijkheden van natuur en techniek in de klas. Er zal worden onderzocht of het mogelijk is om een 'bètalokaal' in te richten op Hogeschool Edith Stein, met daarin de juiste voorzieningen voor leerkrachten om hun kennis bij te stellen of nieuwe kennis op te doen. Dit lokaal zou dan op gezette tijden beschikbaar moeten zijn voor de leerkrachten. Op andere tijden of in andere periodes kunnen studenten van de hogeschool er gebruik van maken. In het bètalokaal kunnen zowel leerkrachten als studenten (opnieuw) kennismaken met verschillende onderwerpen, kunnen zij zelf aan de slag gaan om zich te bekwamen en kunnen ze daarna (samen met anderen) de vertaalslag maken naar de lespraktijk. De studenten en leerkrachten krijgen op die manier meer gevoel voor natuur en techniek, zien meer mogelijkheden en de meerwaarde voor het onderwijs en kunnen met de opgedane kennis experimenten uitvoeren in de klas. Leerkrachten zouden niet individueel in het lab moeten werken, maar altijd samen met een collega van de eigen school of van een andere basisschool. Dit idee zal verder uitgewerkt worden binnen het lectoraat.

6.4 TOPpers voor de klas

Het TOP-programma is een nieuwe voltijdopleiding aan Hogeschool Edith Stein, speciaal voor studenten die op zoek zijn naar extra verdieping in hun opleiding tot leraar basisonderwijs. In het TOP-programma volgen de studenten het verkorte traject en krijgen ze extra inzicht in de theorie achter de basisschoolvakken. Daarnaast lopen ze niet één maar twee dagen per week stage en krijgen ze de mogelijkheid om deel te nemen aan de onderzoeken binnen een van de lectoraten. De studenten participeren dus in de kenniskringen van de lectoraten van de hogeschool. Het TOP programma wil op die manier excellente studenten behouden voor de onderwijspraktijk. Het lectoraat zou graag de mogelijkheid willen faciliteren om TOP-studenten samen te laten werken met de stagebegeleider van de school op het gebied van techniekonderwijs. De TOP-student brengt daarmee het geleerde in de praktijk onder begeleiding van een ervaren leerkracht. Andersom begeleidt de TOP-student de ervaren leerkracht bij het verbeteren en invoeren van techniekonderwijs. Daarnaast zijn zowel de TOP-student als de begeleidende leerkracht gedurende de loop van de techniekstage lid van de kenniskring. Ook op die manier wordt gewerkt aan verdere professionalisering op het gebied van techniekonderwijs.

6.5 Samenwerking met andere kenniscentra

Het deel van het onderzoek van het lectoraat dat uitgevoerd wordt binnen het KWTO. Het deel van het onderzoek van het lectoraat dat uitgevoerd wordt binnen het KWTO zal zoveel mogelijk uitgevoerd worden in samenwerking of samenspraak met de andere kenniscentra in Nederland op het gebied van natuur, wetenschap en techniek. De samenwerking vindt plaats rondom het vormen van een kennisbasis, het vormgeven en uitvoeren van professionaliseringstrajecten voor leerkrachten en rondom het gebruik van nieuwe media en de bruikbaarheid daarvan in de praktijk.

Naast de KWT's zijn er ook andere samenwerkingspartners. Een van de belangrijkste partners is de Universiteit Twente, waarmee samengewerkt wordt in het kader van Twente School of Education. Vanuit het lectoraat bestaat er een onderzoeksrelatie met zowel de vakgroep Curriculumontwerp & Onderwijsinnovatie (C&O) van de faculteit Gedragswetenschappen, opleiding Onderwijskunde, als met ELAN, het instituut voor Lerarenopleiding, Wetenschaps- en techniekcommunicatie & Onderwijspraktijk. Beide groepen doen praktijkgericht (ontwerp)onderzoek naar onderwijsinnovaties, waarbij de docent centraal staat. Deze relatie maakt het mogelijk om ontwerponderzoek vanuit de basis uit te voeren en aandacht te besteden aan de doorlopende leerlijn po-vo. Ook met het Nationaal expertisecentrum voor leerplanontwikkeling (SLO) wordt samengewerkt. Ook door deze samenwerking wordt de expertise van het lectoraat verder uitgebreid met expertise op het snijvlak van docent- en curriculumontwikkeling. Vanuit C&O, ELAN en SLO zal een aandeel geleverd worden in het onderzoek van het lectoraat, door middel van flankerend onderzoek, deelname aan de kenniskring of andere onderzoeksgerelateerde activiteiten. Daarnaast zijn de verschillende technische faculteiten van de UT zeer interessante partners als het gaat om het uitbreiden van natuur- en techniekonderwijs. Een aantal lopende projecten zoals de combistages en de Kinderuniversiteit bevestigen dit belang.



- Tijdens combistages lopen pabostudenten samen met studenten van een technische faculteit van de UT stage op een basisschool. Het uitgangspunt van de combistage is een concrete, realistische vraag van een basisschool op het gebied van techniek in de klas. De studenten ontwikkelen in minimaal twintig dagen lesvoorbeelden en proberen deze lessen uit in de klas. Op die manier maken pabostudenten op een laagdrempelige manier kennis met techniek en doen bètastudenten ervaring op met de pedagogische en didactische aspecten van lesgeven in het basisonderwijs.
- De Kinderuniversiteit haalt in Nederland de hoogste groepen van basisscholen in de regio naar de Universiteit Twente voor een gevarieerd programma over klimaat en energie. Het programma biedt kinderen op speelse wijze inzicht in natuurwetenschappelijke, technische en maatschappelijke aspecten van klimaatbescherming, energiebesparing, de productie en het gebruik van duurzame energie (zon, wind, water, biomassa). De programmaonderdelen worden aangeboden door hoogleraren en docenten van de Universiteit Twente, in het bijzonder van het Centrum voor Schone Technologie en Milieubeleid (CSTM). Daarnaast beoogt de Kinderuniversiteit om het thema klimaat en duurzame energie ook structureel te integreren in het lesprogramma van het basisonderwijs. In dit kader is Hogeschool Edith Stein betrokken bij het project. Voor de Kinderuniversiteit van april 2009 vanaf de zijlijnen, maar daarna actief betrokken bij het vervolg.
Een andere partner van Hogeschool Edith Stein en het lectoraat in het bijzonder is de Cosmos Sterrenwacht. Samen met de Sterrenwacht werkt de hogeschool aan de ontwikkeling, implementatie en uitvoering van educatieve programma's op het gebied van sterren en planeten. Een dergelijk educatief programma begint al op school, gaat door in de bus naar de Sterrenwacht, heeft zijn hoogtepunt bij de Sterrenwacht zelf en wordt afgesloten tijdens zowel de terugreis als in lessen op school. Hier is nadrukkelijk gekozen voor meer dan alleen een excursie, om de ervaring zo goed mogelijk te laten beklijven bij de leerlingen.

6.6 Onderwijsinnovatie door curriculumontwerp

Voor alle lopende en geplande activiteiten geldt dat ze onderdeel moeten zijn van een groter geheel. Het is van groot belang dat het onderwijs uitdagend genoeg is voor kinderen, dat het aansluit bij hun beleavingswereld, dat het hun belangstelling wekt, dat ze kennis en vaardigheden opdoen en dat het er vooral voor zorgt dat hun nieuwsgierigheid toeneemt. Maar dat betekent wel dat de uitdagende activiteiten ingebed moeten worden. Natuur- en techniekonderwijs moeten geïntegreerd zijn in de dagelijkse lespraktijk, niet als 'extraatje', maar passend binnen het curriculum van de school. Want als je een onderwijsinnovatie succesvol wilt invoeren, moet je zorgen voor een goed curriculumontwerp. Een goed curriculumontwerp komt alleen tot stand door rekening te houden met de context waarin het curriculum ontworpen en geïmplementeerd wordt en met de mensen die binnen deze context werken. Dat geldt dus ook voor de invoering van onderzoekend ontwerpen bij natuur- en techniekonderwijs, waarbij we niet moeten vergeten dat het uiteindelijk toch de nieuwsgierigheid is die ons tot ontdekken, onderzoeken en ontwerpen aanzet!

7 DANKWOORD

Een lectoraat komt tot stand door het werk, de ambities en de ideeën van velen. Een woord van dank daarvoor ten eerste aan Henk Mulders en Ria Glaser. Het eerste gesprek dat ik met hen had over het lectoraat en de toegevoegde waarde ervan voor de onderwijspraktijk, zorgde ervoor dat mijn enthousiasme voor het lectoraat nog groter werd. Manon Ketz en Dea Knol wil ik graag bedanken voor hun adviezen en vragen die zij over het onderzoek stelden, ze verscherpten de focus van het lectoraat. Vanuit de Universiteit Twente maakten Jules Pieters en Hubert Coonen het mogelijk om dit lectoraat in te vullen. Jules Pieters ben ik daarnaast veel dank verschuldigd voor het meedenken over de mogelijkheden die het onderzoek van het lectoraat biedt. Ook Jan van den Akker heeft mij een inhoudelijke impuls gegeven, waarvoor mijn dank. Jan van Alsté wil ik graag bedanken voor de stimulerende gesprekken over het lectoraat en over vrouwen en techniek in het bijzonder.

Een deel van het onderzoek wordt uitgevoerd binnen het Kenniscentrum Wetenschap en Techniek Oost, dat gefinancierd wordt door VTB-Pro. Deze ondersteuning onderstreept nogmaals het belang van het onderzoek. De partners binnen het KWTO, de collega's in het projectteam en iedereen die betrokken is bij de nascholing, wil ik hartelijk danken voor hun ideeën en praktische suggesties.

Collega-lectoren Ellen van den Berg, Henk Ritzen, Cathy van Tuijl, Kees Vernooij, Martine Delfos en Jeroen Imants, dank voor jullie collegialiteit en discussies over de inrichting van een kennisinstituut. Een extra woord van dank aan Ellen van den Berg voor de mogelijkheid om vanaf het begin geregeld van gedachten te wisselen over onderzoek en onderwijs, een stimulans om daadkrachtig te werk te gaan.

Een woord van dank aan de collega's van Hogeschool Edith Stein voor de hartelijke ontvangst en de interesse in het lectoraat en in mij. Speciaal woord van dank aan Chantal Velthuis, tot voor kort het eerste en enige lid van de kenniskring, die mij, samen met Frans Winkels van Expertis Onderwijsadviseurs, wegwijs heeft gemaakt binnen de hogeschool en het KWTO. Jouw enthousiasme voor natuur, wetenschap en techniek is aanstekelijk. Frits Hof, Janine van de Linde, Marcel Oude Booyink, Johan Oude Engberink, Sabine Pikkemaat, Paul Stuit, Nicolien Tip en Frans Westerveen, dank voor jullie interesse in natuur, wetenschap en techniek en ik kijk er naar uit om met jullie samen verder te werken, al dan niet in de kenniskring. Ook de samenwerking met Marja van Graft, Sem de Rooij, Erik Groot Koerkamp en Harm Jan van Heuveln hoop ik in de toekomst te kunnen continueren.

Mijn collega's van de vakgroep Curriculumontwerp & Onderwijsinnovatie en van ELAN van de Universiteit Twente wil ik ook hartelijk danken voor hun inhoudelijke input en persoonlijke interesse, met name Joke Voogt, Susan McKenney, Irene Visscher, Frans Carelsen en Pieter Boerman.

Werken aan onderzoek kan alleen als je daarnaast de juiste ontspanning vindt. Daarom veel dank aan de 'Enschede-club', nu ook wat meer uitgewaaierd richting Borculo en Almelo, maar nog altijd een sterke vriendengroep. Mijn familie en schoonfamilie, bedankt voor jullie gezelligheid en de uitvalsbasis. (Schoon)zussen, jullie zijn wat ik altijd in gedachte heb als het prototype van een echte juf! Dank aan mijn moeder, de Montessori-juf, voor haar ondersteuning, interesse en vertrouwen, en aan mijn vader, die dit helaas niet meer kan meemaken, maar die zo trots zou zijn als vader en als echte onderwijzer. Tot slot veel dank aan vier heel belangrijke personen: Allard, jij bent mijn rustpunt in alle drukte, de thuisbasis die alles mogelijk maakt, geweldig! Haike, Mathijs en Elan, veel dank voor jullie natuurlijke en onbegrensde nieuwsgierigheid, ik hoop dat we die kunnen blijven stimuleren!

dr. Petra Fisser

8 REFERENTIES

- Ajzen, I. (2002). Perceived behavioral control, self-efficacy, locus of control, and the theory of planned behavior. *Journal of Applied Social Psychology*, 32(4), 665-683.
- Akker, J. van den (1988). Ontwerp en implementatie van natuuronderwijs. *Enschede: Universiteit Twente*.
- Akker, J. van den (1999). Principles and Methods of Development Research. In: J. van den Akker, R. Branch, K. Gustafson, N. Nieveen, & T. Plomp. Design approaches and tools in education and training (pp 1-14). *Dordrecht : Kluwer*.
- Akker, J. van den, Gravemeijer, K., McKenney, S., & Nieveen, N. (2006). Educational design research. *London: Routledge*.
- Akker, J. van den, McKenney, S., & Nieveen, N. (2006). In: J. van den Akker, K. Gravemeijer, S. McKenney, & N. Nieveen (Eds.), Educational design research (pp. 67-90). *London: Routledge*.
- Appleton, K. (1995). Student teachers' confidence to teach science: Is more science knowledge necessary to improve self-confidence? *International Journal of Science Education*, 19, 357-369.
- Bandura, A. & Locke, E.A. (2003). Negative Self-Efficacy and Goal Effects Revisited. *Journal of Applied Psychology*, 88(1), 87-99.
- Bandura, A. (1977). Self-efficacy: Toward a Unifying Theory of Behavioral Change. *Psychological Review*, 84(2), 191-215.
- Bandura, A. (1986). Social foundations of thought and action: A social cognitive theory. *Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall*.
- Bandura, A. (1997). Self-efficacy: The exercise of control. *New York: Freeman*.
- Bandura, A. (2000). Cultivate self-efficacy for personal and organizational effectiveness. In E.A. Locke (Ed.), Handbook of principles of organization behavior. (pp. 120-136). *Oxford, UK: Blackwell*.
- Berg, E. van den (1996). Effects of inservice education on implementation of elementary science. *Enschede: University of Twente*.
- Berg, R. van den, & Vandenbergh, R. (1995). Wegen van betrokkenheid: Reflecties op onderwijsvernieuwing. Tilburg: Zwijzen. Blijleven, P.J. (2005). Multimedia-cases: naar een brug tussen theorie en praktijk. *Enschede: Universiteit Twente*.
- Bransford, J. (1990). Anchored Instruction: Why we need it and how technology can help. In D. Nix & R. Spiro (Eds.), Cognition, education, and multimedia. *Hillsdale, NJ: Erlbaum Associates*.
- Brockman, J. (2004). Curious minds. How a child becomes a scientist, *New York: Pantheon Books*.
- Dellinger, A.B., Bobbett, J.J., Olivier, D.F., & Ellett, C.D. (2007). Measuring teachers' self-efficacy beliefs: Development and use of the TEBS-Self. *Teaching and Teacher Education* 24, 751-766.
- Dolk, M. (2007). Inspiratie: een begrip met veel gezichten. In Kenniskring Geïnspireerd Leren (Ed), Inspiratie, leren en onderwijzen. Een zoektocht naar inspiratie. *Emmen: Hogeschool Drenthe*.
- Driel, J.H. van (2008). Van een lerende vakdocent leer je het meest. Inaugurele rede. *Leiden: Universiteit Leiden*.
- Eddinger, M. (2002). Assessing teacher attitudes in teaching science. *Journal of Instructional Psychology*, 29(1).
- Freudenthal H. (1991). Revisiting Mathematics Education. *Dordrecht: Kluwer Academic Publishers*.
- Gibson, S., & Dembo, M. (1984). Teacher efficacy: A construct validation. *Journal of Educational Psychology*, 76(4), 569-582.
- Goodrum, D., Hackling, M., & Rennie, L. (2001). The status and quality of teaching and learning of science in Australian schools: A research report. Canberra: *Department of Education, Training and Youth Affairs*.

- Graaff, R. de, Pilot, A., Prins, G., & van Vliet, R. (2003). Virtuele ondersteuning bij onderzoeks- en ontwerpgericht projectonderwijs. *Tijdschrift voor Hoger Onderwijs*, 21(1), 17-29.
- Gravemeijer K. (1994). Developing realistic mathematics education. *Utrecht: CDbeta press*.
- Grossman, P. L. (1990). The making of a teacher: Teacher knowledge and teacher education. *New York: Teachers College Press, Columbia University*.
- Handelzalts, A. (2009, in voorbereiding). Collaborative Curriculum Development in Teacher Design Teams. *Enschede: Universiteit Twente*
- Harlen, W. (1979). Towards the implementation of science at the primary level. In: J. Reay (Ed.), *New trends in integrated science teaching* (pp. 59-67). *Paris: Unesco*.
- Haury, D. L. (2002). Learning science through design (ERIC Digest). Columbus, OH: *ERIC Clearinghouse for Science, Mathematics, and Environmental Education*.
- Hogeschool Edith Stein (2009). Nascholing. Een leven lang leren. Op 30 maart 2009 ontleend aan <http://www.edith.nl/web/scholen/nascholing.shtml>.
- Hord, S.M., Rutherford, W.L., Huling-Austin, L., & Hall, G.E. (1987). Taking charge of change. *Alexandria, VA: ASCD*.
- Hospers, G.J., & Benneworth, P. (2006). Onderwijs, onderzoek en ondernemerschap: de Universiteit Twente en haar rol in de regionale economie, *Tijdschrift voor Hoger Onderwijs & Management*, 13(1), pp. 25-29.
- Inspectie van het onderwijs (1993). *Natuuronderwijs, nader bezien*. Den Haag: SDU.
- Janssen, F.J.J.M. (1999). Ontwerpend leren in het biologieonderwijs. Academisch proefschrift. *Utrecht: Centrum voor Didactiek van Wiskunde en Natuurwetenschappen*.
- Jarvis, T., & Pell, A. (2004). Primary teachers' changing attitudes and cognition during a two-year science in-service programme and their effect on pupils. *International Journal of Science Education*, 26(14), 1787-1811.
- Jarvis, T., & Pell, A. (2005). Factors Influencing Elementary School Children's Attitudes toward Science before, during, and after a Visit to the UK National Space Centre. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(1), 53-83.
- Jones, A., & Moreland, J. (2004). Enhancing practicing primary school teachers' pedagogical content knowledge in technology. *International Journal of Technology and Design Education*, 14, 121-140.
- Jong, K. de (2006). Stimuleren van ontdekkend leren met behulp van proceswerkbladen: effecten op taakprestatie. Masterscriptie. *Heerlen: Open Universiteit*.
- Kafai, Y.B., & Resnick, M. (1996). Constructionism in Practice: Designing, Thinking, and Learning in A Digital World. *Hillsdale (NJ): Lawrence Erlbaum Associates*.
- Kemmers, P., & van Graft, M. (2007). Onderzoekend en ontwerpend leren bij natuur en techniek. *Lesmateriaal. Den Haag: VTB*.
- Loucks-Horsley, S., & Stiegelbauer, S., (1991). Using knowledge of change to guide staff development. In: A. Lieberman, & L. Milkler (Eds.) *Staff development for education in the '90s: New demands, new realities, new perspectives* (pp. 15-36). *New York: Teachers College Press*.
- Magnusson, S., Krajcik, J., & Borko, H. (1999). Nature, sources, and development of pedagogical content knowledge for science teaching. In J. Gess-Newsome & N. G. Lederman (Eds.), *Examining pedagogical content knowledge. The construct and its implications for science education* (Vol. 6, pp. 95-132). *Dordrecht/Boston/London: Kluwer Academic Publishers*.
- Martin, M.O., Mullis, I.V.S., & Foy, P. (2008). TIMSS 2007 International Science Report. Findings from IEA's Trends in International Mathematics and Science Study at the Fourth and Eight Grade. *Boston: Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center*.
- Maslow, A. H. (1970). Motivation and personality (2nd ed.). *New York: Harper & Row*.

- McLaughlin, M. W. & Talbert, J. E. (2006). Building school-based teacher learning communities. Professional strategies to improve student achievement. *New York: Teachers College Press.*
- Meelissen, M., & Drent, M. (2008). TIMSS-2007 Nederland. Trends in leerprestaties in exacte vakken in het basisonderwijs. *Enschede: Universiteit Twente.*
- Ministerie van OCW (2006). Kerndoelen Primair Onderwijs. *Den Haag: Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap.*
- Murphy, C., Ambusaidi, A., & Beggs, J. (2006) Middle East meets West: Comparing children's attitudes to school science. *International Journal of Science Education, 28(4), 405-422.*
- Tijssen, R., Hollanders, H., Nederhof, A., & Leeuwen, T. van (2008). Wetenschaps- en Technologie- Indicatoren 2008. *Leiden/Maastricht: Het Nederlands Observatorium van Wetenschap en Technologie.*
- OECD (2006). Assessing scientific, reading and mathematical literacy: a framework for PISA 2006. *Paris: Organisation for economic co-operation and development.*
- Osborne, J., Simon, S., & Collins, S. (2003) Attitudes towards science: a review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education, 25(9), 1049-1079.*
- Palmer, D.H. (2001). Factors Contributing to Attitude Exchange Amongst Preservice Elementary Teachers. *Science Education, 86(1), pp.122-138.*
- Perry, B.D. (2001). Curiosity: The Fuel of Development. *Early Childhood Today 15, 22-24.*
- Pieters, J.M. (2008). Onderzoeksprogramma Vakgroep Curriculumontwerp en Onderwijsinnovatie. *Intern rapport. Enschede: Universiteit Twente.*
- Platform Bèta Techniek (2008). Facts & Figures 2008. *Den Haag: Platform Bèta Techniek.*
- Programma VTB (2008). Uitwerking van het Theoretisch Kader voor de Professionalisering van Leerkrachten op het Gebied van Wetenschap en Techniek. *Den Haag: Programma VTB.*
- Rohaan, E. J., Taconis, R., & Jochems, W. M. G. (2007). Het vaststellen van 'Pedagogical Content Knowledge' op het gebied van techniekonderwijs met behulp van een gesloten vragenlijst. In R. Bosker, S. Doolaard & A. Jacobse (eds.), *Zorgvuldig en veelbelovend onderwijs: ORD 2007 proceedings* (pp. 205-206). *Groningen: GION.*
- Rohaan, E.J., Taconis, R., Jochems, W.M.G. (2008). Reviewing the relations between teachers' knowledge and pupils' attitude in the field of primary technology education. *International Journal of Technology and Design Education, 18(3).*
- Schimmel, J.H., Thijssen, J.M.W., & Wagenaar, H.B. (2002). Techniek voor de basisschool. Een domeinbeschrijving als resultaat van een cultuurpedagogische discussie. *Arnhem: Citogroep.*
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the New Reform. *Harvard Educational Review, 57(1), 1-22.*
- Shulman, L.S., & Tamir, P. (1973). Research on teaching in the natural sciences. In: R.M.V. Tavers (Ed.), *Second handbook of research on teaching* (pp. 1098-1148). *Chicago: Rand McNally.*
- Simmelink, E.M. (2008). TEAMProject & Attitudeverandering. Literatuurstudie bacheloronderzoek. *Enschede: Universiteit Twente.*
- Smith, T.M., Desimone, L.M., Zeidner, T.M., Dunn, A.C., Bhatt, M. & Romyantseva, N.L. (2007). Inquiry-Oriented Instruction in Science: Who Teaches That Way? *Educational Evaluation and Policy Analysis, 29(3), 169-199.*
- Taraban, R., Box, C., Myers, R., Pollard, R., & Bowen, C.W. (2007). Effects of Active- Learning Experiences on Achievement, Attitudes, and Behaviors in High School Biology. *Journal of Research in Science Teaching, 44(7), 960-979.*
- Thijssen, J., Schoot, F. van der, Verhelst, N., & Hemker, B. (2002). Balans van het natuurkunde- en techniekonderwijs aan het einde van de basisschool 3: Uitkomsten van de derde peiling in 2002. *Arnhem: Cito.*

- Tijssen, R.J.W., Hollanders, H., Van Leeuwen, Th.N., & Nederhof A.J. (2008). Wetenschaps- en technologie-indicatoren 2008. Leiden/Maastricht: Nederlands Observatorium van Wetenschap and Technologie: *Centrum voor Wetenschaps- and Technologie-Studies*.
- Tschannen-Moran, M., Woolfolk Hoy, A., & Hoy, W. K. (1998). *Teacher efficacy: Its meaning and measure. Review of Educational Research*, 68(2), 202-248.
- Veermans. K.H. (2002) Intelligent support for discovery learning: using opportunistic learner modeling and heuristics to support simulation based discovery learning. *Academisch proefschrift. Enschede: Universiteit Twente*.
- VTB-Pro (2008). Uitwerking van het Theoretisch Kader voor de Professionalisering van Leerkrachten op het Gebied van Wetenschap en Techniek. *Den Haag: Programma VTB-Pro*.
- Weerden, J. van. (1993). Balans van het wereldoriëntatie onderwijs aan het einde van de basisschool: uitkomsten van de eerste peiling wereldoriëntatie einde basisonderwijs. *Arnhem: Cito*.
- Yang, N. D. (1998). *Exploring a new role for teachers: promoting learner autonomy. System*, 26, 127-135.
- Zion, M., Cohen, S., & Amir, R. (2007). The Spectrum of Dynamic Inquiry Teaching Practices. *Research in Science Education*, 37(4), 423-447.

Per 1 mei 2008 is mevrouw dr. Petra Fisser benoemd tot lector 'Onderzoekend leren bij natuur, wetenschap en techniek'. Met dit lectoraat willen Hogeschool Edith Stein/OCT en Expertis Onderwijsadviseurs een bijdrage leveren aan kennisontwikkeling op het gebied van de attitudeverandering van (aanstaande) leerkrachten basisonderwijs ten aanzien van natuur, wetenschap en techniek. Hierbij staat de natuurlijke nieuwsgierigheid en de verwondering die kinderen hebben voor verschijnselen uit de natuur en techniek centraal, één van de drijfveren van Petra Fisser om het onderzoek binnen het lectoraat vorm te geven.

Mevrouw dr. Petra Fisser is onderwijskundige. Zij is als universitair docent verbonden aan de vakgroep Curriculumontwerp & Onderwijsinnovatie, faculteit Gedragswetenschappen van de UT, waar zij onderzoek doet naar onderwijsinnovaties en het gebruik van ict.

Uit de onderzoeken die zij de afgelopen jaren uitvoerde, blijkt dat de leerkracht een cruciale rol vervult bij de invoering van onderwijsinnovaties. Het ondersteunen van de leerkracht in deze rol is daarom van groot belang en komt tot uitdrukking in de doelstelling van het lectoraat: een antwoord vinden op de vraag hoe leerkrachten in hun schoolomgeving ondersteund kunnen worden bij de invoering van natuur, wetenschap en techniek in het basisonderwijs en bij het leggen van relaties buiten de school, zodat zij leerlingen kunnen stimuleren en enthousiasmeren voor het vakgebied.