

Onderzoek naar wetenschap en techniek in het Nederlandse basisonderwijs

Hanno van Keulen en Juliette Walma van der Molen (redactie)

Onderzoek naar wetenschap en techniek in het Nederlandse basisonderwijs

Hanno van Keulen en Juliette Walma van der Molen (redactie)

Onderzoek naar wetenschap en techniek in het Nederlandse basisonderwijs.
Hanno van Keulen en Juliette Walma van der Molen (redactie).

© Platform Bèta Techniek, Den Haag, 2008

ISBN 978-90-5861-061-4

Auteursrechten voorbehouden. Gebruik van de inhoud van deze publicatie is niet toegestaan zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van het Platform Bèta Techniek.



Inhoudsopgave

Voorwoord	7
Inleiding	
Onderzoek naar wetenschap en techniek in het Nederlandse basisonderwijs - Een inleiding	9
Hanno van Keulen en Juliette Walma van der Molen	
Deel I - Het kader	
1. Wetenschap en techniek in Nederland; ontwikkelingen in vogelvlucht	17
Jacqueline Kuijpers, Sylvia Peters en Jan Noordam	
2. Theoretische uitgangspunten bij de professionalisering van leraren basisonderwijs op het gebied van wetenschap en techniek	29
Juliette Walma van der Molen, Jan de Lange en Jozef Kok	
3. Primary Connections: vernieuwing van wetenschapsonderwijs op Australische basisscholen	41
Mark Hackling, Shelley Peers en Vaughan Prain	
Deel II - Leraar, basisschool en pabo	
4. Het gebruik van verschillende lesmethoden voor wetenschap en techniek op de basisschool en hun leereffecten	53
Theo van Batenburg en Arnold IJdens	
5. Het effect van nascholingen onderzoekend en ontwerpend leren op de lespraktijk van leraren in het primair onderwijs - een nulmeting	67
Thomas van Eijck en Ed van den Berg	
6. Zijn basisscholen klaar voor onderzoekend en ontwerpend techniekonderwijs? Een steekproef onder VTB-scholen	77
Lisette van Cuijck, Hanno van Keulen en Wim Jochems	
7. Techniek invoeren op de pabo	89
Hanno van Keulen, Lou Slangen, Lisette van Cuijck en Rens Gresnigt	
Deel III - Stimuleren van onderzoekend denken	
8. De bijdrage van Direct Manipulation Environments aan de ontwikkeling van technische geletterdheid in de basisschool	115
Lou Slangen, Hanno van Keulen en Wim Jochems	
9. TalentenKraacht brengt talent voor wetenschap en techniek van jonge kinderen in kaart	131
Henderien Steenbeek en Willem Uittenbogaard	

Inhoudsopgave vervolg

Deel IV - Instrumentontwikkeling

10. Vakdidactische kennis op het gebied van techniek in het basisonderwijs:
het meten van 'Pedagogical Content Knowledge' 149
Ellen Rohaan, Ruurd Taconis en Wim Jochems

11. Wat vinden leraren basisonderwijs van wetenschap en techniek?
De attitudemonitor maakt hun gevoelens, gedachten en gedrag inzichtelijk 157
Juliette Walma van der Molen

Deel V - Terugblik en vooruitblik

12. Wetenschap en techniek in het basisonderwijs: de centrale rol van de leraar 167
Jan van Driel

13. Vragen voor onderzoek naar wetenschap en techniek in het primair onderwijs 173
Hanno van Keulen

Auteurs biografieën 185

Colofon 190

Voorwoord

*I do not know what I may appear to the world, but
to myself I seem to have been only like a boy playing
on the sea-shore, and diverting myself in now and then
finding a smoother pebble or a prettier shell than
ordinary, whilst the great ocean of truth lay all
undiscovered before me.*

Sir Isaac Newton

Een grote oceaan van kennis die onontdekt voor ons ligt - wat kan er uitdagender zijn voor een kind?! Ook al kun je - zoals Isaac Newton het zag - slechts wat op het strand spelen met wat die oceaan aan kennis wil loslaten. Het gaat niet alleen om de ontdekking, het spelen zélf is al geweldig. Dat is wat wij onze kinderen, meer dan nu gebeurt, zouden moeten bijbrengen in het onderwijs.

Maar dat is gemakkelijker gezegd dan gedaan, want achter deze eenvoudige formulering gaat een fenomenale verandering schuil. Immers, de schoolpraktijk van nu is gericht op rekenen, taal, aardrijkskunde, geschiedenis, allemaal in hun eigen keurig omliggende kaders met eigen boeken, eigen uren en vooral weinig ruimte voor inbreng van de kinderen zelf.

Gelukkig zien we hierin verandering komen. Dankzij het Programma VTB, Verbreding Techniek Basisonderwijs, is er op een groeiend aantal basisscholen aandacht voor wetenschap en techniek. Vaak gericht op 'iets maken' maar geregeld ook op onderzoekend en ontdekkend leren. Wat we echter zien is dat dit veelal steunt op de schouders van één of meer bevlogen leraren en/of techniekdocenten. Willen we de aandacht voor wetenschap en techniek structureel in het basisonderwijs inbedden, dan zullen meer (toekomstige) leraren hierin bijgeschoold moeten worden. Want in Nederland, maar ook in vele andere landen, blijkt dat zij zich vaak onvoldoende bekwaam voelen om onderwijs in natuurwetenschappen en techniek te geven. Onderzoek laat zien dat nascholing daar verandering in kan brengen. Deze professionalisering is de missie van VTB-Pro: (toekomstige) leraren uitdagen en stimuleren tot een wetenschappelijke houding: nieuwsgierig, creatief en onderzoekend. Zodat zij meer vertrouwen krijgen in eigen kunnen én een positievere houding ontwikkelen ten opzichte van wetenschap en techniek. Dat stralen ze uit in de klas: zo inspireren zij hun leerlingen.

Deze constatering roept op haar beurt de vraag op hoe we dit moeten aanpakken. Wat werkt en wat niet? En waarom? Daarom is onderzoek naar wetenschaps- en techniekeducatie belangrijk. Dit boek biedt een 'state-of-the-art' van dit onderzoek dat de afgelopen jaren in Nederland heeft plaatsgevonden.

Het theoretisch kader "Wetenschap & Techniek: een rijke leeromgeving", dat ontwikkeld is door de programmaraad van VTB-Pro geeft richting aan deze vernieuwingen. Niet alleen op pabo's en in de nascholing van leerkrachten is dit te merken maar ook in het onderzoek - binnen het nationale onderzoeksprogramma van VTB-Pro - dat momenteel wordt uitgevoerd. Daarin ligt de nadruk op de onderzoekende, wetenschappelijke houding van (toekomstige) leerkrachten.

De meeste bijdragen uit dit boek zijn gepresenteerd tijdens de Onderwijs Research Dagen 2008 in Eindhoven, georganiseerd door de Eindhoven School of Education. Binnen een ontwikkeling zoals hierboven geschetst is kennisuitwisseling één van de succesfactoren. Kennisuitwisseling tussen universiteiten, bèta-opleidingen en pabo's, binnen internationaal perspectief. VBT-Pro biedt een landelijk netwerk voor kennisuitwisseling en onderzoek en wil met de publicatie van dit boek de nu beschikbare kennis zo breed mogelijk uitdragen.

Graag willen we de auteurs bedanken voor hun waardevolle bijdragen aan dit boek. De komende jaren zullen zij op dit gebied het onderzoek voortzetten. Bovendien zal het onderzoek verrijkt worden met diverse thema's en actuele ontwikkelingen. De redactie, bestaande uit Hanno van Keulen en Juliette Walma van der Molen, heeft uitstekend werk verricht om een samenhangende uitgave tot stand te brengen.

We hopen dat dit boek de aanzet geeft tot een kennisbasis op het gebied van Wetenschap en Techniek in het basisonderwijs. Zodat uiteindelijk vele nieuwe onderzoekers Newton's oceaan vol onontgonnen kennis een stukje verder in kaart brengen, dankzij de liefde, passie en het plezier dat zij van hun juf of meester meekregen.

Robbert Dijkgraaf,



president van de KNAW,
maart 2009

Onderzoek naar wetenschap en techniek in het Nederlandse basisonderwijs – Een inleiding

Hanno van Keulen en Juliette Walma van der Molen

Dit boek is het eerste in een reeks van onderzoekspublicaties over wetenschap en techniek in het primair onderwijs in Nederland. Het is mede een gevolg van de inspanningen op dit terrein zoals gekanaliseerd door de programma's VTB (Verbreiding Techniek Basisonderwijs) en VTB-Pro. Deze programma's zullen uitgebreid worden toegelicht in het eerste hoofdstuk van dit boek. Ze beogen basisscholen, leraren, en ook pabo's te stimuleren om structureel meer aandacht te besteden aan wetenschap en techniek, en om (aankomende) leraren basisonderwijs hierin te scholen. Deze investeringen zullen echter moeten worden begeleid door een gevarieerd pakket aan onderzoeksactiviteiten. Daarbij valt te denken aan onderzoek dat het ontwikkel- en scholingswerk op het terrein van wetenschap en techniek ondersteunt, maar ook aan onderzoek dat ons meer inzicht geeft in wat wel en wat niet werkt bij bijvoorbeeld de ontwikkeling van bètatalent van kinderen of bij de professionalisering van leraren op het gebied van wetenschap en techniek. In deze bundel vindt u de eerste bijdragen op dit vlak.

Ontwikkelingen in de samenleving

Wij worden in onze samenleving op allerlei manieren geconfronteerd met (natuur)wetenschap en techniek. Toch weet een groot deel van de bevolking er weinig van af. Het imago van natuurwetenschap en techniek is niet erg positief, de bètaprofielen en -studierichtingen in Nederland trekken al jaren te weinig studenten, en technische bedrijven krijgen hun vacatures niet vervuld. Ondanks diverse maatregelen, is de belangstelling voor bètatechniek het afgelopen decennium onder jongeren zelfs afgenomen. Dat is zorgelijk, omdat we in veel opzichten afhankelijk zijn van systemen en voorzieningen die begrip van wetenschap en techniek vragen.

Hoewel het gebrek aan interesse voor natuurwetenschap en techniek zich vaak pas echt manifesteert als jongeren hun profielkeuze maken op de middelbare school, hebben de meeste leerlingen al lang voor die tijd, gedurende de basisschoolperiode, een potentiële keuze voor een beroep of studie in een bètarichting uitgesloten. Dit boek verkent de vraag wat de bijdrage van het primair onderwijs kan zijn om deze problematiek te lijf te gaan. In het (basis)onderwijs van de meeste landen van de westerse wereld (zeker ook in de opkomende economieën in Azië) zijn wetenschap en techniek de gewoonste zaak van de wereld, maar dit geldt niet voor Nederland. Onbekend maakt kennelijk onbemind: waar zelfs in Europa gemiddeld zo'n 26% van de studenten afstudeert aan een bètatechnische opleiding is dat in Nederland slechts 16%.

De overheid heeft sinds 2003 ('Deltaplan Bèta en techniek') een actief beleid, gericht op een grotere uitstroom uit het bètatechnisch hoger onderwijs en een betere benutting van bestaand talent. Helaas is er nog te weinig bereikt. Tot voor kort haalde een bedrijf als Shell 30% van haar kenniswerkers uit Nederland, tegenwoordig nog maar 10% en de vooruitzichten wijzen op een verdere daling. De doelstellingen uit de Lissabon agenda voor de instroom in bètatechnische opleidingen (15% stijging in 2010) worden vooralsnog niet gehaald (6% in 2008) (zie ook hoofdstuk 1).

Waarom kiezen studenten in Nederland niet in veel grotere aantallen voor een bètatechnische opleiding? Om positief te beginnen: het is hier zeer wel mogelijk om leuk, uitdagend, zinvol en goed betaald werk te vinden in de alfa/gamma sector en een keuze voor een dergelijke richting kan dus heel goed een weloverwogen en geïnformeerde keuze zijn. Maar er spelen ook verschillende negatieve factoren een rol. Een belangrijke oorzaak is dat kinderen gedurende de basisschoolperiode hun aanvankelijke interesse in techniek en natuurwetenschappelijke fenomenen lijken te verliezen. In het Nederlandse basisonderwijs wordt niet alleen weinig

aan techniek of natuurwetenschap gedaan, maar wordt ook een nieuwsgierige en onderzoekende houding van leerlingen nauwelijks geprikkeld. Onderzoek suggereert dat kinderen tegen het einde van de basisschool daardoor een potentiële keuze voor een bètarichting al hebben uitgesloten, gewoonweg omdat zij te weinig bekend zijn gemaakt met de mogelijkheden van deze richtingen en een onvoldoende positieve attitude hebben ontwikkeld ten opzichte van wetenschap en techniek.

Onderzoek naar onderwijs

In juni 2008 vonden de Onderwijs Research Dagen plaats, het jaarlijkse congres van onderwijsonderzoekers in Nederland en Vlaanderen. Het congres vond plaats in Eindhoven, in de regio met de hoogste concentratie aan technologische bedrijven en instellingen van Nederland. Mede om die reden koos het organiserende instituut, de Eindhoven School of Education (een samenwerkingsverband van de Technische Universiteit Eindhoven en Fontys Hogescholen) voor het conferentiethema 'Science & Techniekeducatie'. Dit resulteerde in een verheugend aantal papers en symposia. De bijdragen op het gebied van het primair onderwijs zijn hier in aangepaste vorm bijeengebracht. Daarnaast zijn enkele inleidende kaderteksten en uitleidende reflecties toegevoegd. Het boek geeft zo een overzicht van de stand van zaken op onderzoeksgebied op dit moment. Duidelijk is dat dit terrein nog niet is uitgekristalliseerd. De diverse bijdragen geven een eerste aanzet voor de onderzoeksmatige onderbouwing van de praktijk van wetenschap en techniek in het basisonderwijs en bieden inspiratie voor de verdere ontginning van relevante vragen op dit gebied in Nederland.

Relatief veel bijdragen in dit boek richten zich op techniek. In de loop der jaren is de focus echter verlegd van sec techniek naar een invulling die zich richt op (natuur)wetenschap en techniek, waarbij ook wetenschappelijke procesvaardigheden onderdeel zijn gaan uitmaken van de scholing van leraren en het bijbehorende onderzoek. We zijn benieuwd naar de gevolgen van deze recent ingezette ontwikkeling, die nieuwe vragen oplevert voor onderzoek waar we de komende jaren nog veel van mogen verwachten.

We hopen dat dit boek het eerste is in een lange reeks waarin onderzoeksresultaten voor een breder publiek dan alleen het wetenschappelijk forum worden ontsloten. We doen dat vanuit de overtuiging dat we in het onderwijs waar mogelijk 'evidence based', of tenminste 'evidence informed' moeten werken.

Deel I - Het kader

Wat kan wetenschap en techniek in het primair onderwijs eigenlijk inhouden? Het domein is voor Nederland nog betrekkelijk nieuw en volop in ontwikkeling. Dit deel schetst enkele achtergronden bij deze ontwikkelingen in het denken over wetenschap en techniek.

In het eerste hoofdstuk beschrijven *Jacqueline Kuijpers*, *Sylvia Peters* en *Jan Noordam* de overheidsinspanningen op het gebied van wetenschap en techniek in het basisonderwijs en in de pabo-opleiding, zoals ze worden vormgegeven in de programma's VTB en VTB-Pro.

Het tweede hoofdstuk, van de hand van *Juliette Walma van der Molen*, *Jan de Lange* en *Jozef Kok*, is een bewerking van het theoretisch kader voor de professionele ontwikkeling van leraren basisonderwijs op het gebied van wetenschap en techniek, zoals dat geschreven is ten behoeve van het programma VTB-Pro.

Het derde hoofdstuk is een vertaling en bewerking van de keynote lezing tijdens de Onderwijs Research Dagen 2008 van *Mark Hackling*, hoogleraar aan Edith Cowan University in Perth, Australië. Mark Hackling is eindverantwoordelijk voor het programma Primary Connections, een samenhangend en succesvol onderwijsprogramma op het gebied van science voor de Australische basisscholen.

Deel II - Leraar, basisschool en pabo

Tot voor kort hadden wetenschap en techniek in de basisscholen een marginale positie. De bijdragen uit dit deel illustreren hoe lastig het dan ook was om onderzoek te doen naar de rol van leraar. Inmiddels is de situatie sterk verbeterd, en de eerste aanwijzingen hiervoor kunnen in dit deel worden gevonden.

Theo van Batenburg en *Arnold Udens* beschrijven in hoofdstuk vier onderzoek naar de leereffecten van techniekmethoden voorafgaand aan de programma's van VTB in een representatieve steekproef van 300 basisscholen. Dergelijk onderzoek was op dat moment nog moeilijk: 63% van de scholen gaf helemaal geen techniek-onderwijs, veel anderen gebruikten geen methode. De hoeveelheid tijd besteed aan techniek was vaak zo laag dat leereffecten ook nog niet verwacht konden worden.

Thomas van Eijck en *Ed van den Berg* beschrijven in hoofdstuk vijf onderzoek naar het effect van de eerste nascholingen onderzoekend en ontwerpend leren voor het Primair Onderwijs. Hoewel de trainingen op dat moment nog beperkt waren, zien we toch al dat leraren die nageschoold zijn meer tijd aan techniek besteden dan niet-nageschoolde leraren. Ook lijkt bij sommige nageschoolde leraren basisonderwijs de attitude ten aanzien van onderzoekend en ontwerpend leren te zijn veranderd.

Lisette van Cuijck, *Hanno van Keulen* en *Wim Jochems* kijken in hoofdstuk zes naar scholen die al enige jaren een techniekcoördinator in huis hebben, vanuit het programma VTB. Op basis van interviews met leraren wordt achterhaald wat deze 'voorhoedescholen' aan techniek doen en hoe de leraren tegen techniek aankijken. Het blijkt dat zij een overwegend positieve attitude hebben en onderwijs in wetenschap en techniek ook belangrijk vinden. Wel is het beeld van wat techniek nog is weinig uitgewerkt. Ook wordt nog steeds maar weinig tijd besteed aan techniekonderwijs en is dit onderwijs erg productgericht ("we maken iets") zonder veel aandacht voor het bereiken en expliciteren van leerresultaten.

Hanno van Keulen, *Lou Slangen*, *Lisette van Cuijck* en *Rens Gresnigt* evalueren in hoofdstuk zeven een vier jaar durend project van VTB gericht op de invoering van techniek op de pabo. Zij constateren dat techniek op de deelnemende pabo's uit de hobby sfeer is gekomen en inderdaad een substantiële plaats in het curriculum heeft veroverd. Factoren die hebben bijgedragen aan dit succes worden in kaart gebracht, evenals knelpunten voor verdere verduurzaming.

Deel III - Stimuleren van onderzoekend denken

In dit deel worden twee voorbeelden gegeven van hoe kinderen gestimuleerd kunnen worden tot onderzoekend denken en handelen.

Lou Slangen, *Hanno van Keulen* en *Wim Jochems* analyseren in hoofdstuk acht wat leerlingen leren van zogenaamde Direct Manipulation Environments. Voorbeelden daarvan zijn de Technologica en Lego Mindstorms software waarmee mechanische constructies, zoals robots, geprogrammeerd worden. Deze bijdrage snijdt het probleem van de toetsing aan: wat willen we eigenlijk dat kinderen leren, en hoe stellen we leerresultaten vast? Verondersteld wordt dat onderzoekend denken en handelen elementen zijn van scientific & technological literacy. Dit wordt geïllustreerd met onderzoek naar het ontwerpen en programmeren van een stoplicht en een reuzenrad.

Henderien Steenbeek en *Willem Uittenbogaard* brengen in hoofdstuk negen de onderzoekende bètatalenten van leerlingen in kaart. Immers, veel kinderen sprankelen tussen hun derde en vijfde levensjaar, maar daarna dooft het vuur langzaam uit. Het onderzoek beschrijft hoe in het programma TalentenKracht deze talenten bij jonge kinderen ontlokt worden.

Deel IV - Instrumentontwikkeling

Onderzoek naar wetenschap en techniek in Nederland is nog jong. Een heel belangrijk onderdeel in deze fase is instrumentontwikkeling waarmee nader onderzoek mogelijk wordt gemaakt.

Ellen Rohaan, Ruurd Taconis en Wim Jochems vragen zich in hoofdstuk tien af wat leraren basisonderwijs eigenlijk weten van wetenschap en techniek en van onderwijs hierin: de zogenaamde Pedagogical Content Knowledge (PCK). Het onderzoek richt zich op het ontwikkelen van een instrument om deze PCK te meten.

Juliette Walma van der Molen analyseert in hoofdstuk elf het belang van de attitude van leraren in het basisonderwijs. Basisgedachte is dat zij zich, wat betreft wetenschap en techniek, ontwikkelen op een open, nieuwsgierige en onderzoekende manier en daar zelfvertrouwen aan ontlene. Daarbij gaat het echter niet alleen om 'science attitudes' (nieuwsgierigheid en zelfvertrouwen), maar ook om 'attitudes towards science'. Dit hoofdstuk beschrijft de ontwikkeling van een attitude-vragenlijst die ingaat op deze laatste component en geeft de resultaten van een pilotonderzoek dat werd gehouden onder leraren uit de hoogste groepen van het basisonderwijs.

Deel V - Terugblik en vooruitblik

Wat is de stand van zaken wat betreft onderzoek? Wat kunnen we leren uit de bijdragen in dit boek en welke vragen zouden moeten worden opgepakt in toekomstige studies? Wat is de bijdrage aan de onderwijspraktijk en de professionele ontwikkeling van leraren? De laatste twee hoofdstukken gaan in op deze kwesties.

Jan van Driel reflecteert in hoofdstuk twaalf op het onderzoek uit de voorgaande hoofdstukken dat zich richt op de leraar. Deze speelt een centrale rol in de recente ontwikkelingen en verdient veel onderzoeks aandacht.

Hanno van Keulen sluit dit boek in hoofdstuk dertien af met de vele vragen voor onderzoek die zich nu opdringen. Er is een begin gemaakt, het landschap wordt verkend, de eerste antwoorden zijn gegeven, maar er is nog veel onhelder. Nader onderzoek is geboden!



Deel I - Het kader



1. Wetenschap en techniek in het basisonderwijs in Nederland; ontwikkelingen in vogelvlucht

Jacqueline Kuijpers, Jan Noordam en Sylvia Peters

Inleiding

Van oudsher is Nederland een land waarin technologie een grote rol speelt. Waar water was moest land komen. En waar land was mocht nooit meer water komen. Als 'onderaannemers van God' (Herman Pleij, *The Dutch and the water*, 2003) polderden Nederlandse ingenieurs land in en legden bruggen en waterkeringen aan waar de wereldgemeenschap nog steeds naar komt kijken. Hollands glorie als één van de pijlers onder de export van Nederlandse kennis. En daar bleef het niet bij. Vele internationaal vooraanstaande ondernemingen hebben Nederlandse wortels. Denk aan Philips, Shell en ASML: de vormgevers van onze huidige maatschappij. Hun decennialange ervaring werd op Nederlandse bodem gevoed met nieuwe kennis vanuit de Technische Universiteiten. Nieuwe kennis die op haar beurt weer heeft geleid tot de ontwikkeling van nieuwe ondernemingen, nieuwe, toonaangevende producten - denk aan de TomTom - en grote technische bijdragen aan de internationale ruimtevaart - zoals het ISS-project.

Het zat dus - als vanzelfsprekend - wel goed met Nederland en techniek. Dachten we. Het zat immers in onze genen. Maar dat bleek een denkfout. Want naarmate de maatschappij veranderde bleek de liefde voor techniek niet langer vanzelfsprekend. Met als keerpunt de jaren tachtig, de tijd van de massaontslagen in met name de technische sector. Sindsdien kampen de bètatechnische studies met een gestage terugloop van instromende studenten met gemiddeld 7% per jaar. Nu, een kwart eeuw later, is het tij nog steeds niet gekeerd. Geen jongere kan zich het leven nog voorstellen zonder computer, televisie, iPod en mobieltje, maar slechts weinigen zijn geïnteresseerd in een bètatechnische studie. En dat terwijl er zulke boeiende beroepen en carrièreperspectieven zijn in de bètatechniek.

Kennelijk komt die boodschap niet over. Daarvoor zijn verschillende redenen aan te wijzen. De financiële prikkel bijvoorbeeld. Stond in vroeger tijden een ingenieurstitel garant voor een glanzende carrière en dito salaris, nu hebben de goed betaalde bestuurders van ondernemingen overwegend geen technische opleiding maar een graad in bedrijfseconomie. Niet voor niets staat de studie bedrijfskunde al jaren in de top 3 van meest populaire studies.

Einstein of Merlijn?

Met de vraag: 'Wat is voor jou een wetenschapper?' vroeg Marie-Odile Lafosse-Marin 1.000 Franse basisschoolkinderen om een wetenschapper te tekenen. Vrijwel iedereen tekende een man alleen, druk bezig met geheimzinnige, explosieve stofjes in rare buisjes. Een eenzijdig beeld dus, met de associatie 'eenzaam en gevaarlijk'.

Een aantal van deze tekeningen is verzameld in het boek 'Dessine moi un scientifique' (M-O Lafosse-Marin, 2007).

De bètatechnische studies en beroepen - uitgezonderd ICT - kregen meer en meer last van een negatief, stoffig imago. Wie exact kiest is een 'nerd' en je moet als puber wel sterk in je schoenen staan om niet voor die groepsdruk te bezwijken. Dat geldt voor alle vormen van bètatechnisch onderwijs. Waar de LTS vroeger nog een vanzelfsprekende keuze was voor veel jongens, kozen zij - en vooral hun ouders - in het laatste kwart van de vorige eeuw massaal voor de MAVO - op weg naar een kantoorbaan. 'Geen vuile handen meer voor mijn kind.' Dat idee.

Dat negatieve imago van bètatechniek wordt al gevormd op de basisschool. Uit onderzoek blijkt dat de aangeboren nieuwsgierigheid van kinderen naar natuur-

wetenschappelijke fenomenen op de basisschool wordt afgeremd in plaats van gestimuleerd. Dit wordt versterkt doordat de meeste leerkrachten echte 'alfa's en 'gamma's' zijn, veelal vrouwen die weinig affiniteit hebben met natuur en techniek. Leerlingen komen zo niet of nauwelijks in aanraking met wetenschap en techniek en vormen zich een eenzijdig en achterhaald beeld van wat werken in de techniek inhoudt. Terwijl juist positieve feedback van de juf of meester cruciaal is om kinderen te stimuleren.

Eregalerij

Apetrots is ie, Daan van 8. Met glinsterende ogen geeft hij tekst en uitleg bij de torens, piramides en kubussen van Magnetics, die hij thuis in elkaar geknutseld heeft en die nu uitgestald staan op het bureau van de juf. Straks mag hij met zijn bouwwerken op de foto, voor de erogalerij in het techniek-lokaal. Daar hangen al tientallen foto's van kinderen die thuis iets bijzonders hebben gemaakt.

Het is één van de eenvoudige maar doeltreffende ideeën van VTB-school De Wichelroede in Udenhout om wetenschap en techniek handen en voeten te geven op school. "Zo kunnen de kinderen laten zien wat ze kunnen", zegt initiatiefnemer en voormalig directeur van de school, Piet Lagarde. "Zelfvertrouwen is het allerbelangrijkste voor een kind. Als je vertrouwen hebt in jezelf stijgt je boven je zelf uit."

Bron: *Wetenschap & Techniek: een rijke leeromgeving, Platform Bèta Techniek, Den Haag 2007*

Ook ouders spelen een grote rol. Immers: kinderen zoeken bevestiging bij hun ouders. Uit onderzoek (Bureau Top, 2008) blijkt dat 72% van de moeders weinig affiniteit heeft met techniek en een eenzijdig beeld heeft van werken in de techniek. Gevraagd naar technische beroepen noemen zij vooral laaggeschoolde functies als monteur, maar niet of nauwelijks hooggeschoolde beroepen. Gezien het feit dat moeders overwegend een belangrijke adviseur - dan wel beslisser of rolmodel - zijn voor hun kinderen op het gebied van studie en beroepskeuze stemt dat niet hoopgevend.

Kortom: er zijn verschillende oorzaken aan te wijzen voor de tanende belangstelling voor wetenschap en techniek, maar de gevolgen zijn eenduidig: als de studentenaantallen blijven teruglopen en ondernemingen noodgedwongen buiten de landsgrenzen moeten zoeken naar gekwalificeerde mensen verschrompelt Nederlands enige echte grondstof: kennis. En dat is het laatste wat iedereen wil. Sterker nog: Nederland zet juist in op de kenniseconomie als motor voor de markt van morgen. Overheid en bedrijfsleven spannen zich nu gezamenlijk in om dit te bewerkstelligen. Dat is de achtergrond van de Lissabondoelstelling die Nederland in 2000 heeft ondertekend.

De Lissabondoelstelling

De EU streeft ernaar het aantal afgestudeerden en promovendi in wiskunde, exacte vakken en techniek te laten stijgen. Daarom is in 2000 in Lissabon de doelstelling opgesteld, die inhoudt dat er in 2010 15% meer uitstroom van gediplomeerden uit hogere bèta- en technische opleidingen gerealiseerd wordt.

Het EU(27)-gemiddelde in 2000 was 10,2% afgestudeerden en promovendi in bètatechniek per 1000 inwoners in de leeftijd 20-29 jaar*. De Nederlandse score in 2000 bedroeg 5,8. Ter vergelijking: het best presterende land in 2000 was Ierland met 24,2. Als Nederland de Lissabondoelstelling haalt betekent dit dat er in 2010 6,7 afgestudeerden en promovendi in bètatechniek zijn (per 1000 inwoners in de leeftijd van 20-29 jaar).

*Deze indicator meet het aantal afgestudeerden in alle leeftijden, gedeeld door het aantal 20-29 jarigen in 2000.

Het primair onderwijs in het Deltaplan Bèta Techniek

In december 2003 heeft de overheid het Deltaplan Bèta Techniek gelanceerd om op integrale wijze de tekorten van bèta's en technici aan te pakken. De doelstelling van het plan is om 15% meer uitstroom van studenten te realiseren in bètatechniek opleidingen in 2010, met als tussendoelstelling 15% meer instroom in deze opleidingen in 2007. De ministeries van Economische Zaken en van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap hebben het Platform Bèta Techniek opdracht gegeven dit plan uit te voeren.

Het Platform heeft in de gehele onderwijsketen programma's opgezet die wetenschap en techniek dichterbij de mensen brengen en vice versa. In deze keten-aanpak schuilt de kracht van het programma. Het programma voor het primair onderwijs rust op drie pijlers:

1. **VTB** - Verbreding Techniek Basisonderwijs
2. **VTB-Pro** - VTB- Professional, scholingsprogramma voor (aspirant) leraren
3. **TalentenKracht** - wetenschappelijk onderzoeksprogramma naar de talenten van jonge kinderen

1. VTB: Focus op het basisonderwijs

In 2004 heeft het Platform Bèta Techniek in het basisonderwijs het programma VTB, Verbreding Techniek Basisonderwijs, gelanceerd. Dit programma richt zich op de basis: het inmetelen van wetenschap en techniek in het fundament van het onderwijs, de basisschool.

Geïnteresseerde scholen krijgen gedurende drie jaar een stimuleringsbijdrage van in totaal €12.000 om wetenschap en techniek op een hoger plan te brengen in hun programma. Daarbij worden zij inhoudelijk en organisatorisch ondersteund door 26 regionale Steunpunten VTB. Hier kunnen leraren bijvoorbeeld de cursus techniekcoördinator volgen, waarmee zij op hun school de trekker van het project worden. In 2008 is de laatste groep van 600 scholen gestart. Daarmee is de participatiedoelstelling van 2.530 VTB scholen bereikt.

'Techniek is bijna alles: bedenken, maken, gebruiken, verbeteren, samenwerken.'

Motto van Basisschool de Wichelroede in Udenhout, VTB-school van het eerste uur

Van techniek naar wetenschap en techniek

Wie techniek zegt denkt aan elektriciteit, aan lasapparaten, hamers, spijkers en bouwtekeningen. Die invulling is te beperkt én te beperkend voor het onderwijs. Daarom is het Programma VTB verbreed van sec techniek naar wetenschap en techniek. Dat betekent dat kinderen ook wetenschappelijke vaardigheden leren (onderzoekend en ontdekkend leren).

Een voorbeeld: Leraren kunnen leerlingen het principe van het hefboomeffect uitleggen, zodat ze het kunnen reproduceren. Maar het kan ook anders. De leraar kan ze ook vragen om in groepjes een oplossing te verzinnen om een zwaar voorwerp in de klas te verplaatsen. De leerlingen gaan met elkaar overleggen, stellen elkaar vragen en doen onder begeleiding onderzoek. Vervolgens zullen ze het hefboomeffect ontdekken en het succes smaken als ze het vraagstuk hebben opgelost. In dit proces leren kinderen veel meer dan alleen het principe van de hefboom: ze leren onderzoek doen, samenwerken, zelf iets maken, ze leren abstraheren én rekenen. Zo stimuleren leraren hun leerlingen een onderzoekende houding te ontwikkelen.

Integratie in andere vakken

Niet (alleen) een apart vak op het rooster, maar integratie van wetenschap en techniek in andere vakken. Dat is het doel van het Programma VTB. Omdat wetenschap en techniek alleen dan werkelijk kan worden verankerd in het curriculum. Maar ook omdat wetenschap en techniek een uitstekende context is voor leren, die aansluit bij de creativiteit en nieuwsgierigheid van kinderen en hen de mogelijkheid biedt zich individueel te ontwikkelen. Bovendien wordt met integratie van wetenschap en techniek in bijvoorbeeld rekenen en taal het knelpunt 'tijdgebrek' op school getackeld.

In opdracht van het Programma VTB hebben vier onderwijsinstellingen (CED-Groep, APS, KPC Groep en SLO samen met Expertisecentrum Nederlands) passend lesmateriaal voor 'taal en techniek' ontwikkeld. Materiaal voor 'rekenen en techniek' is door het Freudenthal Instituut ontwikkeld. Het materiaal is eind 2007 uitgebracht.

Leren redeneren als nieuw kerndoel

Nederland weet zich gesteund door de landen van de EU als het gaat om het stimuleren van de belangstelling voor bètatechniek. In Frankrijk stond astrofysicus Pierre Léna aan de wieg van de hervormingsbeweging 'la main à la pâte' (vrij vertaald 'handen uit de mouwen' of 'hands on'):

"Ons streven is de bekende onderwijsdoelen 'lezen, schrijven en rekenen' uit te breiden met 'redeneren'. Want dat is een belangrijke meerwaarde van onderwijs in de natuurwetenschappen. Daarom zijn we in gesprek gegaan met de overheid. Met succes: natuurwetenschap - met daarbij expliciet genoemd inquiry-based science education - is nu een officieel onderdeel van het onderwijscurriculum."

(Pierre Léna tijdens een presentatie bij VTB-Pro, 2008)

2. VTB-Pro: De leraar centraal

Het klinkt zo eenvoudig: we laten basisschoolleerlingen kennis maken met wetenschap en techniek, zodat ze positiever over de bètatechniek gaan denken en er uiteindelijk meer jongeren een studie in die richting gaan doen. Daarmee ligt alles op het bord van de leraar. Maar deze kan dit er niet 'zomaar' bij doen. Daarvoor heeft zij/hij kennis nodig: vakinhoudelijke kennis, maar ook didactische kennis. En dat ontbreekt er aan.

Op de pabo's is weinig aandacht voor wetenschap en techniek. Het is een vicieuze cirkel: pabostudenten zijn alfa's en gamma's, overwegend vrouwen, met weinig affiniteit met techniek. In deze tijden van vraaggestuurd onderwijs heeft dat zijn weerslag op het curriculum: techniek is hoogstens een module van een paar lesjes. En dat gebrek aan kennis leidt tot onzekerheid. Hierin staat Nederland overigens niet alleen, getuige de uitspraak van Pierre Léna over de Franse situatie:

"Het belangrijkste struikelblok in de hervorming van het basisonderwijs is de angst die veel leraren hebben voor natuurwetenschap. Zij zijn bang voor de vragen van kinderen omdat ze de antwoorden niet kennen en dus wimpelen ze hen af. Daarom kan een hervorming van het onderwijs in natuurwetenschappen alleen slagen als de leraren anders naar het vak kijken. En de eerste stap die ze moeten zetten is de legitimiteit van de vragen van hun leerlingen accepteren. Neem ze serieus, want geen enkele vraag is 'kinderachtig'!"

In 2007 heeft het Platform Bèta Techniek daarom het programma VTB-Pro gelanceerd. Eind 2010 moeten in totaal 5.000 leraren en 5.000 pabo-studenten via een op maat gesneden scholingsarrangement bijgeschoold zijn in wetenschap en techniek. Voor de inhoudelijke ontwikkeling hiervan zijn vijf Kenniscentra Wetenschap & Techniek (KWT) opgericht. Hierin werken (technische) universiteiten samen met hogescholen, regionale steunpunten VTB en lokale bedrijven. De

KWT's hebben tevens als taak om onderzoek te doen naar wetenschap en techniek in het basisonderwijs. De uitvoering van de scholingsarrangementen is in handen van de 19 deelnemende pabo's.

De pabo's ontwikkelen voorts ook voor hun studenten een wetenschap en techniek programma. Via workshops, excursies en lesmodules maken alle pabo-studenten kennis met wetenschap en techniek. Voor studenten die zich willen specialiseren wordt een minor wetenschap en techniek ontwikkeld. Een bijzonder onderdeel van het scholingsarrangement is de combi-stage. Pabostudenten lopen samen met een student van een bètaopleiding stage op een basisschool. Samen voeren ze opdrachten uit, waarin het draait om de vragen die scholen hebben over hun eigen ontwikkeling op het vlak van wetenschap en techniek. Er liggen plannen voor 500 stages.

3. TalentenKracht: Op zoek naar de talenten van jonge kinderen

Jonge kinderen (3-5 jaar) geven blijk van veel en veelal ongelofelijke talenten op het gebied van de wereld om hen heen: natuurverschijnselen, de ruimte waar ze in leven en bewegen, hoeveelheden, groot en klein, redeneringen, kinderlogica. Maar als kinderen eenmaal naar school gaan, blijft er van deze talentenpracht weinig over. Het schoolse leren wordt vaak als saai en vervelend ervaren en veel van het sprankelende kind verdwijnt gestaag. Dat is jammer en daar moet iets aan gedaan worden.

Met dat uitgangspunt startten prof. dr. Robbert Dijkgraaf (universiteitshoogleraar Mathematische Fysica, Universiteit van Amsterdam), prof. dr. Jan de Lange (hoogleraar wiskunde-educatie, Universiteit Utrecht) en prof. dr. Johan van Benthem (universiteitshoogleraar Logica en haar toepassingen, Universiteit van Amsterdam) in januari 2006 het onderzoeksproject TalentenKracht. Doel is een antwoord te vinden op de vraag welke talenten, mogelijkheden en kwaliteiten kinderen in de leeftijd van 3-5 jaar hebben, hoe talenten op verschillende gebieden onderling verweven zijn en op welke manier deze talenten verder ontwikkeld zouden kunnen worden. In het bijzonder: vertonen kinderen in de leeftijd van drie tot vijf jaar talenten op gebieden als logisch nadenken, redeneren en ruimtelijk inzicht? Mocht dit zo blijken te zijn, dan kan een langlopende studie naar de mogelijkheden die dit biedt, ook in het onderwijs, het gevolg zijn. Aan het project werkt een zeer interdisciplinaire groep wetenschappers mee op het gebied van de pedagogiek, (neuro- en ontwikkelings)psychologie, onderwijskunde, reken- en science-educatie en taalverwerving.

Techniek over de landsgrenzen heen: Mitmachen oftewel T.E.A.M work

Dat techniek zich bij uitstek leent voor internationale samenwerking bewijst het Nederlands-Duitse T.E.A.M.-project. Met financiële steun vanuit de EU en het programma Sprint werken de Universiteit van Twente, de Fachhochschule Gelsenkirchen/Bocholt en de Universität Münster samen in een veelomvattend project waarmee zij kinderen vanaf 10 jaar willen inspireren om voor wetenschap en techniek te kiezen. 'Met proefjes willen we de nieuwsgierigheid van kinderen prikkelen', vertelt Ingrid Breymann, ambassadeur van het T.E.A.M.-project. 'Er gebeurt iets wat ze niet verwachten: een trein die zweeft, haren die overeind gaan staan. Je leest het op hun gezichten: hoe kan dat nou? Leuk is dat. Leuk is ook om de interactie te zien tussen de leerlingen en de UT-studenten die de proeven verzorgen. Daar ontstaat een soort chemie.'

(www.teamproject.nl)

Knelpunt: meiden en techniek

Al vanaf het moment dat kinderen leren lopen krijgen ze de boodschap mee dat techniek een 'jongensding' is. In speelgoedwinkels staat al het constructiespeelgoed bij de afdeling 'jongens'. Op de basisschool komt daar geen verandering in. Met als gevolg dat bedroevend weinig meiden voor een exact profiel kiezen op

de middelbare school en daarmee de weg naar een bètatechnische opleiding en carrière al vroeg afsluiten. Daarmee gaat veel talent verloren.

In 1990 lanceerde de overheid voor het eerst een campagne om hiervoor aandacht te vragen: 'een slimme meid is op haar toekomst voorbereid' moest meisjes - en hun omgeving - de ogen openen voor andere, technische toekomstmogelijkheden. Het was de eerste campagne van een reeks. Tot op heden zonder veel effect. Van alle afgestudeerde bètastudenten is nog geen 20% vrouw. Met name bij de 'harde' bètatechnische vakken zijn er nagenoeg geen studentes; in de zogeheten snijvlakopleidingen - waarin bèta of techniek wordt gecombineerd met een discipline die meiden aantrekkelijker vinden, zoals gezondheidszorg, communicatie of ontwerpen - is het beter. Deze opleidingen trekken veel meer meiden dan de traditionele bètatechnische opleidingen.

Het Platform Bèta Techniek heeft de aanpak van genderverschillen als speerpunt aangemerkt voor toekomstig onderwijsbeleid. In samenwerking met de expertise organisatie VHTO (Vereniging Vrouwen in het Hoger Technisch Onderwijs) eist het Platform van alle scholen (vo, mbo, hbo en wo) dat zij targets en ambities opstellen om de deelname van meiden in bètatechniek te verhogen. Ter ondersteuning leveren het Platform en de VHTO instrumenten en expertise waarmee scholen hun beleid kunnen verbeteren. Heel concreet: middelbare scholieren die een middagje speeddaten met vrouwelijke ingenieurs uit de database van VHTO.

VTB en genderproblematiek

De vraag die hier van belang is, is wat het basisonderwijs kan doen om meer meisjes voor bètatechniek te interesseren. Een van de kernbegrippen waar het hier om gaat is bewustwording. Bewustwording van leraren omtrent de (onbewuste) processen die in de klas spelen. Bewustwording van leraren (en van meisjes) dat bètatechniek óók bij meisjes past. Bewustwording van leraren omtrent hun eigen houding in deze én die van hun leerlingen. De meeste leraren zeggen dat ze geen onderscheid maken naar sekse. De praktijk is anders, zo blijkt uit onderzoek. In de klas krijgen jongens meer beurten dan meiden. Leraren stimuleren jongens langer na te denken over een antwoord. Als een meisje het antwoord op een vraag niet weet accepteert de leerkracht dat overwegend direct en geeft hij de beurt aan een ander. Of hij helpt het meisje bij het geven van het antwoord. Ook krijgen jongens vaker dan meiden een tweede kans na een fout antwoord.

Het gevolg van deze (onbewuste) boodschappen aan de leerlingen is tweeledig. Het versterkt het gebrek aan zelfvertrouwen bij de meisjes en het versterkt het positieve zelfbeeld van veel jongens. De scholingsarrangementen van VTB-Pro maken leraren bewust van deze mechanismes. Ook wordt aandacht besteed aan de verschillende leerstijlen van meisjes en jongens. Uit analyse van Citogegevens blijkt namelijk dat meisjes beter scoren bij opgaven waarbij nauwkeurig rekenen vereist is en opgaven waarbij je een bekende standaardprocedure kunt volgen. Leraren leren hier op een productieve manier mee omgaan.

Om leraren inzicht te bieden in de attitudes van leerlingen heeft het Programma VTB in 2007 een attitudemeting beschikbaar gesteld aan de VTB scholen. De meting is gemaakt voor leerlingen van groep 8 en vraagt jongens en meisjes onder andere naar hun mening over het belang van wetenschap en techniek en naar hun eigen plezier bij activiteiten tijdens lessen in wetenschap en techniek. Ook wordt gevraagd of ze denken dat jongens beter zijn in techniek dan meisjes of omgekeerd. Nog los van de resultaten heeft de attitudemeting de leraren van de betrokken VTB-scholen bewust gemaakt van hun eigen denken en doen. In veel gevallen hadden zij nog nooit nagedacht over verschillen tussen jongens en meisjes of ontkenden zij ze.

De auditcommissie van het Programma VTB heeft geadviseerd scholen te voorzien van informatie over genderproblematiek en suggesties te doen om hiermee aan de slag te gaan. VTB zal in samenwerking met diverse partners zorgen voor goede voorbeelden, handreikingen en lesvoorbeelden.

Opbrengsten

VTB

Het beoogde aantal VTB-scholen (2530) is bereikt. Alle VTB-scholen uit de eerste twee tranches (1100 scholen) zijn bezocht door een auditor. Ze concluderen dat het er goed uitziet en dat een aantal scholen al in staat is om aspecten van wetenschap en techniek te integreren in vakken als rekenen en taal. Bijna alle

scholen hebben de bereidheid uitgesproken hier ook na de projectperiode van drie jaar mee door te gaan.

Opvallend is wel dat de attitude van de leerlingen ten opzichte van wetenschap en techniek nog niet veel veranderd is. Uit de Attitudemeting techniek en wetenschap die het Programma VTB onlangs heeft afgenomen onder 26.000 leerlingen van VTB-scholen blijkt dat zij nog steeds een traditioneel en tamelijk beperkt beeld hebben van wetenschap en techniek. De verwachtingen van leerlingen over studie en loopbaan in de techniek zijn lager dan de werkelijkheid. En jongens vinden nog steeds dat techniek meer iets voor hen is dan voor meisjes (bron: Inspectieverslag 2008).

Op basis van de analyse van de attitudemetingen in 2007 en 2008 kan worden geconcludeerd, dat de houding van de leraar ten aanzien van wetenschap en techniek erg belangrijk is voor de attitude van de leerlingen. Verder is het aantal keren dat lessen in wetenschap en techniek worden gegeven van invloed op de positieve beleving van de kinderen in de klas. Als de frequentie stijgt neemt de belangstelling van de kinderen toe, evenals het belang dat zij aan wetenschap en techniek hechten.

VTB-Pro

Na een pilot in het voorjaar van 2007 zijn in het schooljaar 2008/2009 de eerste scholingsarrangementen gestart in heel Nederland. De deelname aan het programma zit nu (begin 2009) ongeveer op de helft van het beoogde doel. Veel scholen laten meerdere leraren de scholingsarrangementen van VTB-Pro volgen, waardoor de hele school zich ontwikkelt. Het geeft aan dat deze scholen wetenschap en techniek écht willen inbedden in het team, in het karakter van de school en het onderwijs. Daarnaast wordt het curriculum op 19 van de contractpabo's van VTB-Pro verder ontwikkeld in de richting van wetenschap en techniek, zowel in de major- als in de minorfase. Op deze pabo's zijn al ongeveer 3000 studenten betrokken bij W&T. Bovendien wordt de kennisbasis van wetenschap en techniek verder opgebouwd. Er is een nationaal onderzoeksprogramma opgezet en er is een aantal lectoren en hoogleraren aangetrokken, die hier de komende jaren verder onderzoek naar gaan doen. De opbrengsten van onderzoek worden gebruikt om de scholingsarrangementen te verbeteren.

TalentenKracht

Het onderzoek is in volle gang. Resultaten (zoals filmpjes van onderzoeken) worden op de website geplaatst. Verder wordt gewerkt aan de ontwikkeling van trainingsmateriaal voor het programma VTB-Pro.

Concluderend kan gesteld worden dat het Deltaplan Bèta Techniek de sluizen in het Nederlandse onderwijs heeft geopend voor wetenschap en techniek. Basisscholen nemen enthousiast deel aan de projecten van het Programma VTB. Zij besteden aanzienlijk meer aandacht aan techniek. Inmiddels is de aandacht binnen het project verlegd van sec techniek naar wetenschap en techniek en ook daarmee kunnen scholen uit de voeten. Ook de belangstelling voor de scholings-trajecten van VTB-Pro is groot.

We kunnen vaststellen dat er over de hele linie verbeteringen te zien zijn op scholen die deelnemen aan projecten van het Platform. Een van de succesfactoren is de uitwisseling van kennis en ervaringen. Zowel op het niveau van de leraar (in de scholingsprogramma's van VTB-Pro) als op school- en beleidsniveau. Voor dat laatste fungeert het Platform Bètatechniek als een spin in het web. Het Platform verzamelt kennis en draagt zorg voor kennisdeling tussen alle betrokken instellingen en het bedrijfsleven. Via Nieuwsbrieven, conferenties en de WT Wijzer (website met good practices en lesideeën) blijft iedereen op de hoogte van de ontwikkelingen op het gebied van wetenschaps- en techniekonderwijs. Dat geldt voor VTB en voor VTB-Pro. Het Platform stimuleert nadrukkelijk de contacten tussen de zes KWT's.

Al met al lijkt de koers die het Platform Bèta Techniek heeft uitgestippeld de juiste te zijn, met de kanttekening dat de snelheid waarmee de veranderingen zich voltrekken te langzaam lijkt om de gestelde doelen van het Deltaplan Bèta Techniek te halen. Dit komt ook naar voren uit het verslag van de Inspectie van het Onderwijs over 2008. Evenals de voorgaande jaren heeft de inspectie bij een representatieve steekproef van VTB basisscholen een vragenlijst afgenomen

over techniek in het basisonderwijs. Daarbij wordt gewerkt met een begin- en een eindnorm. De beginnorm gaat om de vraag of scholen überhaupt iets aan techniek doen: dat blijkt - net als vorig jaar - bij 90 procent van de scholen het geval te zijn.

Belangrijker is de eindnorm, omdat die aangeeft of techniek structureel en breed verankerd is in de school. In 2008 blijkt dat bijna 900 scholen voldoen aan de eindnorm die het Programma VTB heeft gesteld. Ten opzichte van de steekproef van de inspectie in 2007 is dit aantal bijna verdubbeld. Ook constateert de inspectie dat de hoeveelheid tijd die scholen structureel besteden aan techniek nog steeds toeneemt. De grootste knelpunten zijn volgens de Inspectie:

- het vastleggen van afspraken om te kunnen voorzien in een doorgaande lijn (38%),
- het vaststellen van doelen (41%),
- het beschrijven van deze doelen in het schoolplan (47%).

Kortom: er is een lichte verbetering te zien ten opzichte van 2007, maar scholen moeten vooral op deze punten nog een flinke inspanning leveren. Het realiseren van de doelstelling dat er eind 2010 op 2500 basisscholen goed onderwijs wordt gegeven in wetenschap en techniek komt dichterbij, maar zal van alle partijen nog een stevige inzet vergen.

Op weg naar duurzame verankering

Het Programma VTB heeft de opdracht om wetenschap en techniek voor 2010 duurzaam te verankeren in het schoolbeleid, zodat niet alle inspanningen verloren gaan. Uit onderzoek en uit de praktijk van de afgelopen jaren blijkt dat een aantal factoren kan helpen bij het positioneren van het wetenschap- en techniekaanbod van een school:

- Meer aandacht voor de maatschappelijke relevantie van wetenschap en techniek.

De mogelijkheden zijn oneindig, maar leerlingen zijn zich vaak niet bewust dat veel van wat ze kennen, ook te maken heeft met wetenschap en techniek.

“Doen jullie alles maar uit wat met techniek te maken heeft”, zegt juf Lia tegen haar leerlingen. Koen haalt zijn mobieltje uit zijn zak en Iris haar iPod. “Meer niet?” vraagt Lia. “En je schoenen met klittenband dan? De bril op je neus. Je spijkerbroek met een rits. De paperclips in je broekzak. Je sleutels aan je key-cord. Techniek vind je overal om je heen.”

Bron: Wetenschap & Techniek: een ontdekkingsreis naar kennis, Platform Bèta Techniek, Den Haag 2007

- Het benutten van het netwerk van de school.

Te denken valt aan contacten met ouders (rolmodellen), het regionale bedrijfsleven (maakt het voor leerlingen concreet) en uitwisseling van kennis en ervaring met andere (VTB) scholen. Voor dat laatste is de WT Wijzer een uitstekend hulpmiddel.

WT Wijzer

De ervaringen van VTB-scholen zijn beschikbaar via de nieuwe website www.wtwijzer.nl. Deze bevat tips, lesmateriaal en voorbeelden van de aanpak van andere basisscholen. De wijzer is ingedeeld in negen thema's die bepalend zijn voor het succesvol invoeren van wetenschap en techniek, zoals het opstellen van doelen en een schoolplan, materiaal en deskundigheid en het toetsen van doelen.

- Profileren met wetenschap en techniek, al dan niet gekoppeld aan een breder profiel zoals 'talentontwikkeling' of 'ondernemend en ontdekkend leren'.

Profileren zorgt voor consistentie, waardoor wetenschap en techniek niet op zichzelf staan. Scholen die zich profileren als 'wetenschap en techniek school' hebben hiermee alleen maar positieve ervaringen, zo blijkt uit de Rapportage VTB-verkenning (2008). Deze scholen vinden wetenschap en techniek belangrijk voor de ontwikkeling van hun leerlingen, zijn trots op wat ze bereikt hebben en stralen enthousiasme uit. Ze staan ergens voor en dat is overal te zien, óók in de school zelf. Dit levert ze positieve feedback op vanuit de omgeving. De betreffende VTB-scholen geven aan de laatste jaren significant meer gegroeid te zijn dan scholen die minder vaak naar buiten komen met hun aanbod. Leerlingen (en hun ouders) zijn veelal positiever over hun school dan kinderen op andere scholen.

Uit de Rapportage VTB-verkenning blijkt echter dat ruim driekwart van alle VTB-scholen niet naar buiten treedt met het aanbod op het gebied van wetenschap en techniek. Op deze scholen heeft de overgrote meerderheid van de ouders (88%) nooit van het Programma VTB gehoord. En 61% van de ouders weet niet dat de school van hun kind meer aan wetenschap en techniek doet dan andere scholen. VTB-scholen maken niet of nauwelijks reclame maken voor hun wetenschaps- en techniekactiviteiten op internet. Ten tijde van het onderzoek voor de Rapportage VTB-verkenning waren er van de 2000 actieve VTB-scholen maar 17 terug te vinden via Google.

Dus hoewel VTB-scholen veel tijd, energie en geld besteden aan wetenschap en techniek brengt maar een klein deel van hen dit voor het voetlicht. Gevraagd naar de reden hiervoor geeft een aantal scholen aan dat ze nog onvoldoende ervaring hebben met wetenschap en techniek om dit als 'expertise' te kunnen opvoeren. Maar de belangrijkste reden die scholen aanvoeren is het imago probleem van wetenschap en techniek. Nog altijd denken scholen beter te kunnen scoren met bijvoorbeeld het profiel 'sport' dan met wetenschap en techniek.

Op grond van een onderzoek door het bureau 'Scholen met succes' heeft het Programma VTB een aantal handreikingen en artikelen gemaakt om scholen te helpen bij het informeren van ouders en derden over hun betrokkenheid bij VTB.

Tot slot: hoe nu verder?

Internationale ontwikkelingen en maatschappelijke trends stellen Nederland voor uitdagingen op veel fronten. Hoe verdienen we in de toekomst ons brood? Hoe zorgen we voor een aantrekkelijke leefomgeving en goede voorzieningen voor nu en in de toekomst? Het antwoord op die vragen is niet een-twee-drie te geven, maar vast staat dat de sleutel ligt in de verdere ontwikkeling van onze kenniseconomie. Met een hoofdrol voor het onderwijs in het algemeen en met ruimte voor wetenschap en techniek en de ontwikkeling van talenten in het bijzonder. Dat besef is ook doorgedrongen tot het bedrijfsleven en de politiek.

In 2003 is het Innovatieplatform opgericht om plannen voor het kabinet te bedenken die de concurrentiekracht van Nederland versterken. De leden komen uit het bedrijfsleven, het onderwijs, de zorg, de wetenschap en de politiek, met Minister-president Balkenende als voorzitter. Gezamenlijk scheppen zij de voorwaarden, leggen verbindingen en ontwikkelen een visie als het gaat om innovatie. Zo moet Nederland zich een plek kunnen veroveren in de internationale top 5 op het gebied van hoger onderwijs, onderzoek en innovatie. Het meest in het oog springend rapport van het Innovatieplatform is de Kennisinvesteringsagenda voor 2016, waarin de ambities zijn benoemd die de kenniseconomie van Nederland moeten versterken. In het rapport 'Leren Excelleren' is dit voor het onderwijs

nader uitgewerkt, met aandacht voor de urgentie van brede talentontwikkeling en voor differentiatie en maatwerk in het onderwijs. 'Weet je te onderscheiden' moet het motto zijn.

Manifest 'Ruimte voor talent; Ruimte voor wetenschap en techniek'

Richtinggevend voor het wetenschaps- en techniekonderwijs in 2016 is het Manifest 'Ruimte voor talent; Ruimte voor wetenschap en techniek', dat door de denktank VTB is opgesteld en door verschillende maatschappelijke organisaties en het bedrijfsleven is ondertekend.

Het Manifest beschrijft de volgende ambities voor 2016:

1. We kunnen de talenten van kinderen herkennen en weten hoe ouders, leraren en opvang hen moeten stimuleren om deze verder te ontwikkelen;
2. Eén derde van de leraren is in staat deze inzichten toe te passen in contact met kinderen en ouders/opvang daarin te betrekken;
3. Wetenschap en techniek en talentontwikkeling vormen een vast onderdeel van de pabo-opleiding;
4. Schoolbesturen hebben hun basisscholen toegerust voor onderwijs in wetenschap en techniek.

Via een aantal beslissende stappen nu willen de opstellers van het Manifest in 2016 een onomkeerbare verandering bewerkstelligd hebben. Het zijn de stappen waar het Platform Delta Techniek zich al mee bezig houdt: TalentenKracht (doelstelling 1), VTB (doelstelling 2 en 4), en VTB-Pro (doelstelling 3 en 4). Het Manifest hamert op het belang van profilering als middel om wetenschap en techniek en talentontwikkeling daadwerkelijk te verankeren in het karakter van de school. Daarom pleiten de opstellers voor de oprichting van 1.000 'TalentenKrachtscholen' (basisscholen waarin ouders, leraren en onderzoekers samenwerken om het nieuwsgierige kind, met al zijn talenten, zich individueel te laten ontwikkelen). Staatsecretaris van Onderwijs Sharon Dijksma heeft het Platform Bèta Techniek inmiddels de opdracht gegeven het Manifest uit te werken tot een nieuw plan.

Met het rapport 'Leren excelleren' en het Manifest 'Ruimte voor Wetenschap en techniek, ruimte voor talent' wordt gebroken met een oeroude Hollandse traditie, die van 'niet je kop boven het maaiveld uitsteken'. 'Zonder ambitie geen groei' komt hier voor in de plaats. Het zijn de grote lijnen die uitgezet worden om uiteindelijk de publieke opinie, de vaders en moeders, de leraren en leerlingen, te overtuigen van de waarde van wetenschap en techniek en van talentontwikkeling. Want alleen dan zal het een blijvende plek op de agenda van de politiek en in het curriculum van het onderwijs krijgen. Alleen dan komt 'Nederland kennisland' dichterbij. Maar voor wie die grote lijnen nog te abstract zijn: kijk gewoon eens in de klas. Want het enthousiasme waarmee kinderen aan de slag gaan met wetenschap en techniek is en blijft de beste reclame voor het vak!

'Ambitie is het verlangen om een plaats te bereiken waar de reiziger nu al weet niet te willen blijven. Het kan altijd beter, verder, hoger. De eindbestemming ligt niet vast en doet er ook niet toe: het gaat om de reis erheen (...). Ambitieuze mensen zijn nooit uitgereisd. Het gaat hen om het delen van ervaringen met reisgezelschappen van gelijkgestemden, stuk voor stuk op eigen wijze gemotiveerd en geïnspireerd, en allemaal net zo vastbesloten om er het beste van te maken zonder enig idee van wat dat beste dan wel zal blijken te zijn.'

Fragment uit het essay van Alexander Rinnooy Kan, lid van het Innovatieplatform, in 'Ambitie onder de kaasstolp', van Sijmen van Wijk en Sanne Roever - VOC uitgevers, 2008)

Referenties

- Inspectie van het onderwijs (2009). **Rapport Techniek in het basisonderwijs 2008**. Utrecht.
- Joukes, G. (2007). **Meiden en Techniek: van tegenpolen tot aantrekkingskracht**. Den Haag.
- Kuijpers, J. & Walma van der Molen, J. (2007). **Wetenschap & Techniek: een rijke leeromgeving**. Den Haag.
- Kuijpers, J. & Walma van der Molen, J. (2008). **Wetenschap & Techniek: een ontdekkingsreis naar kennis**. Den Haag.
- Platform Bèta Techniek en ROA (2006). **Onderwijs en arbeidsmarkt in de bètatechniek, een helicopterview**. Den Haag.
- Pleij, H., (2003) **The Dutch and the water** aanvullen?
- Scholen met succes (2008) **Rapportage VTB-verkenning, Profileren met wetenschap en techniek**. Haarlem.
- ResearchNed (2008) **Technomonitor 2008, Onderzoek in opdracht van het Platform Bèta Techniek**, Nijmegen.
- Programma VTB (2008) **Werkplan**. Den Haag.
- Platform Bèta Techniek (2006) **Trends en cijfers in het onderwijs, in- door- en uitstroom in bètatechniek**. Den Haag.
- Platform Bèta Techniek, **Regiopublicatie Twente**.
- Programmabureau Verbreding Techniek Basisonderwijs (2006) **Techniek op de pabo, de kracht van verbeelding**. Den Haag.
- www.talentenkracht.nl
- www.platformbetatechniek.nl
- www.programmavtb.nl
- www.wtwijzer.nl
- www.vtbpro.nl
- www.innovatieplatform.nl

2. Theoretische uitgangspunten bij de professionalisering van leraren basisonderwijs op het gebied van wetenschap en techniek

Juliette Walma van der Molen, Jan de Lange en Jozef Kok

Samenvatting

Uit internationaal onderzoek blijkt dat leraren in het basisonderwijs overwegend weinig kennis van en affiniteit met natuurwetenschap en techniek hebben. Velen voelen zich onvoldoende bekwaam om onderwijs op deze gebieden te verzorgen; ze vinden het moeilijk om met vragen van leerlingen om te gaan en vallen terug op standaard tekstboeken of sterk gestructureerde materialen/oefeningen. Dit dragen zij - onbewust - over op hun leerlingen: ook hún attitude ten aanzien van natuurwetenschap en techniek is laag, net zoals de leerrendementen op dit gebied.

Dat maakt de kennis en vooral de attitude van leraren een belangrijke sleutel tot verandering van de status en populariteit van wetenschap en techniek onder kinderen - de technici en bètawetenschappers van de toekomst.

Nascholing speelt dan ook een cruciale rol: onderzoek laat zien dat wanneer leraren meer kennis, vaardigheden, zelfvertrouwen en een positievere attitude hebben ontwikkeld, zij daadwerkelijk beter les geven in wetenschap en techniek. Zo kunnen zij op een enthousiaste manier de kennis, vaardigheden en attitude onder hun leerlingen op dit gebied verbeteren.

De vraag die vooraf gaat aan een dergelijke nascholing is wat de leraren in kwestie moeten leren van en over wetenschap en techniek. Hiervoor heeft de Programmaraad van VTB-Pro in 2007 een theoretisch kader opgesteld. In dit hoofdstuk worden hiervan de drie - onlosmakelijk met elkaar verbonden - pijlers behandeld waarop het scholingsprogramma VTB-Pro rust:

1. Kennis van natuurwetenschappelijke en technische concepten en vaardigheid in wetenschappelijk en technisch redeneren
2. Attitude ten opzichte van natuurwetenschap en techniek
3. Pedagogisch-didactische vaardigheden, met name op het gebied van onderzoekend en ontwerpend leren.

Onder de eerste pijler wordt verstaan: kennis van aan natuurwetenschap en techniek gerelateerde concepten én (natuur)wetenschappelijke en technische procesvaardigheden, ofwel: knowledge of science (and technology) én knowledge about science (and technology). De vakinhoudelijke kennis omvat de kennisconcepten: natuurkundige systemen, levende systemen, aarde en ruimte systemen, techniek systemen en wiskundige systemen. Het is belangrijk dat leraren dwarsverbanden tussen verschillende kennisconcepten kunnen zien en deze - richting de leerlingen - kunnen koppelen aan herkenbare, concrete praktijkvoorbeelden.

Onder de tweede pijler wordt verstaan: kennis en inzicht in de eigen gedachten, waarden, gevoelens en gedragingen ten aanzien van wetenschap en techniek en hierin actief verbetering aanbrengen.

De derde pijler behelst de vertaalslag richting de klas: wetenschaps- en techniekeducatie. Hoe breng je kinderen op een onderzoekende en ontwerpende wijze (natuur)wetenschappelijke en technische procesvaardigheden, concepten en attitudes bij.

Inleiding

De inleiding en het eerste hoofdstuk van dit boek hebben laten zien dat de bètaprofielen in het middelbaar onderwijs en de bètastudies in het hoger onderwijs nog steeds te weinig studenten trekken. Ondanks diverse maatregelen, is het imago van bètawetenschappen niet erg positief en is de belangstelling voor bèta-techniek het afgelopen decennium onder jongeren zelfs afgenomen (De Grip en Smits, 2007). Hoewel dit gebrek aan interesse voor wetenschap en techniek zich vaak pas echt manifesteert als jongeren hun profielkeuze maken op de middelbare school, hebben de meeste leerlingen al lang voor die tijd, gedurende de basisschoolperiode, een potentiële keuze voor een beroep of studie in een bètarichting uitgesloten. Leerlingen krijgen in het Nederlandse basisonderwijs weinig te maken met wetenschap en techniek. Hierdoor wijzen ze - volgens het principe 'onbekend maakt onbemind' - een bètarichting als beroepsprofiel al snel af.

Internationaal onderzoek (e.g., Jarvis, 2004) laat zien dat ook onder leraren in het basisonderwijs de kennis van en affiniteit met natuurwetenschap en techniek om te gaan en vallen liefst terug op standaard tekstboeken of sterk gestructureerde materialen of oefeningen. Dit leidt er toe dat de attitude van hun leerlingen ten opzichte van natuurwetenschap en techniek én de leerrendementen op dit gebied laag zijn. Maar er gloort hoop. Onderzoek (e.g., Jarvis, 2004; Palmer 2004) laat óók zien dat wanneer leraren door nascholing meer kennis, vaardigheden, zelfvertrouwen en een positievere attitude hebben ontwikkeld, zij op een betere manier les kunnen geven in wetenschap en techniek. Zo kunnen zij op een enthousiaste manier de kennis, vaardigheden en attitude onder hun leerlingen op dit gebied verbeteren.

De hierboven geschetste situatie heeft het Platform Bèta Techniek ertoe gebracht om het programma VTB-Pro te lanceren. Hierin staat de ontwikkeling van leraren basisonderwijs centraal. Het programma biedt aan minimaal 5.000 zittende leraren en 5.000 aankomende leraren een scholingstraject binnen het domein wetenschap en techniek. Het doel is scholing gericht op een combinatie van drie pijlers die relevant zijn voor de wetenschap- en techniekeducatie:

1. **Kennis van natuurwetenschappelijke en technische concepten en vaardigheid in wetenschappelijk en technisch redeneren**
2. **Attitude ten opzichte van natuurwetenschap en techniek**
3. **Pedagogisch-didactische vaardigheden, met name op het gebied van onderzoekend en ontwerpend leren.**

Om dat te bereiken kiest VTB-Pro als belangrijkste speerpunt de eigen professionele ontwikkeling van leraren - vandaar VTB-Pro(fessional). Basisgedachte binnen het programma is dat leraren zich op het gebied van wetenschap en techniek op een open, explorerende en reflecterende manier ontwikkelen en daar zelfvertrouwen aan onttelen. Met wetenschap worden daarbij in het bijzonder de natuurwetenschappen bedoeld, omdat daar de grootste leemte ligt en omdat een dergelijke invulling het beste aansluit bij internationale inzichten op het gebied van de ontwikkeling van 'science and technology' in het onderwijs. Het is daarbij van belang dat het scholingsaanbod voor leraren uitdagende, prikkelende ervaringen bevat, waarbij naast het vergaren van inhoudelijke kennis ruim aandacht is voor het imago van natuurwetenschap en techniek, voor wetenschaps- en techniekfilosofische kwesties, voor het verbeteren van de attitude ten opzichte van het vakgebied en voor het ontwikkelen van een 'onderzoekend leren' houding. De bedoeling is dat de (aspirant) leraar actief in het leerproces participeert en zelfstandig leert denken, oordelen, beslissen en handelen binnen het brede domein natuurwetenschap en techniek. Daarbij zal voldoende aandacht moeten worden gegeven aan de inbedding van wetenschap en techniek in maatschappelijke en praktijkgerichte contexten. De verwachting is dat, alleen wanneer de (aspirant) leraar op deze manier eerst zélf meer kennis, vaardigheden, metacognitie, positieve waarden, en zelfvertrouwen heeft opgedaan, hij/zij een meer uitdagende, stimulerende en onderzoekende lespraktijk aan kinderen zal kunnen aanbieden op het brede terrein van wetenschap en techniek.

In het vervolg van dit hoofdstuk worden enkele theoretische uitgangspunten geschetst die van belang zijn bij bovengenoemde professionalisering van leraren. Deze nadere inhoudelijke uitwerking is gebaseerd op recente wetenschappelijke literatuur op het gebied van science education en de vorming van attitudes ten opzichte van natuurwetenschap en techniek en recente inzichten op het gebied van onderzoekend leren (inquiry-based learning) en constructivistisch leren. De theoretische uitgangspunten worden besproken in drie aparte paragrafen die corresponderen met de eerder genoemde drie pijlers voor wetenschap- en techniekeducatie.

1. Kennis en Vaardigheden met betrekking tot wetenschap en techniek

Om te kunnen vaststellen welke kennis en vaardigheden leraren moeten verwerven, is het noodzakelijk om eerst helder te krijgen wat verstaan wordt onder (natuur) wetenschap en techniek. In een recente rapportage van de Europese Commissie ("Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe", ook wel bekend als het Rocard Rapport, 2007) worden natuurwetenschap en techniek omschreven als een systeem van kennis dat de objectieve werkelijkheid tracht te modelleren. Voor techniek geldt bovendien dat de werkelijkheid wordt aangepast aan behoeften. Voor het huidige VTB-Pro project is dit vertaald in:

Natuurwetenschap en techniek zijn manieren om kennis te verwerven en toe te passen, gebaseerd op de natuurwetenschappelijke en technologische methoden, als ook het daaruit resulterende gestructureerde geheel van kennis en vaardigheden.

Van fundamenteel belang bij een inhoudelijke beschrijving van de kennis en vaardigheden die relevant zijn binnen het domein natuurwetenschap en techniek is het erkennen dat er sprake is van een tweedeling die de eenheid 'science and technology' typeert: het is *kennis* over uiteenlopende concepten en het is een *manier* om kennis te verwerven, waarbij kennis over en vaardigheid in het wetenschappelijk en technologisch proces centraal staan. Bij techniek is tevens sprake van het gebruik van die kennis om te ontwerpen en te produceren.

Deze tweedeling komt in verschillende publicaties terug (e.g., Harlen, 1999; OECD/PISA, 2006). Sommige publicaties spreken over knowledge of science (and technology) versus knowledge about science (and technology), anderen spreken over kennis van aan natuurwetenschap en techniek gerelateerde concepten versus (natuur)wetenschappelijke procesvaardigheden. Van belang is echter, dat zij samen het geheel van kennis en vaardigheden op het gebied van natuurwetenschap en techniek vormen en dat beiden ook in samenhang in de professionalisering van (aspirant) leraren aan de orde moeten komen. Hieronder volgt een beschrijving voor beide onderdelen.

Kennisconcepten

Het is niet eenvoudig om de component kennis binnen het domein natuurwetenschap en techniek eenduidig te beschrijven. In de hierboven genoemde OECD/PISA studie wordt "knowledge of science" in vier categorieën ingedeeld: kennis van natuurkundige systemen, van levende systemen, aarde en ruimte systemen en techniek systemen. Ieder van deze vier systemen bevat thema's die direct gerelateerd zijn aan concepten uit het 'science' domein. De bijbehorende beschrijvingen uit de studie zijn echter meer vanuit de natuurwetenschap gedefinieerd dan vanuit de context van jongere kinderen. Toch biedt deze indeling van PISA (die op haar beurt teruggaat tot de publicatie van de "Science Standards" in de Verenigde Staten uit 1996), een mogelijkheid tot een verdere precisering van concepten, zeker als wij daarbij ook de uitwerking van een concept-context benadering voor het leergebied natuur en techniek (van Graft, e.a., 2007) betrekken en de vier categorieën uitbreiden met een vijfde: wiskundige systemen.

De verschillende domeinen kunnen dan als volgt in concepten worden uitgewerkt:

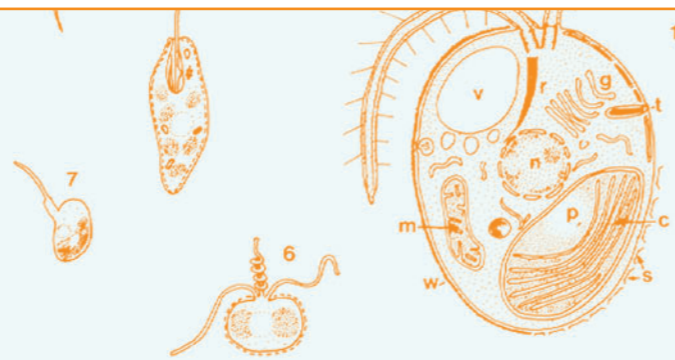
Natuurkundige systemen waarbij aandacht wordt besteed aan:

- (a) eigenschappen en kenmerken van objecten (hetzij natuurlijke, dan wel geconstrueerde);
- (b) plaats en beweging van een object in ruimte en tijd;
- (c) kracht en beweging;
- (d) energie: het vermogen om verandering te veroorzaken;
- (e) omzetting van energie: zwaartekracht veroorzaakt bewegingsenergie, warmte beïnvloedt aggregatietoestand;
- (f) geluid en straling: licht, warmte, radiostraling, röntgenstraling;
- (g) elektriciteit en magnetisme.



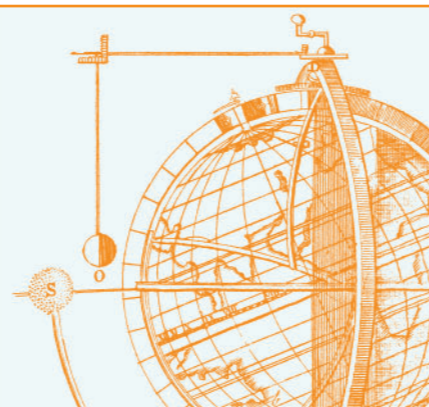
Levende systemen waarbij aandacht wordt besteed aan:

- (a) cel, orgaan en organisme;
- (b) mens, plant en dier;
- (c) ademhaling, bloedsomloop en spijsvertering;
- (d) levenscyclus en voortplanting;
- (e) populatie: soorten, diversiteit en uitsterven;
- (f) ecosysteem, voedselketen, landbouw;
- (g) biosfeer: duurzame ontwikkeling.



Aarde en ruimte systemen waarbij aandacht wordt besteed aan:

- (a) de structuur van lithosfeer (aardkorst), hydrosfeer (water) en atmosfeer (lucht, dampkring);
- (b) gesteenten: bodem, gebergten, gelaagdheid, verandering (verwering) en tektoniek;
- (c) water: oceaan, zee, meren, rivieren, kanalen, getijde;
- (d) lucht: atmosfeer, stratosfeer;
- (e) atmosfeer, klimaat en weer, en hun invloed op aarde (zoals erosie)
- (f) geschiedenis: fossielen;
- (g) aarde in de ruimte: structuur ruimte, met name aarde, maan, zon, sterren;
- (h) zwaartekracht.



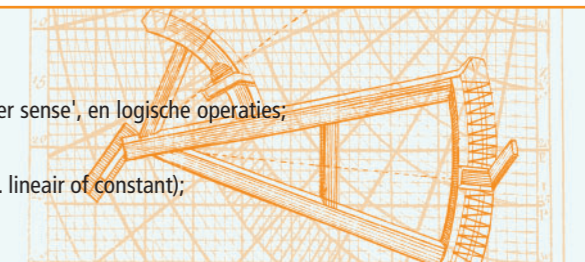
Techniek systemen waarbij aandacht wordt besteed aan:

- (a) de rol van techniek (ontwerpen, construeren, faciliteren van vooruitgang);
- (b) ontwerpen: criteria, beperkingen, innovatie, uitvinding, probleemoplossend;
- (c) construeren: bewerken, energieomzetting, functie, materiaal, systeem, vormgeving;
- (d) faciliteren van een 'beter leven' en vooruitgang der wetenschap: informatietechnologie, mobiele telefoons, games, medische systemen, verkeersveiligheidssystemen, navigatie-instrumenten en tools, etc.



Mathematische systemen waarbij aandacht wordt besteed aan:

- (a) hoeveelheid: numerieke verschijnselen, kwantitatieve relaties en patronen, 'number sense', en logische operaties;
- (b) vorm en ruimte: ruimtelijke oriëntatie, navigatie, representatie, vormen en figuren;
- (c) veranderingen en relaties: verbanden, grafieken, tabellen, soorten verandering (b.v. lineair of constant);
- (d) onzekerheid: data en kans.



Een voorbeeld:

Bij de toepassing van het wiskundige concept 'hoeveelheid' is het van belang te zien dat belangrijke aspecten die bij dit concept horen (het begrijpen van relatieve grootte, het herkennen van patronen in data) in vrijwel elke tak van wetenschap en techniek voorkomen. Zo komen patronen voor in taal, muziek, video, verkeer, gebouwen, kunst en natuur. Het concept 'vorm en ruimte' keert terug in de vormen die overal gezien kunnen worden in: huizen, bruggen, zeesterren, sneeuwvlokken, plattegronden, kristallen, schelpen, planten en het heelal.

Bij het wiskundige concept 'veranderingen en relaties' kan worden gewezen op het feit dat ieder natuurlijk verschijnsel in feite een manifestatie is van verandering en dat in de wereld om ons heen talloze voorbeelden van relaties tussen verschijnselen zijn waar te nemen. Zo worden organismen groter, is er voortdurende verandering te zien in de seizoenen, het getijde, of het weer, en zit er ontwikkeling in de snelheid van computers, de luchtverontreiniging en nog veel meer.

Tot slot is het van belang om te benadrukken dat ook het wiskundige begrip 'onzekerheid' in feite binnen alle wetenschappelijke en technische disciplines terugkeert. Zo is wetenschappelijke en technische kennis altijd het product van een proces waarin onzekerheid niet is uit te bannen. En dat blijkt: bruggen storten in, het weer is vaak anders dan verwacht, de luchtverontreiniging erger dan voorspeld, en er vinden soms onterechte veroordelingen plaats op basis van onzekere data.

De hierboven gegeven illustratie maakt niet alleen duidelijk dat het belangrijk is om bij het onderwijs in wetenschappelijke en technische concepten de dwarsverbanden tussen concepten te benadrukken, maar ook om bij het invullen van de scholing van leraren de relevantie van het geleerde als uitgangspunt te nemen.

Omdat veel leraren (en hun leerlingen) niet vertrouwd zijn met technische en natuurwetenschappelijke concepten, moeten wij deze kloof overbruggen door abstracte concepten te verbinden met herkenbare relevante contexten. Deze relevantie kan liggen in de persoonlijke sfeer, de directe dagelijkse praktijk of de omgeving 'dicht bij huis', de maatschappij, of in verdere studie. Door het gebruiken van herkenbare contexten, kan ook duidelijk gemaakt worden dat een zelfde concept in verschillende contexten een rol kan spelen (Waarlo, 2007). Door deze verbanden en betekenisveranderingen expliciet duidelijk te maken, kan de transfer van conceptuele kennis worden vergroot en kan vakoverschrijdende kennis binnen het brede domein van wetenschap en techniek ontstaan.

Wetenschappelijke procesvaardigheden

Op het gebied van knowledge about science of wetenschappelijke procesvaardigheden staat de (natuur)wetenschappelijke methode centraal. Aspecten die hierbij een rol spelen zijn het stellen van de juiste vraag (een uit nieuwsgierigheid geboren 'scientific question'), het onderbouwen van een dergelijke vraag, het vinden van relevante gegevens, bedenken en uitvoeren van experimenten, metingen verrichten, inclusief een goed idee van de onzekerheid in de data, en een kritische waardering van de resultaten. Daarbij spelen hypothesen, logisch redeneren en kritisch reflecteren een essentiële rol. Concreet verstaan we, ontleend aan Harlen (1999), onder dergelijke wetenschappelijke procesvaardigheden:

- **Observeren:** een fundamentele vaardigheid waarbij mensen informatie selecteren door gebruik te maken van alle zintuigen;
- **Ruimte-tijd relaties leggen:** leren beoordelen hoeveel tijd een gebeurtenis in beslag neemt en welk volume een object of gebied in beslag neemt;
- **Classificeren:** het herkennen, sorteren en rangschikken naar gelijkheid of verschil;
- **Hypothesevorming:** op basis van consistente, algemene informatie uit observaties en andere gegevens de aannames expliciteren die een bepaalde gebeurtenis of observatie zouden kunnen verklaren;
- **Voorspellen:** het vooruit formuleren van de resultaten van een onderzoek gegeven de hypothesen;
- **Experimenteren:** het testen van hypothesen door praktisch onderzoek op een zorgvuldige en gecontroleerde manier uit te voeren;
- **Manipuleren en controleren:** systematisch condities aanbrengen en nagaan of deze het beoogde effect opleveren;
- **Metten:** het vaststellen van afmetingen, tijd, gebieden, snelheid, gewicht, temperaturen en volume, en dergelijke ;
- **Analyseren:** het onderscheiden van betekenisvolle informatie (systematiek) tegenover ruis en onbeduidende artefacten;
- **Concluderen:** gevolgtrekkingen maken op grond van alle observaties en verzamelde gegevens om daarmee de hypothesen te confronteren;
- **Interpreteren:** verzamelde informatie begrijpen en conclusies in verband brengen met andere gegevens en ideeën;
- **Communiceren:** het in staat zijn om op een krachtige manier te representeren wat er is geobserveerd of ontdekt met gebruikmaking van verschillende media;

Technische procesvaardigheden

Bij technische procesvaardigheden denken we aan het praktisch redeneren (in aanvulling op het theoretisch redeneren dat bij de wetenschappelijke vaardigheden speelt). Dit omvat het kunnen beredeneren van doel-middel relaties en van relaties tussen de functies van een artefact en zijn fysieke realisering of structuur. Deze redeneervormen maken deel uit van de technische procesvaardigheid van het ontwerpen, waarbij ook de vaardigheid van het visualiseren een belangrijke rol speelt. Net als bij wetenschappelijke vaardigheden is een technische vaardigheid het kunnen modelleren van de werkelijkheid, waarbij in de techniek ook vaak met fysieke modellen gewerkt wordt.

Kennis over en vaardigheid in bovengenoemde methoden zullen, verweven met de kennis van relevante concepten, als geheel in de professionalisering van leraren basisonderwijs moeten worden opgenomen.

In aansluiting hierop is het relevant om aandacht te besteden aan de filosofie van wetenschap en techniek. Aspecten die van belang zijn bij wetenschapsfilosofie zijn: (a) het besef dat de verschillende wetenschappen een soort 'bril' zijn waardoor we naar de werkelijkheid kijken en (b) het besef dat er daarom verschillende wetenschappen zijn, zoals de menswetenschappen, de cultuurwetenschappen, en de natuurwetenschappen, die methodisch in diverse opzichten van elkaar verschillen. In de techniekfilosofie gaat het vooral om de conceptualisering van wat artefacten zijn, wat technische functies zijn (bijvoorbeeld in contrast met biologische functies) en om begrip van de normatieve component in technische kennis (prescriptieve kennis, kennis van functies) (De Vries, 2005). Ook de wisselwerking tussen technologische en maatschappelijke ontwikkelingen is hier een belangrijk thema.

2. Attitude ten opzichte van Wetenschap en Techniek

In de wetenschappelijke literatuur wordt het begrip attitude gezien als een interne, persoonlijke, psychologische neiging om een bepaald construct of object positief of negatief te evalueren (Eagly & Chaiken, 1993). Deze persoonlijke neiging kan kortere of langere tijd aanhouden en kan bestaan uit cognitieve, affectieve en/of gedragsmatige componenten. De cognitieve component van het begrip attitude bestaat uit gedachten of opvattingen over een bepaald construct. De affectieve component bestaat uit gevoelens en stemmingen en de gedragsmatige component bestaat uit daadwerkelijk gedrag of de intentie om iets te gaan doen of te vermijden ten aanzien van het object van attitude. Een voorbeeld: Wie een positieve attitude heeft ten opzichte van leren kan ervan overtuigd zijn dat studeren belangrijk is voor zijn toekomst, maar hij of zij kan ook gewoonweg veel plezier beleven aan het studeren en zich en/of kan daadwerkelijk hard studeren of van plan zijn een studie te gaan volgen.

Binnen de sociale psychologie wordt attitude van oudsher gezien als één van de belangrijkste drijfveren bij tal van processen, gerelateerd aan motivatie en interesse. De afgelopen jaren is in aansluiting daarop ook binnen de literatuur op het gebied van wetenschapseducatie de aandacht voor het begrip attitude sterk toegenomen. Belangrijk daarbij is echter dat onderscheid gemaakt wordt tussen een wetenschappelijke attitude (*science attitude*) en een attitude ten opzichte van (natuur)wetenschap en techniek (*attitude towards science*) (zie Osborne, 2003).

Onder een wetenschappelijke attitude verstaan we een wetenschappelijke houding die zich manifesteert in kenmerken van wetenschappelijk denken, zoals nieuwsgierigheid, creativiteit, volharding, kritische reflectie, en dergelijke. Deze wetenschappelijke houding wordt beschreven in de eerste paragraaf (beoogde kennis en vaardigheden) en de derde paragraaf (onderzoekend leren) van dit hoofdstuk.

Onder een attitude ten opzichte van wetenschap en techniek wordt echter een andere set van gedachten, waarden, gevoelens en gedragingen verstaan, die bijvoorbeeld ingaat op de eigen gedachten over het moeilijkheidsniveau van natuurwetenschappen en techniek, de waarde die wordt toegekend aan het belang van wetenschap en techniek voor de samenleving, gevoelens van eigen plezier of interesse in wetenschap en techniek en voornemens om meer te gaan leren over natuurwetenschap en techniek.

Veel internationaal onderzoek laat zien dat leraren in het basisonderwijs niet alleen vaak weinig wetenschappelijke en technologische kennis hebben, maar ook een vrij negatieve attitude ten opzichte van vooral de natuurwetenschappen en techniek (e.g., Palmer, 2004). Zij vinden dergelijke vakken niet leuk en schatten hun eigen bekwaamheid om les te geven op dit gebied laag in, iets wat vaak samenhangt met vroegere negatieve ervaringen (uit hun eigen lagere of middelbare schooltijd). Het ontbreekt hen, kortom, aan zelfvertrouwen en een positieve attitude. Hierdoor besteden zij in de les minder tijd aan natuurwetenschap en techniek en kunnen zij de kennis, vaardigheden en attitude van leerlingen op dit gebied slecht stimuleren. Dat is jammer. Het is dan ook belangrijk om de eigenwaarde, interesse en het enthousiasme van leraren te stimuleren en te ondersteunen. Onderzoek wijst uit (e.g., Jarvis, 2004; Palmer, 2004) dat dit niet alleen een positief effect heeft op de leraren zelf, maar ook op hun leerlingen. Hun kennisniveau en hun attitudes ten opzichte van natuurwetenschap en techniek verbeteren.

Naast een samenhangend aanbod van kennis en vaardigheden op het gebied van natuurwetenschap en techniek en onderzoekend en ontwerpand leren is het daarom van belang om als achterliggende, overkoepelende component in de professionalisering van leraren expliciet aandacht te besteden aan verschillende aspecten die samenhangen met een bepaalde attitude ten opzichte van wetenschap en techniek.

Van belang is dat (aspirant) leraren zich bewust worden van hun eigen gedachten, waarden, gevoelens en gedragingen op het gebied van wetenschap en techniek. Dit kan door in de nascholing van leraren expliciet aandacht te besteden aan dit bewustmakingsproces middels:

- Discussie (over bijvoorbeeld de reikwijdte en het historisch belang van wetenschap en techniek in de samenleving)
- Reflectie (op bijvoorbeeld de eigen lagere en middelbare schoolgeschiedenis in natuurwetenschap en techniek en eerdere neigingen om onderwijs op dit gebied te vermijden)
- Trainingen (waarbij nieuwe positieve ervaringen met natuurwetenschap en techniek en het stimuleren van kinderen op dit gebied kunnen leiden tot attitudeveranderingen)
- Lezingen (waarin bijvoorbeeld aandacht wordt besteed aan genderproblematiek, het stereotype imago van wetenschap en techniek en aan het gebrek aan positieve rolmodellen in de natuurwetenschappen en techniek voor meisjes)

3. Pedagogisch-didactische vaardigheden, met name op het gebied van onderzoekend en ontwerpend leren

Wetenschaps- en techniekeducatie heeft zijn wortels in Engeland in de Victoriaanse tijd (1850-1900), waarin de agrarische maatschappij plaats maakte voor een maatschappij gebaseerd op wetenschappelijke en technologische expertise. Deze nieuwe maatschappij kon alleen overeind blijven door mensen op te leiden in wetenschap en technologie. Er heerste echter onenigheid over de invulling van deze educatie en sindsdien zijn vorm en inhoud regelmatig onderwerp van debat geweest.

In de Victoriaanse tijd was men van mening dat (natuur)wetenschappelijke educatie een onderdeel zou moeten zijn van het onderwijs op de basisschool. De vorm die het aan zou moeten nemen was die van 'de wetenschap van de normale dingen.' Het basisonderwijs richtte zich voornamelijk op observatie van de natuur: plantkunde, dierkunde, fysiologie, etc. Dit perspectief richtte zich vooral op het creëren van kennis en begrip van fundamentele natuurwetenschappelijke principes.

Na 1900 ontstond een andere kijk op wetenschapseducatie. Met name Thomas Huxley (1918, in: Osborne & Hennessy, 2003) zag wetenschapseducatie vooral als een middel voor intellectuele ontwikkeling. Voor Huxley was niet zozeer de inhoud van de wetenschapseducatie van belang, als wel de unieke mogelijkheid die wetenschap bood om het verstand te trainen. Het wetenschappelijke proces was daarbij belangrijker dan de inhoud.

Dergelijke discussies - tussen het belang van het aanleren van natuurwetenschappelijke inhoud en het aanleren van een wetenschappelijk denkproces - bestaan tot op de dag van vandaag. In veel gevallen gaat wetenschaps- en techniekeducatie nog steeds voornamelijk om het aanleren van een zogenaamde scientific literacy, door het overdragen van feitenkennis. Kennis wordt daarbij gezien als product en de aanname is dat dergelijke kennis leidt tot meer interesse in en meer adoptie van natuurwetenschap en technologie. Onderzoek heeft echter uitgewezen dat het overdragen van natuurwetenschappelijke of technologische kennis alleen onvoldoende is om een bredere kennis van en meer draagvlak voor natuurwetenschap en techniek te creëren. De laatste paar jaar zien we dan ook internationaal een hernieuwd pleidooi voor wetenschap- en techniekeducatie die naast aandacht voor natuurwetenschappelijke en technologische concepten vooral stoelt op onderzoekend leren (inquiry based learning). Daarbij gaat men ervan uit dat geleerd wordt door te exploreren, vragen te stellen en zelf ontdekkingen te doen om zo tot een beter en dieper begrip van bepaalde concepten te komen. Een dergelijke vorm van leren gaat uit van een sociaalconstructivistische opvatting van leren, waarbij kennis wordt gezien als construct (in plaats van product). Studenten doen zelf ervaringen op waarbij context en maatschappelijke relevantie van belang zijn en waardoor zij een wetenschappelijke houding ontwikkelen.

Opgemerkt dient te worden dat onderzoekend leren vaak als toverwoord fungeert. Regelmatig rekent men allerlei projecten in de sfeer van 'hands-on science' onder onderzoekend leren, maar zoals sommige auteurs recent hebben laten zien, is deze kwalificering niet helemaal terecht (e.g., van Graft & Kemmers, 2005; Rudolph, 2005). Kinderen worden in de meeste 'hands-on science' projecten vooral uitgedaagd om samen een constructie te bouwen (Schimmel et al., 2002; Weerden et al., 2003). En hoewel dergelijke projecten een aantal belangrijke doelstellingen voor wetenschaps- en techniekeducatie kunnen bewerkstelligen (zoals samenwerken, verantwoordelijkheidsgevoel, reflectie, observatie, voorspellingen doen, generaliseren), gaan zij voorbij aan het feit dat wetenschap in feite meer over de constructie van ideeën gaat dan over de constructie van objecten of machines (Rudolph, 2005).

Om daadwerkelijk onderzoekend leren te implementeren is het daarom van belang om naast 'hands-on' ook 'minds-on' science activiteiten aan te bieden. Bovendien is het belangrijk om onderzoekend leren te onderscheiden van leren onderzoeken (van Graft & Kemmers, 2005). Onder het laatste verstaat men dat leerlingen (kinderen en volwassenen) leren onderzoek te doen en kennis en vaardigheden opdoen over de wetenschappelijke methode (zoals beschreven in de eerste paragraaf van dit hoofdstuk). Bij onderzoekend leren maken leerlingen echter gebruik van een onderzoeksproces om iets te leren over iets anders. Bij onderzoekend leren is onderzoek doen dus een middel; bij leren onderzoeken is onderzoek doen een doel.

Voor het gebied natuurwetenschap en techniek speelt naast onderzoekend leren het ontwerpend leren een rol. Ook dat gaat verder dan de hierboven genoemde constructie van een object of machine. Door in meer of mindere mate systematisch na te denken over hoe de omgeving aangepast zou kunnen worden aan behoeften en wensen, leren kinderen om niet alleen na te denken over de bestaande werkelijkheid, maar ook over mogelijke andere werkelijkheden. Dit is, naast de onderzoekende methode, een manier om creativiteit bij kinderen te stimuleren. Net als bij onderzoekend leren is ontwerpend leren een kwestie van 'hands-on' en 'minds-on'. Door bij het ontwerpen gebruik te maken van concepten, leren kinderen tevens deze concepten beter kennen en toepassen.

Om al deze zaken te kunnen toepassen, moet de beroepskwaliteit van leraren op het terrein van wetenschap en techniek langs twee lijnen versterkt worden. De eerste lijn is die van het versterken van het generieke niveau van leraren, door hen meer thuis te laten raken in de wereld van onderzoek doen. In feite komt dit er op neer dat er in de opleiding - bij alle disciplines - meer aandacht wordt besteed aan het begrijpen van wetenschappelijk onderzoek, het doen van praktijkgericht onderzoek op eigen niveau en het begeleiden van onderzoek van leerlingen.

De tweede lijn is die van het versterken van de specifieke competenties van leraren op het terrein van het begeleiden van onderzoek en ontwerp van leerlingen (binnen het domein van natuurwetenschap en techniek). 'Onderzoek door leerlingen' is hier bedoeld als onderzoekend leren én lerend onderzoeken. Voor leraren betekent dit het arrangeren van een uitdagende leeromgeving en de nieuwsgierige vragen van leerlingen - die door deze omgeving worden opgeroepen - , dusdanig te begeleiden dat deze nieuwsgierigheid op een methodisch verantwoorde wijze wordt bevredigd.

De beste manier om leraren dit te leren is 'learning by doing'. Op die wijze leren ze zelf ervaren wat de empirische en de regulatieve cyclus bij het produceren en toepassen van kennis feitelijk betekent en hoe daarin geopereerd kan worden. Bovendien leren zij daarmee een wetenschappelijke houding aan te nemen waarin nieuwsgierigheid, volharding, bewondering voor originaliteit, creativiteit, het nemen van verantwoordelijkheid, het uiten van (zelf) kritiek en een onafhankelijke opstelling in het denken een belangrijke rol spelen.

Wanneer leraren zich op een dergelijke manier ontwikkeld hebben, kunnen zij vervolgens de competenties vergaren om kinderen op een onderzoekende wijze

(natuur)wetenschappelijke en technische procesvaardigheden, concepten en attitudes bij te brengen. Dit kunnen zij bijvoorbeeld doen door hen bewust te leren kijken, luisteren, aanraken, proeven en ruiken (observatie), door hen aan te moedigen nog meer vragen te stellen dan ze al doen, door hen bewust te laten voorstellen wat er gaat gebeuren, door het verzamelen en gebruiken van gegevens (van steentjes, stokjes, of torretjes tot getallen, tabellen en diagrammen), door kinderen te stimuleren om creatief nieuwe toepassingen te zoeken of te maken voor bepaalde constructen, door hen in eigen woorden te laten vertellen of opschrijven wat hun ervaringen en ideeën zijn en door hen te laten kijken naar patronen in de observaties en metingen (Murphy, 2003).

Voor het welslagen van bovengenoemde ontwikkeling is het belangrijk dat in de professionalisering van leraren tevens ruim aandacht wordt besteed aan reflectie. Daaronder valt zowel persoonlijke reflectie (wie ben ik, wat kan ik op het gebied van wetenschap en techniek en wat wil ik daarin bereiken) als reflectie op het doorlopen leerproces (wat heb ik geleerd, hoe heb ik dat geleerd, hoe kan ik dit toepassen in mijn lessituatie.) Beide manieren van reflecteren hebben als belangrijk gemeenschappelijk doel de empowerment van de (aspirant)leraren. Naast een vergroting van het zelfvertrouwen en de instrumentele professionaliteit op het gebied van wetenschap en techniek en onderzoekend leren, zal deze reflectie ook de kans vergroten dat deelnemers na afloop van de opleiding zelfgestuurd doorleren en collega's weten te stimuleren om dit ook te doen.

Conclusies en discussie

Hierboven hebben wij een eerste aanzet gegeven tot een inhoudelijke beschrijving van de kwaliteiten die (toekomstige) leraren zouden moeten hebben als het gaat om wetenschap en techniek. Samenvattend, stellen wij dat zij zouden moeten beschikken over zowel kennis over belangrijke concepten uit de natuurwetenschap en techniek als vaardigheden om die kennis te vergaren. Daarbij is het belangrijk dat zij dwarsverbanden tussen verschillende kennisconcepten kunnen zien en deze kunnen koppelen aan herkenbare, concrete praktijkvoorbeelden. Een positieve attitude ten opzichte van techniek is daarbij onontbeerlijk, want alleen een leraar met een positieve houding kan zijn of haar leerlingen inspireren. Deze attitude valt uiteen in cognitieve, emotionele, en gedragsmatige aspecten. Het belangrijkste didactische instrument om wetenschap en techniek op een inspirerende manier in de klas te brengen is in onze ogen onderzoekend en ontwerpend leren. Leraren moeten daarvoor eerst zélf thuis raken in de wereld van onderzoek doen. Vanuit hun eigen ervaringen kunnen zij kinderen beter begeleiden bij hun zoektocht naar het beantwoorden van nieuwsgierige vragen.

Hoewel wij onze theoretische uitgangspunten in drie aparte paragrafen besproken hebben, willen wij nadrukkelijk stellen dat wij deze drie pijlers voor de scholing van leraren op het gebied van wetenschap en techniek niet als losstaande elementen zien. Integendeel, zij hangen nauw met elkaar samen. Zo sluiten de principes van de derde component, onderzoekend leren (waarbij uitgegaan wordt van leren door te exploreren, vragen te stellen en zelf ontdekkingen te doen) nauw aan bij de inferentiële kennis en vaardigheden ten aanzien van het wetenschappelijk proces die onder de eerste component worden beschreven. De component attitude kan bij deze beide componenten gezien worden als noodzakelijk overkoepelend concept. Uitgaande van de gedachte dat iemands houding of attitude iemands acties, denken, gevoelens en keuzes bepaalt, zouden wij kunnen stellen dat het hebben van een positieve attitude ten aanzien van wetenschap en techniek net zo belangrijk is als bijvoorbeeld het hebben van een positieve attitude ten opzichte van lezen. Iemand kan immers technisch voldoende leren lezen, maar alleen als hij of zij daarbij ook een positieve attitude ten opzichte van lezen ontwikkelt, zal hij of zij uit zichzelf meer gaan lezen, meer voor het plezier gaan lezen en zichzelf doorlopend verder ontwikkelen.

De basis voor kwalitatief hoogstaand professionaliseringsaanbod op het gebied van natuurwetenschap en techniek wordt gelegd door alle drie bovengenoemde componenten (kennis en vaardigheden m.b.t. wetenschap en techniek, attitude en pedagogisch didactische vaardigheden) in het aanbod te verwerken en de samenhang tussen de elementen duidelijk naar voren te laten komen.

Tot slot willen wij benadrukken dat het versterken van de bekwaamheden van leraren op het terrein van wetenschap en techniek benut kan worden voor het

verhogen van het niveau van functioneren van leraren basisonderwijs in het algemeen. In de kern heeft het werken aan 'de leraar als onderzoeker' namelijk een veel bredere werking dan alleen het domein van wiskunde, natuurwetenschappen en techniek. Als leraren op een methodisch verantwoorde manier leren omgaan met hun eigen verwondering en die van kinderen, dan is dat ook van belang voor bijvoorbeeld de domeinen taal-lezen, rekenen en sociaal-emotionele ontwikkeling. Ook kan het een bijdrage leveren aan het herijken van bestaande opvattingen over leren en de ontwikkeling van kinderen. Met kinderen een proces doorlopen van waarnemen naar begripsvorming, van begripsvorming naar causale relaties tussen verschijnselen, van relaties naar het doen van voorspellingen en van het doen van voorspellingen naar het toetsen daarvan, kan leraren helpen bij het methodisch oplossen van praktijkproblemen en het zelf ontwikkelen van nieuwe beroepskennis. Daarmee kan werken aan wetenschap en techniek ook een meer algemeen en breder doel dienen: het verhogen van het algemeen professioneel niveau van het beroep van leraar.

Referenties

- Barab, S.A., & Luehmann, A.L. (2003). **Building a sustainable science curriculum: Acknowledging and accommodating local adaptation**. Science Education 87, 454-467.
- De Grip, A. en Smits, W. (red.) (2007). **Technotopics II**. Den Haag: Platform Beta Techniek.
- Eagly, A.H., & Chaiken, S. (1993). **The psychology of attitudes**. Belmont CA: Wadsworth/Thomson Learning.
- Graft, M., van & Kemmers, G. (2005). **Onderzoekend en ontwerpend leren in het basisonderwijs**. Universiteit van Amsterdam: Amstel Instituut.
- Harlen, W. (1999). **Effective teaching of science**. SCORE Publication 142, pp. 1-91.
- Jarvis, T. (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, 1787-1811.
- Murphy, C. (2003). **Literature review in primary science and ICT**. Graduate School of Education, Queens University Belfast. A Report for NESTA Futurelab, pp. 1-36.
- OECD/PISA (2006). **Assessing scientific, reading, and mathematical literacy: A framework for PISA 2006**.
- Osborne, J. (2003). **Attitudes towards science: a review of the literature and its implications**. International Journal of Science Education, 25, 1049-1079.
- Osborne, J., & Hennessy, S. (2003), **Literature review in science education and the role of ICT: Promise, problems and future directions**. King's College London and University of Cambridge. Report for NESTA Futurelab, 1-48.
- Palmer, D. (2004). **Situational interest and the attitudes towards science of primary teacher education students**. International Journal of Science Education, 26, 895-908.
- Rocard, M., et al. (2007). **Science education now: A renewed pedagogy for the future of Europe**. European Commission. Directorate-General for Research.
- Rudolph, J. L. (2005). **Inquiry, instrumentalism, and the public understanding of science**. Science Education, 89, 803-821.
- Schimmel, J.H., Thijssen, J.M.W., & Wagenaar, H.B. (2002). **Techniek voor de basisschool, een domeinbeschrijving als resultaat van een cultuurpedagogische discussie**. CITO-groep.
- Vries, M.J. de (2005), **Teaching about technology: An introduction to the philosophy of technology for non-philosophers**. Springer, Dordrecht.
- Waarlo, A.J. (2007). **Communicatie en educatie. Uitwisselbaar, complementair of synergetisch?** In J. Willems (Ed.), Basisboek wetenschapscommunicatie, pp 49-61. Amsterdam: Boom.
- Weerden, J. van, Thijssen, J., & Verhelst, N. (2003). **Toetsen techniek in het basisonderwijs, een onderzoek naar de predictieve validiteit van toetsen techniek in het basisonderwijs**. CITO-groep.

3. Primary Connections: vernieuwing van wetenschapsonderwijs op Australische basisscholen

Mark Hackling, Shelley Peers en Vaughan Prain

Deze bijdrage is een vertaling en bewerking (door Hanno van Keulen) van de keynote lezing van Mark Hackling op de ORD 2008 in Eindhoven. De basis hiervoor is een artikel dat hij, samen met Shelley Peers en Vaughan Prain, publiceerde in september 2007 in Teaching Science 53(3), pp. 12-16.

Primary Connections is de naam van het Australische programma voor de vernieuwing van wetenschapsonderwijs op de basisschool. Het is een voorbeeld van een groot, nationaal programma dat aantoont dat met steun van landelijke organisaties veel bereikt kan worden.

Er zijn wel verschillen met de Nederlandse context. Zo richt het programma zich alleen op wetenschapsonderwijs ('science') en niet op techniek. Verder is Primary Connections primair een uitgewerkte onderwijsmethode waarmee leraren basisonderwijs leren werken, terwijl in Nederland op dit moment vooral de ontwikkeling van de attitude en kennisbasis van leraren aandacht krijgt, zonder dat hierbij een specifieke onderwijsmethode centraal staat (HvK & JWvdM).

Samenvatting

Primary Connections is het Australische programma voor de vernieuwing van wetenschapsonderwijs op de basisschool. Het programma voorziet in de bij- en nascholing van (aspirant) leraren en in de ontwikkeling van goed en aantrekkelijk lesmateriaal. Zo worden dus de leraren geprofessionaliseerd én het materiaal waarmee zij werken. Het programma beoogt zo de leeropbrengsten op het gebied van wetenschap en wetenschappelijke geletterdheid te vergroten.

De nascholing van de leraren vindt plaats in kleine groepen in driedaagse workshops. Daarvoor zijn in heel Australië 300 trainers opgeleid. Ook pabodocenten zijn hierin opgeleid. Zij zorgen voor de verspreiding van de visie van Primary Connections op de pabo's.

Iedere lessenserie is opgebouwd volgens het stappenplan van het 5E model. De 5 E's staan voor: engage (betrekken), explore (verkennen), explain (verklaren), elaborate (uitwerken) en evaluate (evalueren). Kenmerkend is dat de leerlingen actief betrokken worden bij de lesstof, veel samenwerken en dat toetsing geïntegreerd is in het onderwijsmodel. Bij iedere stap hoort een toets, waarvan het doel uiteenloopt van in kaart brengen wat leerlingen voor voorkennis hebben tot eind-evaluatie. Tot slot ligt een sterke nadruk op het verbinden van wetenschap met taalontwikkeling. Het lesmateriaal wordt geschreven in vier niveau's van moeilijkheid, passend bij verschillende leerjaren.

In 2005 is met Primary Connections een pilot gedraaid op 56 scholen, waarbij 106 leraren betrokken waren en meer dan 3.000 leerlingen. Uit analyse van de onderzoeksgegevens blijkt dat de effecten van het programma groot zijn: het zelfvertrouwen van de leraren nam fors toe, net als de hoeveelheid tijd die zij aan (natuur)wetenschap besteedden (en dan met name hands-on activiteiten). De leerlingen (87%) reageerden (heel) positief op de activiteiten van Primary Connections. En tot slot zorgde het programma ervoor dat leraren en directies meer waarde en belang gingen hechten aan het vak wetenschap.

Primary Connections is een initiatief van de Australische Academy of Science en heeft de steun van alle sectoren en denominaties in het onderwijs, alle lokale en regionale overheden en de beroepsverenigingen van docenten op het gebied van de wetenschappen. Het programma wordt inmiddels geïmplementeerd in het hele basisonderwijs in Australië.

Inleiding

Australië heeft een wetenschappelijk geletterde gemeenschap nodig om zich te ontwikkelen tot een kenniseconomie die de zorgen over het milieu, waterbesparing, klimaatverandering en gezondheidsvraagstukken rond overgewicht en diabetes het hoofd kan bieden. De eerste stap op weg naar wetenschappelijke geletterdheid is een krachtig en effectief onderwijsprogramma dat al begint tijdens de eerste jaren van de basisschool; een onderwijsprogramma dat nieuwsgierigheid en creativiteit gestimuleert. Kwalitatief hoogstaand onderwijs in wetenschappen op de basisschool is dan ook een nationale prioriteit. Daarmee kunnen kinderen zich ontwikkelen tot burgers die wetenschappelijk geletterd zijn en een bijdrage kunnen leveren aan de oplossing van milieuvraagstukken en het sociale en economische welzijn van Australië (Peers, 2006).

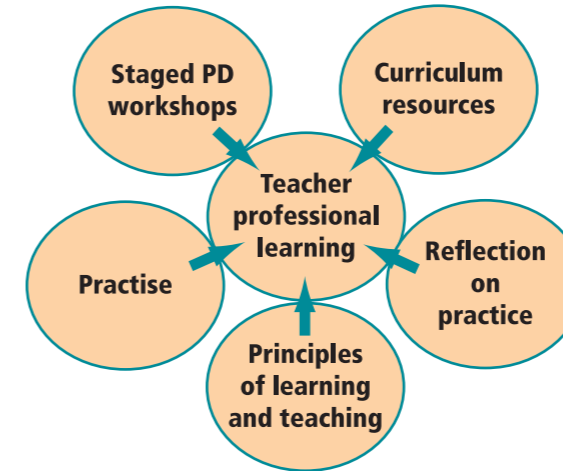
In Australië worden prestaties van leerlingen in de wetenschappen in kaart gebracht met nationale toetsen en vervolgens vergeleken met internationale standaarden. Recente analyse (MCEETYA, 2005) hiervan heeft vragen opgeroepen over het niveau van het basisonderwijs in Australië. Van alle leerlingen in groep 8 voldeed namelijk minder dan 60% aan de nationale Australische standaarden van 2003. Het TIMMS-onderzoek (Trends in International Mathematics and Science Study) gaf aan dat het niveau in Australië voor leerlingen in groep 6 stabiel was gebleven tussen 1994 en 2002 op een bovengemiddeld niveau, maar dat andere landen zoals Singapore, Hong Kong en Letland significant vooruit waren gegaan (Thompson & Fleming, 2004). Zeven landen deden het significant beter dan Australië (Singapore, Taiwan, Japan, Hong Kong, Engeland, Verenigde Staten en Letland), landen die - vanuit het perspectief van de kennisintensieve export - concurrenten zijn van Australië.

Hoewel overheden en ouders wetenschapsonderwijs belangrijk vinden (ASTEC, 1997), zijn veel scholen hiervoor nauwelijks toegerust: ze hebben onvoldoende budget en beschikken niet over coördinatoren (Hackling & Prain, 2005). Voor wetenschap wordt maar 2,7% van de schooltijd uitgetrokken (de op één na laagste hoeveelheid tijd van alle aandachtsgebieden) (Angus et al., 2004). Veel leraren missen zelfvertrouwen en vaardigheden voor wetenschapsonderwijs (Appleton, 1995; Palmer, 2001; Yates & Goodrum, 1990). Ze schatten hun geloof in eigen kunnen laag in (Riggs & Enochs, 1990). Het beperkte cursusaanbod op het gebied van wetenschap en wetenschap in het onderwijs in de Australische tegenhanger van de pabo geeft studenten ook maar weinig gelegenheid om 'pedagogical content knowledge' te ontwikkelen (Gess-Newsome, 1999). Een nationaal onderzoek (Goodrum, Hackling & Rennie, 2001) naar de stand van zaken en de kwaliteit van onderwijzen en leren van wetenschap wees uit dat dit in het basisonderwijs nogal fragmentarisch verloopt. Een van de mogelijke oplossingen zou zijn om leraren toegang te geven tot professionaliseringsprogramma's en curriculummaterialen van goede kwaliteit. Dat was het begin van Primary Connections (Peers, 2006).

Primary Connections

Primary Connections is een programma om leraren in het basisonderwijs te professionaliseren op het gebied van wetenschapsonderwijs. Dat gebeurt door middel van workshops én met speciaal ontwikkeld goed lesmateriaal (verschillende modules) waarmee leraren aan de slag kunnen. Het programma beoogt zo de leeropbrengsten op het gebied van wetenschap en wetenschappelijke geletterdheid te vergroten.

Zittende leraren kunnen deelnemen aan (driedaagse) workshops. Hier leren ze hoe ze wetenschap op een goede manier kunnen onderwijzen, maar ook op de invoering in de klas te reflecteren. Voor dit doel zijn 300 nascholers opgeleid, die workshops verzorgen op alle Australische basisscholen. Primary Connections heeft ook zijn weg gevonden naar de Australische equivalent van de pabo. In februari 2007 is een speciale training gegeven aan 64 wetenschapsdocenten van alle (36) Australische pabo's. Inmiddels zijn onderdelen van Primary Connections overal opgenomen in het pabo-curriculum. Zo kunnen aspirant leraren al in de opleiding kennis nemen van de benadering die Primary Connections voorstaat.



Figuur 1 Het professionaliseringsmodel van Primary Connections

Professionaliseringsmodel

De vorm en inhoud van Primary Connections is gebaseerd op een combinatie van een professionaliseringsmodel dat eerder succesvol bleek in het effectief ontwikkelen van leraren (Goodrum, Hackling & Trotter, 2003; Sheffield, 2004) en principes uit het Science in Schools project (Tytler, 2002).

Lesmodules

Primary Connections bestaat uit een verzameling lesmodules om leraren te helpen bij de praktische implementatie van wetenschapsonderwijs. Elke lessenserie bevat uitgebreide, toegankelijke achtergrondinformatie en een stappenplan voor de lessen, met een bijpassende toets voor elke fase. Bijlagen geven wetenschappelijke verklaringen, lijsten met te gebruiken materialen en instructies voor onderdelen, zoals het organiseren van groepswork en het maken van een eerlijke toets. Een website ondersteunt de leraren met beoordelingsschema's die gedownload en aangepast kunnen worden, links naar andere websites en bronnen met feiten en verhalende teksten.

De ontwikkeling van dit curriculummateriaal is gebaseerd op bestaande kaderdocumenten van de Australische deelstaten en de nationale 'scientific literacy progress map' (MCEETYA, 2005). Proefversies zijn uitgetoetst in meer dan 50 ontwikkelscholen in heel Australië. De ervaringen zijn gebruikt om de lessen te herzien, waarna ze gepubliceerd zijn en beschikbaar gesteld voor alle scholen. Herzieningen worden, indien nodig, doorgevoerd bij elke nieuwe druk. Mede door dit kwaliteitszorgproces heeft Primary Connections in 2006 de Australian Publishers Award for Excellence in Educational Publishing gewonnen (categorie primair onderwijs). De lessenseries van Primary Connections worden geschreven op vier niveaus (voor alle leerjaren). De beoogde leerresultaten corresponderen met de nationale wetenschappelijke geletterdheid voortgangkaart (MCEETYA, 2005). Deze worden afgezet tegen vier conceptuele leerlijnen uit het nationale kaderdocument met kerndoelen voor wetenschapsonderwijs (MCEETYA, 2006). Bijvoorbeeld: de lessenserie 'Planten in Actie' gaat over de levenscyclus van bloeiende planten. Dit is een module uit ontwikkelingsstadium 2, met leerdoelen op niveau 2 en 3, en is bedoeld voor leerlingen in hun vierde en vijfde schooljaar.

Didactische bouwstenen

De didactische bouwstenen van de lesmodules van Primary Connections zijn: het 5E-model, waarbij ook de toetsing is geïntegreerd in het onderwijsleerproces, onderzoekend leren, samenwerkend leren en op een innovatieve manier verbindingen leggen tussen wetenschap en taalvaardigheid.

• **Het 5E-model**

Het 5E-model (zie figuur 2) is een uitgebreide versie van het model van Bybee (1997). Het is onderzoeksgericht en constructivistisch: denkbeelden worden ontwikkeld uit ervaringen met wetenschappelijke verschijnselen, voorkennis, rijke gesprekken, feedback en uitleg van de leerkracht, en vanuit de representaties en bijstellingen van de zich ontwikkelende inzichten.

Fase	Focus
Engage (betrekken)	Betrek de leerlingen bij het onderwerp en roep bestaande voorkennis op. Het toetsen is vooral diagnostisch.
Explore (verkennen)	Zet de leerlingen aan het werk: bied 'hands-on' ervaringen aan. Het toetsen is vooral formatief.
Explain (verklaren)	Ontwikkel wetenschappelijke verklaringen voor de ervaringen en representaties van het zich ontwikkelende inzicht. Het toetsen is vooral formatief.
Elaborate (uitwerken)	Breid het inzicht uit naar nieuwe contexten of leg verbindingen met andere concepten via onderzoekjes die de de leerlingen uitvoeren. Het toetsen is summatief en gericht op de uitkomsten van de onderzoekjes.
Evaluate (evalueren)	Explicitier inzichten, reflecteer op leerervaringen en verzamel bewijsmateriaal over de resultaten en prestaties. Het toetsen is summatief en gericht op leeruitkomsten wat betreft begrip van concepten.

Figuur 2 Het Primary Connections 5E-model (Australian Academy of Science, 2005)

• **Geïntegreerde toetsing**

Primary Connections voorziet in diagnostische, formatieve en summatieve toetsing. Onderzoek heeft uitgewezen dat leerprestaties sterk worden beïnvloed door de voorkennis van de leerlingen, de aandacht van de leerkracht voor het leerproces en de formatieve feedback die de leraar daardoor kan geven (Black & William, 1998; Hattie, 2003). Door wisselwerking tussen leren en diagnostische en formatieve toetsing kunnen alternatieve denkbeelden van leerlingen aandacht krijgen en ontwikkeld worden in de richting van meer wetenschappelijk gefundeerde verklaringen.

• **Onderzoekend leren**

Om inzicht te krijgen in de aard van wetenschap (Lederman & Lederman, 2004), om wetenschappelijk bewijs te begrijpen (Gott & Duggan, 1996), en om

wetenschappelijk geletterd te worden is het nodig dat leerlingen betrokken worden in onderwijs dat een onderzoekende benadering heeft. Primary Connections bevat zowel leraar- als leerlinggeleide onderzoekjes, zodat leerlingen ervaring kunnen opdoen met wetenschappelijke procesvaardigheden.

• **Samenwerkend leren**

Primary Connections doet sociaal-constructivistische principes recht door gelegenheid te geven voor groepswork waarin overleg en onderhandelen zorgdragen voor het samen construeren van betekenis. Met groepsrollen en vaardigheden zoals ontwikkeld in het Primary Investigations Programm (Australian Academy of Science, 1994) wordt het samenwerken in groepjes ondersteund. Onderzoek heeft aangetoond dat samenwerkend leren een positief effect kan hebben op prestaties, denken van een hogere orde, de ontwikkeling van nieuwe ideeën en sociale en communicatieve vaardigheden (Johnson & Johnson, 1994).

• **Wetenschap verbinden met taalontwikkeling**

Primary Connections onderkent dat synergie bereikt kan worden tussen leren op het gebied van wetenschap en taalontwikkeling. Leerlingen hebben zowel wetenschappelijke als alledaagse geletterdheid nodig om aan de slag te kunnen gaan met wetenschap en wetenschappelijke inzichten te construeren, en om denkbeelden en informatie expliciet te maken en te communiceren (Gee, 2004; Lemke; 1998; Norris & Philips, 2003; Unsworth, 2001). Primary Connections geeft leerlingen gelegenheid zowel het wetenschappelijke als het talige in samenhang te ontwikkelen. Want de wetenschap verschaft in de klas een doel en context voor betekenisvolle talige activiteiten, waarin leerlingen wetenschappelijke teksten interpreteren en construeren.

De effecten van Primary Connections

Primary Connections werd in 2005 uitgeprobeerd op 56 basisscholen, door meer dan 3.000 leerlingen en 106 leraren. Zij hadden voorafgaand hieraan een vijfdaagse Summerschool-training gevolgd en drie workshops van een dag. In het eerste en derde kwartaal gaven de leraren les in een (kant en klare) module uit het Primary Connections aanbod; in het tweede kwartaal in een module die ze deels zelf ontwikkeld hadden. Onderzoeksgegevens werden verzameld via vragenlijsten voor leraar en leerlingen, door case studies en door analyse van het werk van de leerlingen.

• **Effect op leraren**

Zowel het zelfvertrouwen van leraren als hun PCK (Pedagogical Content Knowledge) namen toe. Ook besteedden zij meer tijd aan wetenschap en techniek.

Het zelfvertrouwen - wat betreft een negental strategieën voor onderwijs in wetenschap en wetenschappelijke geletterdheid - werd gemeten op een vijfpuntschaal. Gemiddeld nam het vertrouwen significant toe ($p < .05$), van 3.34/5 bij de start naar 4.04/5 aan het eind van het tweede kwartaal. Het geloof in eigen kunnen ('self efficacy') werd gemeten met een schaal van tien items gebaseerd op een instrument van Riggs en Enochs (1990). Dit nam significant ($p < .05$) toe van 35 tot 41, wat betekent dat leraren positiever aankeken tegen hun vermogen effectief te zijn in wetenschapsonderwijs. Ook belangrijk is dat het aantal leraren met laag tot gemiddeld zelfvertrouwen, die geneigd zijn dit onderwijs te vermijden, afnam van 22 tot 1 aan het eind van het tweede kwartaal. Leraren rapporteerden verder over de frequentie waarmee ze verschillende onderwijs- en leerstrategieën inzetten. De sterkste stijging betrof het ontwikkelen van taalvaardigheden nodig voor het leren van wetenschap. Dit suggereert dat leraren het belang van deze vaardigheden onderkennen en over de mogelijkheden en het vertrouwen beschikken om hierin onderwijs te geven. Verder nam het gebruik van formatieve toetsen sterk toe, als gevolg van de ondersteuning geboden in de 'Engage' lessen (zie ook Figuur 2). Ook kwamen 'hands-on' activiteiten meer voor.

Na het eerste kwartaal gaven de leraren aan dat hun wetenschapsonderwijs verbeterd was door toegenomen hands-on praktisch werk, door het doen van onderzoekjes, door één onderwerp centraal te stellen gedurende een heel kwartaal, door de '5E'-structuur, door meer tijd aan wetenschap te besteden, door

toegenomen vertrouwen, en door de betere volgorde en overgangen van de lessen.

De onderstaande citaten uit interviews met leraren uit de pilot geven een goed beeld van het effect van Primary Connections op vertrouwen en 'pedagogical content knowledge'.

... om te beginnen: ik geef les in wetenschap, en dat is opmerkelijk. Nog verbazender is dat ik me bewust ben van het belang van wetenschap en van goed wetenschapsonderwijs voor kinderen. En voor mij is de bonus dat ik het leuk vind om wetenschapsonderwijs te geven (Leraar 46).

Ik leid de lessen nu veel beter in, in plaats van zomaar te beginnen. De opbouw met een volgorde in de tijd zorgt er voor dat de ervaringen betekenisvoller worden (Leraar 27).

Ik heb een boek nodig om aan te geven hoe dit programma mij heeft geholpen met wetenschapsonderwijs. Beter georganiseerd; leerresultaten en indicatoren zijn explicieter; vertrouwen in de experimenten; zie het doel; het grotere plaatje is veel duidelijker, kan met meer vertrouwen over wetenschap praten; kinderen zijn enthousiast, enzovoort (Leraar 15).

Aan het eind van het tweede kwartaal werd leraren opnieuw de vraag gesteld 'Is je wetenschapsonderwijs verbeterd als gevolg van deelname aan Primary Connections?'. Hierop antwoordden 96 van de 97 leraren met 'ja'. Op de vraag hoe hun onderwijs verbeterd was gaven leraren aan dat het ging om kennis, zelfvertrouwen en praktijk. Bijna een derde gaf aan meer zelfvertrouwen te hebben, wat correspondeert met andere aanwijzingen over vertrouwen en toegenomen geloof in eigen kunnen. Een vijfde gaf aan de concepten en processen van wetenschap beter te begrijpen, wat een aanwijzing is voor toegenomen pedagogical content knowledge (PCK). Dit laatste is een belangrijke doelstelling van het programma.

De betrokken leraren gingen als gevolg van de pilot fors meer tijd besteden aan wetenschap. Het onderwijs rukte op van de middag naar de ochtend, waar traditioneel de belangrijkste vakken gegeven worden. De tijdsbesteding was het grootst in kwartaal 1. Het percentage leraren dat minder dan 30 minuten per week aan wetenschap besteedde daalde van 27% naar 11%; de groep die meer dan een uur per week besteedde steeg van 31% naar 62%. De hoeveelheid tijd die leerlingen voor een taak krijgen ('Time on task') is een erkend essentiële variabele voor leren, want het staat in direct verband met de mogelijkheden om te leren. Het is duidelijk dat de leerlingen in de proefscholen van dit programma veel meer gelegenheid hadden om wetenschap te leren.

• Effect op leerlingen

Van alle leraren rapporteerde 87% dat hun leerlingen positief of zelfs heel positief reageerden op de activiteiten en benaderingen van Primary Connections. 76% van de leraren schatte in dat hun leerlingen meer leerden dan voorheen en 78% gaf aan dat de kwaliteit van het leren was verbeterd.

Om een maat voor de leerresultaten te ontwikkelen werden de logboeken van de leerlingen van drie klassen (groep 5) die de lessenserie 'Plants in Action' gedaan hadden, geanalyseerd. De resultaten van de leerlingen, gemaakt in de 'Engage' en 'Evaluate' fase, werden vergeleken met de niveaus uit de National Scientific Literacy Map (MCEETYA, 2005). Om deze analyse te verfijnen werden de prestatieniveaus verder onderverdeeld in de fases 'in ontwikkeling', 'versteving' en 'bereikt'. Hierbij werden expliciete criteria vastgesteld. Codering werd uitgevoerd door twee ervaren onderzoekers, wat een hoge betrouwbaarheid

garandeerde. De niveaus werden overgezet naar getallen om het berekenen van gemiddelden en dergelijke te vergemakkelijken. De gemiddelde score bleek na de lessenserie meer dan verdubbeld. Aan het eind was 78% van de leerlingen uit groep 5 wat betreft conceptueel begrip van de levenscyclus van planten op een niveau corresponderend met de nationale standaard voor leerlingen uit groep 6.

• Effect op scholen

Leraren en schooldirecteuren gaven aan dat door Primary Connections het belang van wetenschap en techniek op hun school was toegenomen.

Met behulp van vragenlijsten werd onderzocht hoe leraren de status van wetenschap in hun scholen zagen. Leraren werd gevraagd een rangorde te maken van wetenschap en negen andere domeinen. Het percentage leraren dat wetenschap in de top drie plaatste verdubbelde van 24% naar 50%, als gevolg van de pilot van Primary Connections in hun school. Schooldirecteuren gaven aan dat het belangrijkste effect van Primary Connections was dat wetenschap in hun scholen meer profiel had gekregen. En verder dat de hele school betrokken was bij het onderwijzen van wetenschap, dat dit onderwijs beter was geworden, en dat er meer tijd aan werd besteed.

Discussie en conclusies

De onderzoeksresultaten van de pilot van Primary Connections in 2005 tonen aan dat het programma een positief effect heeft op leraren, leerlingen en scholen. Het programma verbetert het (zelf)vertrouwen en de lespraktijk van leraren, het leren van de leerlingen en de status van wetenschap in de school. De combinatie van nascholing met ondersteuning in de vorm van onderwijsmateriaal leidt tot toegenomen pedagogical content knowledge in het domein van wetenschap bij leraren, die ook meer tijd besteden aan wetenschapsonderwijs. De verbeteringen van de praktijk en de toename in tijd vergroten de gelegenheid van leerlingen om wetenschap te leren, met een sterke toename van de leerresultaat als gevolg.

Verantwoording

Primary Connections is een initiatief van de Australische Academy of Science en heeft de steun van alle sectoren en denominaties in het onderwijs, alle lokale en regionale overheden en de beroepsverenigingen van docenten op het gebied van de wetenschappen. Het project en het verwante onderzoek is gefinancierd door het Australische Ministerie van Onderwijs en Wetenschap als een kwaliteitsinitiatief voor leraren in het Australian Government Quality Teacher Programme. Zie voor meer informatie: www.science.org.au/primaryconnections.

Referenties

- Angus, M. Olney, H., Ainley, J., Caldwell, B., Burke, G., Selleck, R., & Spinks, J. (2004). **The sufficiency of resources for Australian primary schools**. Canberra: DEST.
- Appleton, K. (1995). **Student teachers' confidence to teach science. Is more science knowledge necessary to improve self-confidence?** International Journal of Science Education, 17, 357-369.
- Australian Academy of Science. (1994). **Primary Investigations**. Canberra: Australian Academy of Science.
- Australian Academy of Science. (2005). **Primary Connections: Plants in Action**. Canberra: Australian Academy of Science.
- Australian Science, Technology and Engineering Council (ASTEC). (1997). **Foundations for Australia's future: Science and technology in primary schools**. Canberra: Australian Government Publishing Service.
- Black, P., & William, D. (1998). **Inside the black box: Raising standards through classroom assessment**. Phi Delta Kappan, 80(2), 139-148.

- Bybee, R. W. (1997). **Achieving scientific literacy: From purposes to practical action**. Portsmouth, NH: Heinemann.
- Gee, J. P. (2004). **Language in the science classroom: Academic social languages as the heart of school-based literacy**. In E. W. Saul (Ed.), *Crossing borders in literacy and science instruction: Perspectives in theory and practice* (pp. 13-32). Newark, DE: International Reading Association/National Science Teachers Association.
- Gess-Newsome, J. (1999). Pedagogical content knowledge: An introduction and orientation. In J. Gess-Newsome and N.G. Lederman [Eds.], **Examining pedagogical knowledge: The construct and its implication for science education**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- 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.
- Goodrum, D., Hackling, M. & Trotter, H. (2003). **Collaborative Australian Secondary Science Program: Pilot study**. Perth: Edith Cowan University.
- Gott, R., & Duggan, S. (1996). **Practical work: Its role in the understanding of evidence in science**. *International Journal of Science Education*, 18(7).
- Hackling, M. W., & Prain, V. (2005). **Primary connections: Stage 2 Trial: Research Report**. Canberra: Australian Academy of Science.
- Hattie, J. (2003). **Teachers make a difference: What is the research evidence?** Paper presented at the Australian Council for Educational Research Conference on Building Teacher Quality.
- Johnson, R. T., & Johnson, D. W. (1994). An overview of cooperative learning. In J. Thousand, A. Villa & A. Nevin (Eds.), **Creativity and cooperative learning**. Baltimore: Brookes Press.
- Lawrence, G. A., & Palmer, D. H. (2003). **Clever teacher, clever sciences: Preparing teachers for the challenge of teaching science, mathematics and technology in 21st Century Australia**. Canberra: DEST.
- Lederman, N. G., & Lederman, J. S. (2004). Nature of science and scientific inquiry. In G. Venville & V. Dawson (Eds.), **The art of science teaching in Australian schools**. Melbourne: Allen and Unwin.
- Lemke, J. (1998) Multiplying meaning: Visual and verbal semiotics in scientific text. In J. Martin & R. Veal (Eds.) **Reading science: Critical and functional perspectives on discourses of science**. London; Routledge.
- MCEETYA (2005). National Year 6 science assessment report: 2003. Melbourne: Curriculum Corporation.
- MCEETYA (2006). Statements of learning for science. Melbourne: Curriculum Corporation.
- Norris, S. P., and Phillips, L. M. (2003). **How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy**. *Science Education*, 87, 224-240.
- Palmer, D. H. (2001). **Factors contributing to attitude exchange amongst preservice elementary teachers**. *Science Education*, 86, 122-138.
- Peers, C. (S.) E., (2006). **Making a difference: Primary Connections Stage 3 Project Brief**. Canberra: Australian Academy of Science.
- Riggs, I. and Enochs, L. (1990). **Towards the development of an elementary teacher's science teaching efficacy belief instrument**. *Science Education*, 74, 625-637.
- Sheffield, R. (2004). **Facilitating teacher professional learning: Analysing the impact of an Australian professional learning model in secondary science**. Unpublished PhD thesis, Edith Cowan University, Perth, Western Australia.
- Thompson, S., & Fleming, N. (2004). **Examining the evidence: Science achievement in Australian schools in TIMSS 2002**. Camberwell, Victoria: Australian Council for Educational Research.
- Tytler, R. (2002). **School Innovation in Science (SIS): Focussing on teaching**. *Investigating*, 18(3), 8-11.
- Unsworth, L. (2001). **Teaching Multiliteracies across the Curriculum: Changing contexts of text and image in classroom practice**. Buckingham, UK: Open University Press.
- Yates, S. & Goodrum, D. (1990). **How confident are primary school teachers in teaching science?** *Research in Science Education*, 20, 300-305.

Deel II - Leraar, basisschool en pabo



4. Het gebruik van verschillende lesmethoden voor wetenschap en techniek op de basisschool en hun leereffecten

Theo van Batenburg en Arnold IJdens

Samenvatting

Momenteel kiezen te weinig mensen voor een opleiding en carrière in de bètatechniek. Het is daarom belangrijk dat basisscholen de belangstelling van kinderen hiervoor wekken door in het onderwijs structureel aandacht te besteden aan wetenschap en techniek. De kerndoelen basisonderwijs “Natuur en Techniek” zijn de uitgangspunten bij de ontwikkeling van dit onderwijs. De overheid heeft verschillende campagnes gelanceerd om beter en aantrekkelijker onderwijs in wetenschap en techniek te stimuleren, waaronder het Programma VTB dat 2500 basisscholen ondersteunt bij de verankering van wetenschap en techniek in het curriculum. Vanaf 2010 moeten deze VTB-scholen goed onderwijs in wetenschap en techniek bieden. Daarnaast moeten vanaf 2009 ook alle andere basisscholen aandacht besteden aan wetenschap en techniek.

Voor het onderwijs in (wetenschap en) techniek zijn inmiddels verschillende lesmethoden uitgebracht: traditionele en moderne - waarin natuur- en techniek-onderwerpen al dan niet geïntegreerd worden aangeboden. In dit hoofdstuk wordt een aanzet gegeven tot een inhoudelijke vergelijking van de verschillende lesmethoden. Want hoe kies je als basisschool een methode? De onderzoeksvraag is dan ook welke differentiële leereffecten de verschillende techniekmethoden hebben. Ofwel: leren kinderen meer/minder als ze les krijgen met de ene methode of de andere?

De vijf onderzochte lesmethoden bieden allemaal leerstof binnen de hoofdthema's van wetenschap en techniek. Alle methoden gaan uit van de kerndoelen, verschillen zijn er in de hoeveelheid leerstof en de ordening ervan. De didactische verschillen tussen methoden hebben betrekking op het onderscheid tussen directe instructie en instructie gericht op het zelfstandig leren van leerlingen in een realistische context. Alle methoden bieden de mogelijkheid tot differentiatie.

Via een aselechte steekproef onder 300 basisscholen uit de populatie van Nederlandse basisscholen is onderzocht hoeveel van hen in 2007 techniekonderwijs gaven. De respons bedroeg met 155 basisscholen 52%. Daarvan boden slechts 57 scholen (37%) techniekonderwijs aan. Vele daarvan bleken niet volgens een bepaalde methode te werken, maar met een verzameling van losse lessen (ook 37%). Echter: om (leer)effecten van een methode te kunnen vaststellen moet de techniekmethode conform de bedoelingen van de methode-ontwikkelaars geïmplementeerd zijn. Dit blijkt op veel basisscholen onvoldoende het geval. De meeste scholen boden zelfs helemaal geen techniekonderwijs aan. Hierdoor is de onderzoeksvraag veranderd in: leren kinderen meer/minder als ze al dan niet les krijgen in techniek?

Om leereffecten van techniekonderwijs te kunnen onderzoeken is vervolgens een techniektoets op basis van de kerndoelen ontwikkeld, die is afgenomen bij 206 leerlingen uit groep 8. Van hen hadden 107 kinderen geen onderwijs gehad in techniek en 99 wel. Dit verschil was niet terug te zien in de prestaties van de leerlingen op de toets. Leerlingen die geen les hadden gekregen in techniek scoorden even goed/slecht als leerlingen die hierin wél les hadden gekregen. Uit de toets bleek wel dat intelligente kinderen en jongens beter scoren. De onderzoekers concluderen dat anno 2007 van techniekonderwijs en daardoor ook van techniekmethoden geen leereffect wordt aangetoond. Gezien deze resultaten is het twijfelachtig of de verschillende beleidsdoelstellingen gerealiseerd kunnen worden, ze lijken veel te ambitieus. Dat betekent volgens de onderzoekers niet rechtstreeks dat techniekonderwijs geen functie heeft binnen het basisonderwijs. Naast kennisoverdracht heeft het techniekonderwijs immers ook de functie om leerlingen praktische vaardigheden bij te brengen en hun interesse voor techniek op te wekken.

Inleiding

Nederland heeft een groot en groeiend tekort aan goed opgeleide technici waar juist een toenemende maatschappelijke behoefte aan is. Daarom is het vak natuur en techniek sinds 1998 in de kerndoelen van het basisonderwijs terug te vinden. Door leerlingen al op de basisschool met techniek in aanraking te brengen, wordt verwacht dat ze later vaker voor technische opleidingen zullen kiezen en zo het tekort verminderen.

Het aanbieden van techniek op jonge leeftijd sluit goed aan bij de ontwikkeling van kinderen omdat zij van nature gericht zijn op het ontdekken, onderzoeken, ontwerpen en maken van producten (American Association for the Advancement of Science, 1993; Schimmel, Thijssen, & Wagenaar, 2002). Dit bevordert de ontwikkeling van intelligentie (Bloom, 1985), motoriek (Kirkwood & Foster, 1999) en de attitude ten aanzien van techniek (Mammes, 2004). Het intensiveren van techniekonderwijs zorgt er bovendien voor dat de achterstand van meisjes op dit gebied kleiner wordt en dat hun interesse in technische onderwerpen wordt gestimuleerd (Mammes, 2004).

Op beleidsniveau is het belang van onderwijs in wetenschap en techniek onomstreden. Dat blijkt uit het feit dat het is opgenomen in de in 2006 herziene kerndoelen. Techniek (eigenlijk natuur en techniek) is onderdeel van het wettelijk verplichte leergebied 'oriëntatie op jezelf en de wereld' en kent twee kerndoelen (44 en 45). Kerndoel 44 is als volgt geformuleerd: "De leerlingen leren bij producten uit hun eigen omgeving relaties te leggen tussen de werking, de vorm en het materiaalgebruik". Dit betreft het bestuderen van producten uit de eigen leefwereld die behoren tot de gebieden constructies, transport, communicatie en productie. Leerlingen leren eenvoudige constructieprincipes, verbindingen, bewegings- en overbrengingsprincipes en energiebronnen. Kerndoel 45 luidt: "De leerlingen leren oplossingen voor technische problemen te ontwerpen, deze uit te voeren en te evalueren". Dit betreft het leren van strategieën voor het oplossen van technische problemen, deze toe te passen en te evalueren (Ministerie van Onderwijs, 2006).

Hoe vertaalt dit zich naar de onderwijspraktijk? De overheid heeft verschillende actieplannen opgesteld waarin wordt aangedrongen op de invoering van aantrekkelijker, gedifferentieerder én populairder bèta- en techniekonderwijs (Inspectie van het Onderwijs, 2005). In 2001 is het programma Verbreding Techniek Basisonderwijs (VTB) gestart, waarin scholen subsidie krijgen om wetenschap en techniek op een hoger plan te brengen en te verankeren in hun curriculum. Het programma loopt tot en met 2010. Dan moet er op 2500 VTB-basisscholen goed onderwijs in wetenschap en techniek worden gegeven. In 2007 hebben ruim 500 scholen de eindnorm gehaald. In 2008 was dit bijna verdubbeld tot 900. Dit betekent dat het leerstofaanbod, het onderwijsleerproces en de kwaliteitszorg voldoende zijn (Onderwijsinspectie, 2008, 2009). De realisering van de 2010-doelstelling is momenteel echter nog ver weg (zie ook hoofdstuk 1 van dit boek). Maar het blijft niet bij deze 2500 scholen alleen. Vanaf 2009 moeten alle scholen de kerndoelen Natuur en Techniek opnemen in hun onderwijsprogramma. Dat impliceert dat dan op alle basisscholen aandacht moet worden besteed aan elementen van wetenschap en techniek in de samenleving en in het dagelijkse leven (Boezeman & Van Stijn, 2004), echter zonder dat dit leidt tot een verplicht aantal lessen.

Naar aanleiding van een onderzoek onder 350 aselect getrokken basisscholen concludeert de Inspectie van het Onderwijs (2006) dat op de meeste scholen de randvoorwaarden om met wetenschaps- en techniekonderwijs te beginnen aanwezig zijn. Echter: in de lesprogramma's staan weinig verschillende activiteiten en de toetsen sluiten weinig aan op de leerdoelen. Wetenschap en techniek zijn momenteel blijkbaar nog niet verankerd in de schoolorganisatie en evenmin in het schoolwerkplan. Bovendien blijkt uit het onderzoek van de Inspectie van het Onderwijs dat het aantal uren dat aan techniek wordt besteed juist aan het afnemen is. Anderzijds blijkt daaruit eveneens dat het gebruik van een lesmethode voor techniek (en de tevredenheid hierover) is toegenomen. Verder is wetenschap en techniek vaker een onderwerp van overleg in teamvergaderingen en laat de verankering ervan in het beleid van scholen een opgaande lijn zien. Op basisscholen is meer aandacht voor wetenschap en techniek, maar onduidelijk is hoe techniekonderwijs in het primaire proces wordt vormgegeven. Het nascholingsprogramma VTB-Pro, dat in 2007 is ingezet, kan wellicht de aandacht doen vergroten voor wetenschap en techniek, maar dit moet nog worden afgewacht.

Lesmethoden

Scholen die techniekonderwijs aanbieden gebruiken meestal een speciale techniekmethode. Onder invloed van de kerndoelen en het VTB-programma is het aan-

tal methoden gestegen. Scholen kunnen inmiddels kiezen tussen methoden die natuur- en techniekonderwerpen geïntegreerd aanbieden en methoden die apart zijn ontwikkeld voor wetenschap en techniek. De verschillende methoden hebben weliswaar allemaal een eigen specifieke benaderingswijze, maar het belangrijkste onderscheid is dat tussen traditionele en moderne methoden. De traditionele techniekmethoden sluiten aan bij traditioneel onderwijs, dat zich kenmerkt door directe instructie, leerstofgericht onderwijs en een sterk sturende rol van de leraar. Hij/zij geeft groepsgewijze instructie met zorgvuldig gestructureerde lessen (Rosenshine & Stevens 1986). De moderne methoden zijn meer gericht op het aanbieden van de leerstof in een realistische context, waarbij het accent ligt op het zelfstandig leren. De leraar speelt in op de individuele capaciteiten en belangstelling van leerlingen, het actief werken aan de (re)constructie van kennis en het leren koppelen aan betekenisvolle contexten (Blok, Oostdam & Peetsma, 2006).

Voor scholen is het van belang om te weten welke inhoudelijke verschillen er zijn tussen methoden, maar ook of deze verschillen in de methoden tot verschillende leerprestaties leiden. De Inspectie van het Onderwijs (2006) laat zien dat scholen op zoek zijn naar een methode die zowel leraren als leerlingen aanspreekt. Voor leraren is het van belang dat de methode goed omschreven en makkelijk hanteerbaar is. Immers: niet iedere leraar is even deskundig op het gebied van wetenschap en techniek en niet iedere school beschikt over de juiste materialen. Ook zoeken scholen naar methoden die aansluiten bij adaptief onderwijs, waarbij het gaat om het doelbewust afstemmen van de onderwijsleersituatie op de verschillen tussen leerlingen uit dezelfde leergroep (Blok & Breetvelt, 2002). Voor leerlingen is het van belang dat zij werken met een methode die aansluit bij hun belevingswereld (zowel van jongens als van meisjes), zodat zij gemotiveerd worden om te leren. Een goede motivatie draagt immers bij aan de gewenste leerprestaties. Van Weerden, Thijssen & Verhelst (2003) tonen aan dat op een techniektoets, jongens beter presteren dan meisjes. Meisjes op VTB-scholen presteren beter dan meisjes op controlescholen, bij jongens is er geen verschil. Het VTB-programma werkt blijkbaar alleen goed bij meisjes.

Het is momenteel onduidelijk of en hoe intensief scholen techniekonderwijs verzorgen, van welke methode ze gebruik maken, hoe deze methode is geïmplementeerd en of het gebruik van verschillende techniekmethoden in het dagelijkse onderwijs leidt tot differentiële leereffecten? Deze vragen zijn de aanleiding tot dit onderzoek.

Onderzoeksvragen en onderzoeksoptzet

Scholen zijn kritisch over de invoering van nieuwe methoden: passen ze wel goed in hun onderwijs en worden de gewenste leerresultaten bij leerlingen bereikt? Leraren basisonderwijs zijn vaak onvoldoende geschoold om bepaalde vakdidactische vernieuwingen van een moderne methode uit te voeren (Harskamp, 1988). Vaak is geen informatie voor scholen beschikbaar om een verantwoorde keuze uit de verschillende methoden te maken. Ook krijgen leraren vaak weinig aanwijzingen over hoe ze de methode dienen te gebruiken (Van Batenburg, 1988). Daarom moet worden onderzocht welke inhoudelijke verschillen er zijn tussen techniekmethoden en hoe deze methoden worden gebruikt.

Tussen leraren zijn vaak grote verschillen in welke leerprestaties ze met hun leerlingen bereiken (Creemers en Hoeben, 1987). De leraarmerken en de implementatie mediëren het effect van verschillen tussen techniekmethoden op leerprestaties. In het onderzoek worden de leerling-, de implementatie- en leraarmerken ter controle opgenomen.

Uit het bovenstaande zijn vijf onderzoeksvragen afgeleid:

1. Hoeveel scholen bieden in het schooljaar 2007/2008 techniekonderwijs aan;
2. Welke techniekmethoden worden er gebruikt en wat is hun marktaandeel;
3. Wat zijn de verschillen en overeenkomsten in leerstof en didactiek tussen de techniekmethoden;

4. Hoe implementeren leraren techniekmethoden en onder welke verschillende condities worden techniekmethoden toegepast;
5. Zijn er differentiële leereffecten van techniekmethoden, wanneer rekening wordt gehouden met verschillen in leerling, implementatie en leraarmerken?

We zijn begonnen een selectie van de meest gebruikte methoden op inhoudelijk gronden met elkaar te vergelijken (onderzoeksvraag 3).

Vervolgens is een aselechte steekproef van 300 basisscholen getrokken uit de populatie van Nederlandse basisscholen. Deze scholen hebben een online vragenlijst ontvangen, waarin ze kunnen aangeven of ze al dan niet techniekonderwijs aanbieden (vraag 1). Het vervolg van de vragenlijst is hiervan afhankelijk.

Onderzocht is wat het marktaandeel van techniekmethoden is (vraag 2) en hoe techniekmethoden in het basisonderwijs worden geïmplementeerd, welke differentiatievormen daarbij worden toegepast en welke karakteristieken de leraren hebben (vraag 4).

Tot slot hebben we - in een exploratief onderzoek - een toets voor techniek ontwikkeld en afgenomen bij leerlingen uit groep 8 van 11 basisscholen in Noord-Nederland. Onderzocht is welke verschillen in leerprestaties er zijn tussen leerlingen die al dan niet techniekonderwijs hebben genoten. Hierbij is gecontroleerd op de intelligentie, de sekse, het sociaal milieu en de leeftijd (vraag 5).

Resultaten vergelijking techniekmethoden

We hebben vijf techniekmethoden op leerinhoud vergeleken. Vier methoden zijn geselecteerd op basis van hun marktaandeel: de methoden 'Leefwereld', 'Natuurlijk', 'Wijzer door de natuur' en 'In vogelvlucht' worden vaak gebruikt en zijn geschikt voor groep 5 t/m 8 (Inspectie van Onderwijs, 2006). De eerste drie methoden zijn voor het jaar 2000 uitgebracht en hebben een traditionele opzet. 'In vogelvlucht' is een modernere methode. Om een betere balans te krijgen tussen traditionele en moderne techniekmethoden is ook de methode 'Natuniek' geanalyseerd. Alle methoden bieden naast techniekonderwijs ook natuuronderwijs aan. De handleidingen zijn geanalyseerd om inhoudelijke overeenkomsten en verschillen in leerstof en didactiek op te sporen.

Leerstof

Eerst is onderzocht wat de hoofdthema's van techniek zijn. Schimmel e.a. (2002) zien techniek als een proces van ontwerpen, maken, gebruiken en analyseren; als een aspect van het menselijk handelen. Bij het ontwerpen en maken in het algemeen gaat het om het kiezen van geschikte materialen, hulpmiddelen, natuurkundige en technische principes (constructies, overbrengingen, besturingen en energieomzettingen) en het adequaat toepassen hiervan. Bij het ontwerpen en maken van producten komen randvoorwaarden aan de orde, zoals de functionaliteit voor de doelgroep, de prijs-kwaliteitverhouding, veiligheid en duurzaamheid. Bij het gebruiken en analyseren wordt steeds een voorliggend resultaat onderzocht door het kritisch te bevragen. Bij techniek gaat het om aspecten die te maken hebben met materialen en gereedschappen, technische inzichten en producten. In de kerndoelen uit 2006 worden de aspecten constructies, overbrengingen, besturingen en energieomzettingen nader beschreven. Deze hoofdthema's zijn in de methodevergelijking opgenomen en hieruit blijkt dat in alle methoden de hoofdthema's worden behandeld.

Daarnaast is onderzocht in welke mate er verschillen zijn tussen de methoden in onderwijstijd. Hieruit blijkt dat de methoden verschillen in de tijd die aan enige vorm van techniekonderwijs wordt besteed. Bij de methode 'Natuniek' is veruit de meeste lestijd voor techniek gereserveerd, maar de verschillen tussen de andere methoden zijn klein. Wel verschilt de ordening van de leerstof. Het aantal lessen in techniek is met uitzondering van de methode 'Natuniek' gering. Daardoor blijft het de vraag of de lesstof volledig dekkend is voor de kerndoelen.

Didactiek

De techniekmethoden laten vooral kenmerken van traditioneel onderwijs zien, met directe instructie. Soms wordt dit aangevuld met moderne onderwijsvormen waarin vaker zelfstandig wordt gewerkt. De methoden bevatten geen aanwijzingen over hoe de instructie kan worden gevarieerd, alleen de opbouw van de les wordt aangegeven. De leraren krijgen de vrijheid om de methode naar eigen inzichten in te vullen.

In adaptief onderwijs wordt de onderwijsleersituatie afgestemd op de verschillen tussen leerlingen in dezelfde leergroep (Blok & Breetvelt, 2002). Hiervoor zijn differentiatiemaatregelen in de klas nodig. Differentiatie heeft betrekking op de onderwijsmaatregelen die individualisering mogelijk maken (Nuy, 1981). Van een gedifferentieerde onderwijsmethode kan worden gesproken als de methode de benodigde leerstof en onderwijsorganisatie biedt zodat het onderwijs aansluit bij de verschillen tussen leerlingen ten aanzien van niveau, tempo of werkwijze (Van Batenburg, 1988). Van niveaudifferentiatie wordt gesproken wanneer de leerlingen in groepen van hetzelfde prestatieniveau worden ingedeeld en daarin de leerstof verwerken. Van tempodifferentiatie is sprake wanneer de leerling zelfstandig en in zijn eigen tempo de stof doorneemt, ongeacht de vorderingen van de rest van de leerlingen. Bij differentiatie naar interesse krijgen de leerlingen de gelegenheid om op grond van belangstelling een keuze uit de lesstof te maken.

In iedere handleiding zijn aanwijzingen opgenomen voor differentiatie naar niveau, tempo of interesse, maar de invulling ervan wordt geheel overgelaten aan de leraar. De leraar kan dus naar eigen inzicht bepalen of, hoe en in welke mate er gedifferentieerd wordt. De methoden verschillen marginaal in didactische aanpak: in 'Wijzer door de Natuur' en 'Natuniek' wordt de leerstof ingedeeld in basisstof, herhalingsstof en verdiepingsstof (BHV-model), de andere methoden bieden na de basisstof extra stof aan die verbredend of verdiepend kan zijn.

Alle methoden evalueren de basisstof door het afnemen van een toets met kennis, inzicht en toepassingsvragen. Voor de extra stof zijn niet bij elke methode toetsen beschikbaar. Enkele methoden bieden een norm om de resultaten mee te vergelijken, ook de wijze van registreren van de resultaten verschilt per methode.

Samenvattend kunnen we, in antwoord op de vraag naar de verschillen en overeenkomsten in leerstof en didactiek tussen de techniekmethoden, stellen dat uit de inhoudsanalyse blijkt dat er maar geringe inhoudelijke verschillen tussen methoden zijn. Zelfs de inhoudelijke verschillen tussen traditionele en moderne methoden zijn klein, het verschil zit in de enkele aanvullingen uit de modernere didactische hoek, zoals meer gelegenheid tot zelfstandig werken. Alle techniekmethoden bieden de mogelijkheid tot differentiatie en passende toetsen voor de (basis)stof.

Resultaten vragenlijst

De aselechte steekproef van 300 scholen is eerst telefonisch en daarna per email benaderd om de online vragenlijst in te vullen. De respons bedraagt 52%: 155 scholen hebben de online vragenlijst ingevuld.

Aantal scholen met techniekonderwijs

- van de 155 scholen gaven 98 scholen aan (nog) geen techniekonderwijs te geven (63%) en 57 scholen wel (37%).

Marktaandeel methoden

- Tabel 1 toont het methodegebruik onder de 57 scholen die techniekonderwijs geven. De scholen konden eventueel meerdere methoden aangeven.

N=57	Methode	%
1.	Een verzameling van losse lessen uit verschillende methoden	37
2.	De techniektorens	17
* 3.	Leefwereld	16
* 4.	Natuurlijk	14
* 5.	Wijzer door de natuur	12
6.	Maakt 't maar	12
* 7.	In vogelvlucht	9
8.	Ontdek kasteel	5
9.	Natuniek	4
10.	Toptechneut	2
11.	Sleutelen aan de kast	0
12.	Techniek biedt zoveel meer	0
* 13.	Anders	31

Tabel 1 Marktaandeel Toelichting: de categorieën met een * zijn ook in het inspectieonderzoek opgenomen.

Tabel 1 laat zien dat scholen vaak techniek geven met een verzameling van losse lessen. Deze uitkomsten zijn vergeleken met uitkomsten van de Inspectie van Onderwijs (2006). Uit het inspectieonderzoek blijkt dat de methode 'Leefwereld' het meest wordt gebruikt en in mindere mate de methoden 'Natuurlijk', 'Wijzer door de Natuur' en 'In vogelvlucht'. De methode 'De techniektorens' komt in het inspectieonderzoek niet voor. De gepresenteerde percentages van de overeenkomstige methoden (met * gemarkeerd) komen redelijk met elkaar overeen. De methoden bieden in principe per leerjaar (groep 5-8) leerstof voor een les per week.

Implementatie

We hebben leraren en directeurs gevraagd naar de wijze waarop zij techniekonderwijs vormgeven of hoe zij dit in de toekomst gaan doen. Daarvoor zijn twee online vragenlijsten geconstrueerd: één voor scholen die techniek aanbieden en één voor scholen die geen techniek aanbieden. De vragen uit de eerste lijst hebben

betrekking op de wijze van implementatie, de vorm van differentiatie en enkele leraarmerken. De vragen uit de tweede lijst hebben betrekking op het geven van techniek in de toekomst.

Uit de vragenlijsten blijkt dat de meeste scholen nog maar kort met een methode werken (91% korter dan 5 jaar) en weinig ervaring hebben met het geven van techniekonderwijs. Op 20% van de scholen wordt techniekonderwijs als apart vakgebied aangeboden. Meestal wordt het geïntegreerd aangeboden met natuuronderwijs (24%), handvaardigheid (12%) of wereldoriëntatie (27%). Van de scholen biedt 15% het techniekonderwijs aan door één of meerdere techniekprojecten te geven.

De methoden sluiten aan bij de belevingswereld van zowel jongens als meisjes. De handleidingen van de methoden bieden voldoende praktische aanwijzingen om materialen en leermiddelen te gebruiken in de klas, samenwerkend leren toe te passen en het geven van instructie en uitleg aan leerlingen. Dit vinden vrijwel alle respondenten belangrijk. Volgens de respondenten staan er in de handleidingen echter weinig praktische aanwijzingen om herhalingstaken/oefeningen aan zwakke leerlingen te geven, een foutanalyse te maken en de prestaties van leerlingen gedurende het schooljaar te controleren.

De meeste scholen behandelen maar een deel van de leerstof uit de methode, waarbij ze aangeven dat de kerndoelen hierbij niet het uitgangspunt zijn, dat is meestal de persoonlijke interesse van de leraar. Op jaarbasis wordt ongeveer 24 uur techniekonderwijs verzorgd in groep 8 (met een gemiddelde lesduur van 54,2 min.). Op basis hiervan schatten wij dat scholen ongeveer eens per twee weken een techniekles geven. De lestijd voor techniek varieert echter sterk tussen scholen. Van de technieklessen wordt 33% besteed aan producten (ontwerpen, maken, analyseren en evalueren), 18% aan materialen en hun eigenschappen, 19% aan hulpmiddelen zoals gereedschappen en computers en 30% aan natuurkundige of technische principes van constructies, overbrengingen, verbindingen, energie en energieomzettingen.

Conditie

1. Differentiatie

De mate van differentiatie is gemeten met een schaal van Reezigt e.a. (1986). Een hoge score op deze schaal betekent dat het onderwijs sterk klassikaal is terwijl een lage score staat voor meer adaptief onderwijs. Een voorbeeld van een item uit de differentiatie schaal is: "Elke leerling krijgt, afhankelijk van zijn/haar prestaties, moeilijker taken/ opdrachten." De uitkomsten geven aan dat leraren die techniekonderwijs geven, meestal weinig differentiemaatregelen toepassen.

2. Leraarkarakteristieken

De achtergrondkenmerken van leraren hebben betrekking op: hun functie binnen de school, sekse, leeftijd, werkervaring in het basisonderwijs, het opleidingsniveau en bijscholing of specialisatie voor techniekonderwijs. Op geen van deze achtergrondkenmerken van leraren zijn significante verschillen gevonden tussen scholen waar al dan niet techniekonderwijs wordt gegeven.

De attitudevragen zijn overgenomen van Meijnen (1982) en gaan over de mate waarin leraren de individuele interesse en differentiatie in bekwaamheden laten prevaleren boven systeemeisen en welk belang de leraren hechten aan orde of discipline in de klas met andere woorden: de mate waarin leraren leerling- of leerstofgericht zijn. Een voorbeelditem is: "Aansluiting van de leerstof bij de belangstelling van de leerlingen vind ik belangrijker dan voorbereiding op de eisen van het vervolgonderwijs." Ook op dit aspect is geen verschil gevonden tussen scholen waar al dan niet techniekonderwijs wordt gegeven.

Samenvattend: van de 155 ondervraagde basisscholen gaven 57 scholen (37%) aan techniekonderwijs te geven. De meeste scholen (ook 37%) gebruiken daarvoor losse lessen uit verschillende methoden. De meeste leraren behandelen maar een deel van de leerstof, waarbij de kerndoelen niet het uitgangspunt vormen. Gemiddeld geven ze in groep 8 op jaarbasis 24 uur techniekonderwijs. Daarbij differentiëren de leraren weinig. Tussen leraren die wel of geen techniekonderwijs geven zijn geen verschillen gevonden in achtergrondkenmerken.

Respons van scholen die (nog) geen techniek geven

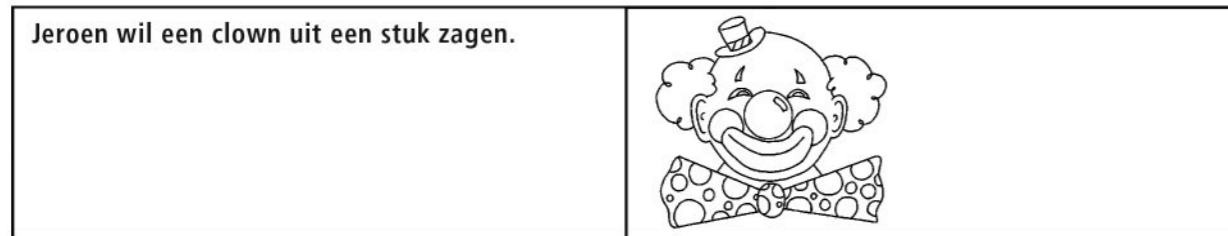
We hebben de leraren/directeuren die (nog) geen techniek geven gevraagd naar de reden(en) hiervoor. Zij geven aan dat ze over te weinig materialen beschikken om goed techniekonderwijs te kunnen geven. Als tweede reden wordt gegeven dat de scholen nog bezig zijn met het ontwikkelen van techniekonderwijs en als derde reden dat het de leraren ontbreekt aan voldoende deskundigheid voor techniekonderwijs. In 2006 toont de Inspectie van Onderwijs aan dat een overladen onderwijsprogramma de belangrijkste reden is om geen techniek aan te bieden, nu wordt dat pas als vierde reden genoemd.

Hoe willen scholen techniek in de toekomst aanbieden? Van de 96 respondenten wil 26% techniek geïntegreerd aanbieden met natuuronderwijs, 25% wil techniek met één of meerdere techniekproject(en) aanbieden en 17% van de respondenten wil techniek geïntegreerd aanbieden met wereldoriëntatie. Volgens de respondenten duurt de gemiddelde techniekles in de toekomst 52 minuten en dat komt overeen met de gemiddelde lestijd die scholen nu aan techniek besteden. De respondenten verwachten niet dat jongens beter presteren op techniekopdrachten of toetsen dan meisjes: 20% denkt dat jongens beter presteren op techniekopdrachten en voor de techniektoetsen ligt dat op 12%.

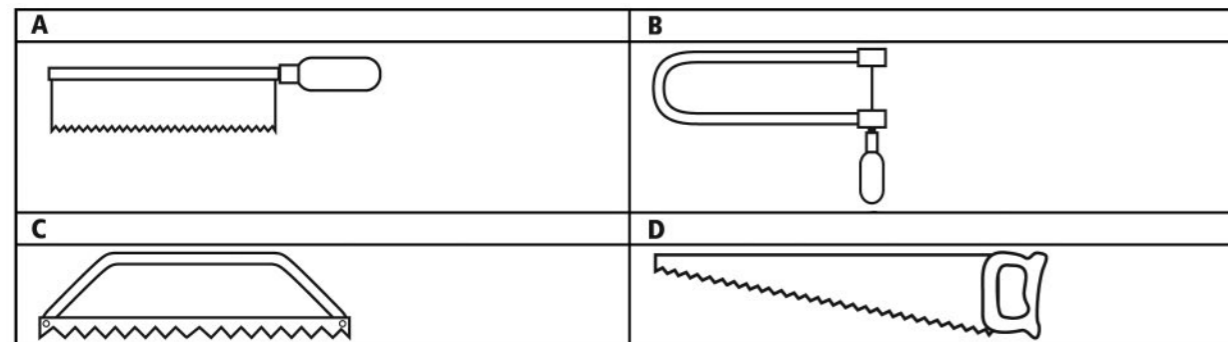
Resultaten techniektoets

Van Weerden, Thijssen & Verhelst (2003) ontwikkelden een techniektoets met items over constructies, energieomzettingen, overbrengingen, besturingen en gereedschappen en materialen. De voorbeeldopgaven uit deze toets hebben wij gebruikt als uitgangspunt voor een nieuwe toets, waarin 19 voorbeeldopgaven zijn opgenomen. Om een betere dekking van de kerndoelen te krijgen, hebben we negen nieuwe opgaven ontwikkeld en toegevoegd (Ildens, 2008). In figuur 1 wordt een voorbeeld gepresenteerd.

Figuur 1 Voorbeelditem in domein Gereedschappen en materialen



Welke zaag kan Jeroen het beste gebruiken?



Met deze toets wordt wel kennis en inzicht gemeten, maar de meer praktische vaardigheden, zoals het maken van werkende modellen, blijven buiten beeld. Uit de itemanalyse bleek dat een schaal van 18 opgaven een Cronbach's alpha van .62 heeft. Een andere en betere maatstaf voor het berekenen van de betrouwbaarheid is de Greatest Lower Bound (Verhelst, 2000). De GLB is .76. De toetscore geeft een redelijk betrouwbare inschatting van de technische kennis en het inzicht van een leerling.

Verder is nagegaan in hoeverre de techniektoets de leerstof van de methoden dekt. Leerstof over de techniekgebieden constructies, transport, communicatie en productie komt in alle methoden aan bod (kerndoel 44). De mate van dekking van dit kerndoel verschilt, maar is in alle methoden redelijk tot voldoende, en deze elementen komen ook terug in de toets. De praktische vaardigheden blijven echter buiten beeld. Kerndoel 45 (De leerlingen leren oplossingen voor technische problemen te ontwerpen, deze uit te voeren en te evalueren) is nogal algemeen geformuleerd en dus lastig om eenduidig met een toets te operationaliseren. Deze multiple-choice techniektoets is afgenomen bij 206 leerlingen uit groep 8. De afname vond plaats in november en december 2007. Om een consistente testsituatie te waarborgen zijn de schriftelijke toetsen aan het begin van de week afgenomen en zoveel mogelijk op dezelfde tijden. Voor het invullen hebben de leerlingen circa 30 minuten nodig.

Diepteonderzoek naar prestaties in techniek

Van de 206 leerlingen, afkomstig van 11 basisscholen in Noord-Nederland, hebben er 107 wel en 99 helemaal geen onderwijs in de techniek genoten. In tabel 2 worden de gemiddelde toetsprestaties op de techniektoets gepresenteerd.

Tabel 2 Techniekscore en techniekonderwijs

(range van scores 0-18)	Aantal leerlingen	Gemiddelde score	Standaard Deviatie
Wel techniek	107	11,64	2,60
Geen techniek	99	11,26	3,20

De gemiddelde scores tussen leerlingen die wel of geen les in techniek hebben gekregen verschillen nauwelijks. Het verschil is dan ook niet significant op 5% niveau ($t = .945$; $df = 204$). Voor de prestaties van leerlingen in de leerstof van de kerndoelen maakt het blijkbaar weinig uit of zij techniekonderwijs krijgen of niet. Als er al geen leereffect is van techniekonderwijs in de kerndoelen, dan is nader onderzoek naar een mogelijk differentieel leereffect van techniekmethoden zinloos. Mogelijk ligt dit anders bij de niet gemeten leerdoelen, bijvoorbeeld de praktische vaardigheden die in veel methoden ook een rol spelen, maar daarover ontbreekt ons de informatie. Gemiddeld scoren de leerlingen ongeveer 60% van de vragen goed. Dit kan worden geïnterpreteerd als dat zonder specifiek techniekonderwijs 60% van de doelen wordt bereikt. Dit is natuurlijk niet het geval, waarschijnlijk is de dekking van de toets toch beperkter dan gedacht en nemen in het onderwijs andere -niet gemeten- doelen een belangrijke plaats in.

Leerlingenkenmerken

In hoeverre spelen intelligentie, sekse en sociale achtergrond een rol in de prestaties van leerlingen op de techniektoets?

In tabel 3 zijn de gemiddelde techniekscores per voorlopig adviesniveau voor het vervolgonderwijs opgenomen. Het intelligentieniveau van de onderzochte leerlingen is afgeleid uit het voorlopige advies van de leraar voor het vervolgonderwijs. De leraren hebben gedurende lange tijd de leerlingen onderwezen en hebben daardoor een goed beeld kunnen vormen van de potentie van hun leerlingen. Hierbij is de volgende schaal gebruik: Vmbo BBL (Basisberoepsgerichte leerweg), Vmbo KBL (Kaderberoepsgerichte leerweg), Vmbo GL (Gemengde leerweg), Vmbo TL (Theoretische leerweg), Havo, Vwo, Gymnasium.

Tabel 3 Techniekscore per adviesniveau

	Aantal	Gemiddelde	Standaard Deviatie
VMBO BBL	25	9,28	3,66
VMBO KBL	19	9,74	2,26
VMBO GL	18	10,06	2,41
VMBO TL	49	11,61	2,48
HAVO	53	11,85	2,41
VWO	40	13,68	2,21
Totaal	204	11,46	2,90

De gemiddelde score op de techniektoets per adviesniveau verschilt significant ($F= 9,226$; $df= 198$; $p<.05$). Hoe hoger het niveau, hoe hoger de gemiddelde score op de techniektoets. Leerlingen met een beter intelligentieniveau presteren beter in de techniek.

In tabel 4 zijn de gemiddelde leerprestaties per sekse weergegeven.

Tabel 4 Techniekscore en sekse

Sekse	Aantal	Gemiddelde	Standaard Deviatie
Jongen	94	12,05	3,15
Meisje	112	10,96	2,59

Jongens scoren gemiddeld hoger dan meisjes op techniek ($t= 2,725$; $df= 204$; $p<.05$).

In tabel 5 zijn de gemiddelde leerprestaties per leerlinggewicht gegeven. Iedere leerling krijgt bij aanvang van de basisschool een leerlinggewicht toegewezen. Het leerlinggewicht wordt vastgesteld op basis van het sociale milieu waar de leerling uit voortkomt. In het onderzoek zijn autochtone leerlingen opgenomen met een leerlinggewicht van 1.0 en autochtone achterstandsleerlingen met een leerlinggewicht van 1.25. Een leerlinggewicht van 1.25 houdt in dat de school 25 procent extra middelen krijgt voor deze leerling. In het onderzoek is gekeken of het sociale milieu van invloed is op de leerprestaties.

Tabel 5 Techniekscore en leerlinggewicht

Leerlinggewicht	Aantal	Gemiddelde	Std. Deviatie
1.0	196	11,49	2,92
1.25	10	10,90	2,60

Het kleine verschil in gemiddelde toetsscore is niet significant ($t= 626$; $df= 204$). Het sociale milieu is op deze selectie van scholen van weinig invloed op de leerprestaties in techniek, in deze onderzoeksgroep zijn maar weinig leerlingen met een gewicht van 1.25.

Samenvattend: van de 206 leerlingen uit groep 8 die de geconstrueerde techniektoets hebben gedaan, hebben er 107 nooit onderwijs in techniek genoten en 99 wel. De prestaties van beide groepen leerlingen op de toets verschillen nauwelijks. Leerlingen die geen les hebben gehad in techniek scoren even goed/slecht als leerlingen die hierin wél les hebben gehad. Wel blijkt dat intelligentere leerlingen beter op de techniektoets scoren. Ook jongens scoren beter.

Conclusies en discussie

De vraag welk differentieel leereffect techniekmethoden hebben - wanneer rekening wordt gehouden met verschillen in leerlingen (analyse van toetsresultaat), implementatie en leraarmerken (analyse van ingevulde vragenlijsten) was de aanleiding tot dit onderzoek.

Wij vonden:

- Dat de inhoudelijke verschillen tussen techniekmethoden klein zijn, alleen de methode 'Natuuriek' reserveert meer lestijd voor techniekonderwijs.
- Dat de implementatie van de methoden aan de inzichten van de leraren wordt overgelaten. Leraren differentiëren nauwelijks. De techniekmethode stuurt niet het onderwijs aan, maar wordt aangepast aan het gangbare onderwijs. Een succesvolle implementatie kan alleen bereikt worden wanneer leraren op een efficiënte wijze de vakdidactische en organisatorische kenmerken van een methode toepassen. Een efficiënte organisatie van de les en het streven naar het behandelen van zoveel mogelijk van de basisstof kan bijdragen aan een gunstig leerklimaat. Een gunstig leerklimaat voor techniek onderwijs lijkt nog ver weg.
- Dat de tijd die besteed wordt aan techniek varieert. De meeste scholen lukt het niet om de gehele leerstof te behandelen, bovendien worden de kerndoelen bij het techniekonderwijs niet als uitgangspunt genomen. Uit analyses blijkt overigens dat meer tijd voor techniekonderwijs niet leidt tot betere toetsprestaties. De betreffende toets is geconstrueerd op basis van de kerndoelen en kan als redelijk dekkend worden beschouwd. Blijkbaar besteden de scholen hun lestijd niet aan onderwijs in deze kerndoelen maar aan andere niet gemeten doelen. De plaats en het belang van techniek in het curriculum van de basisschool blijft hierdoor omstreden. Lestijd die aan techniek wordt besteed kan niet ook aan taal of rekenen worden besteed. Techniek wordt weliswaar tot de kerndoelen gerekend, maar in de praktijk komt daar weinig van terecht.
- Dat er geen verschillen bestaan in leraarmerken tussen scholen waar wel/geen techniek wordt gegeven.

Conclusie

Om (leer)effecten van een methode te kunnen vaststellen moeten de techniekmethoden conform de bedoelingen van de methode-ontwikkelaars geïmplementeerd zijn. Dit blijkt op veel basisscholen onvoldoende het geval te zijn. De meeste scholen (63%) bieden zelfs helemaal geen techniekonderwijs aan. De kernvraag of kinderen meer/minder leren als ze les krijgen met de ene methode of de andere is hierdoor veranderd in: Leren kinderen meer/minder als ze al dan niet les krijgen in techniek?

Uit de afgenomen techniektoets blijken de prestaties van leerlingen die al dan niet techniekonderwijs hebben gevolgd niet te verschillen. Alleen de leerlingkenmerken sekse en intelligentie zijn van invloed: jongens en intelligentere leerlingen presteren beter in de techniek. Van techniekonderwijs en -methoden wordt geen effect aangetoond. Techniekonderwijs dat aansluit bij de kerndoelen komt op de basisschool in Nederland nauwelijks voor.

Dit betekent niet rechtstreeks dat techniekonderwijs geen functie heeft binnen het basisonderwijs. Naast kennisoverdracht gaat het ook om het bijbrengen van praktische vaardigheden en de interesse voor techniek op te wekken bij leerlingen. Het aanbieden van wetenschap en techniek in het basisonderwijs moet bijdragen aan het oplossen van het tekort aan (hoger) opgeleide beta's en technici en om dat te bereiken moeten wetenschap en techniek eerst worden ingevoerd op alle basisscholen.

In 2009 moeten basisscholen de kerndoelen voor techniek opnemen in hun onderwijsprogramma. Dit impliceert dat alle scholen aandacht moeten besteden aan techniek. Bij 2500 VTB-scholen moet techniekonderwijs in 2010 volledig ingevoerd zijn. Het invoeren van techniek in het basisonderwijs had tijdens dit onderzoek nog weinig prioriteit in het veld. Uit de online vragenlijst blijkt dat ongeveer tweederde van de basisscholen nog geen techniekonderwijs geeft. De beleidsdoelen lijken veel te ambitieus. Het ontbreekt de scholen aan onderwijstijd, financiële middelen en deskundigheid bij leraren (Inspectie van Onderwijs, 2005; 2006). De - veelal vrouwelijke - leraren hebben vermoedelijk weinig affiniteit met en kennis van techniek. Om interesse te kweken bij leerlingen zal eerst de leraar interesse moeten hebben en dit uitdragen. Dit is een belangrijk onderdeel van het nascholingsprogramma VTB-Pro; te hopen valt dat dit effect zal sorteren.

Aanbevelingen voor vervolgonderzoek

De randvoorwaarden bij dit onderzoek verhinderden de opname van alle techniekmethoden. Buiten beschouwing gebleven zijn de methoden die werken met leskisten, zoals de 'Techniektoets' of het 'Ontdekkasteel'. We konden niet over deze methoden beschikken en hadden soms niet genoeg tijd om ze te bestuderen. De methoden met leskisten zijn in opkomst. De leskisten worden vaak naast de gecombineerde natuur & techniekmethoden gebruikt en bieden leskaarten en lesopdrachten aan. Een opvallend verschil tussen leskisten en gecombineerde methoden is het aanbieden van theoretische kennis. De theorie is verwerkt in les-taken en opdrachten en bij gecombineerde methoden is dit apart opgenomen. In een vervolgonderzoek naar techniekmethoden is het aan te bevelen om ook een aantal leskisten op te nemen.

De respons op de vragenlijst is 52%, hetgeen tegenwoordig een redelijk hoog percentage is. Het betreft een random steekproef uit de populatie van Nederlandse basisscholen. Van de niet-responderende scholen zijn geen relevante gegevens verkregen, zodat er niet nagegaan kan worden of de uitval selectief is. Vooralsnog zijn er geen indicaties dat dit zo is, maar door additionele informatie te verzamelen bij non-responderende scholen zou een non-responsonderzoek gedaan kunnen worden. Hiervoor was echter geen tijd beschikbaar.

Er is een vergelijking gemaakt tussen leerlingen die techniekonderwijs krijgen met een techniekmethode en leerlingen die geen techniek krijgen. In beide groepen zitten ongeveer evenveel leerlingen. Door de lage aantallen van scholen zijn er verder geen uitsplitsingen naar methoden gemaakt. In een eventueel vervolgonderzoek is het aan te raden om een veel grotere steekproef te trekken, waarbij meerdere scholen dezelfde techniekmethode gebruiken. Ook behoort een vervolgonderzoek naar de functie van techniek binnen het basisonderwijs tot de mogelijkheden. In dit vervolgonderzoek dient dan een schaal te worden geconstrueerd die de interesse in techniek meet: niet alleen kennis maar ook een grotere interesse voor techniek is een doelstelling die op termijn kan bijdragen aan een groter aantal bèta's en technici.

Uit de online vragenlijst is duidelijk naar voren gekomen dat het techniekonderwijs onder basisscholen onvoldoende is geïmplementeerd. In een nader onderzoek kan een sterkte- en zwakteanalyse van de implementatiefase worden gemaakt en kunnen mogelijke oplossingen worden onderzocht om techniekonderwijs goed te implementeren.

Wanneer het om het evalueren van effecten van methoden gaat is het mogelijk beter om een andere evaluatiemethodologie toe te passen, omdat nieuwe methoden altijd nog maar weinig gebruikt worden en daardoor weinig kans hebben om in een random steekproef terecht te komen. Een betere optie is het weddenschapmodel van Hofstee (1980). Het uitgangspunt van dit model is dat methode-ontwikkelaars uitspraken doen over resultaten van hun methode in competitie met ontwikkelaars van andere methoden. Zij committeren zich aan een onderzoek waarvan de resultaten bepalen welke ontwikkelaar de beste voor-spellingen doet. Ontwikkelaars zullen inzetten op de onderdelen waarop zij de beste resultaten van hun methode verwachten.

Referenties

- American Association for the Advancement of Science (1993). **Benchmarks for science literacy**. New York: Oxford University Press.
- Batenburg, Th. A. van (1988). **Een evaluatie van taalmethoden**. ("Monografieën onderwijsonderzoek" nr. 4). Groningen: RION.
- Blok, H., & Breetvelt, I. (2002). **Adaptief onderwijs: betekenis en effectiviteit**. Amsterdam: SCO Kohnstamm Instituut.
- Blok, H., Oostdam, R., Peetsma, T. (2006). **Het nieuwe leren in het basisonderwijs; een begripsanalyse en een verkenning van de schoolpraktijk**. Amsterdam: SCO Kohnstamm Instituut.
- Bloom, B.S. (1985). Generalizations about talent development. In B.S. Bloom (Ed.), **Developing talent in young people**. New York: Ballantine Books.
- Boezeman, A.A.M. & Stijn, C.J. van (2004). **Verbreding Techniek in het Basisonderwijs 2001-2004 Stand van Zaken**. <http://www.techniekbasonderwijs.nl>
- Creemers, B.P.M. en Hoeben, W. (1987). **Curricula en verbetering van het Onderwijs**. Enschede: SLO.
- Harskamp, E.G. (1988). **Rekenmethoden op de proef gesteld**. ("Monografieën onderwijsonderzoek" nr. 2. Groningen: RION.
- Hofstee, W.K.B. (1980). **De empirische discussie**. Meppel: Boom.
- Ildens, A.J. (2008). **Het ijzer smeden als het heet is**. Een onderzoek naar techniek in het basisonderwijs. Masterthesis, Groningen: GION.
- Inspectie van het onderwijs (2005). Rapport **Techniek in het basisonderwijs** (inspectierapport 2005 - 3). <http://www.onderwijsinspectie.nl/>
- Inspectie van het onderwijs (2006). Rapport **Techniek in het basisonderwijs 2006** (inspectierapport 2006 - 12). Utrecht.
- Inspectie van het onderwijs (2008). **De staat van het onderwijs**. Onderwijsverslag 2006-2007.
- Kirkwood, J. J., & Foster, P. N. (1999, November). Relating technology education to trends in elementary education. **The Technology Teacher**, 59 (3), 7-12.
- Mammes, I. (2004). Promoting girls' interest in technology through technology education: a research study. **International Journal of Technology and Design Education** 14, 89-100.
- Ministerie van Onderwijs Cultuur en Wetenschappen (1998). **Kerndoelen basisonderwijs 1998**. Den Haag: SDU-servicecentrum.
- Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap (2006). **Kerndoelen basisonderwijs 2006**. Den Haag: DeltaHage.
- Ministerie van Onderwijs en Wetenschap (2006). **Tussendoelen en leerlijnen (TULE): kerndoel nummer 44**. Enschede: SLO. <http://tule.slo.nl/>
- Ministerie van Onderwijs en Wetenschap (2006). **Tussendoelen en leerlijnen (TULE): kerndoel nummer 45**. Enschede: SLO. Opgevraagd op 17 september 2007, van <http://tule.slo.nl/OrientatieOpJezelfEnWereld/F-L45.html>
- Nuy, M.J.G. (1981). **Interne differentiatie**. Den Bosch: KPC.
- Reezigt, G.J. e.a. (1986). **Differentiatie op de basisschool**. Eindrapport SVO-project 301.4010. Groningen: RION.

- Rosenshine, B., & Stevens, R. (1986). Teaching functions. In M. C. Wittrock (Ed.), *Handbook of research on teaching* (pp. 376-391). New York: MacMillan.
- 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. <http://www.cito.nl/po/vakken/techniek/domeinbeschrijvingtechniek.pdf>.
- Verhelst, N.D. (2000). *Estimating5. Het effect van nascholingen onderzoekend en ontwerpend leren op de lespraktijk van leraren in het primair onderwijs*. Arnhem: Citogroep.
- Weerden, J. van, Thijssen, J. & Verhelst, N. (2003). *Toetsen techniek in het basisonderwijs. Een onderzoek naar de predictieve validiteit van toetsen techniek in het basisonderwijs*. Arnhem, Citogroep.

5. Het effect van nascholingen onderzoekend en ontwerpend leren op de lespraktijk van leraren in het primair onderwijs - een nulmeting

Thomas van Eijck en Ed van den Berg

Samenvatting

Onderwijs in wetenschap en techniek staat hoog op de beleidsagenda. Leerlingen moeten op de basisschool meer leren over wetenschap en techniek: kennis én vaardigheden als ontdekkend en onderzoekend leren. Het is aan de leraren om hen dit bij te brengen. Natuurlijk doen zij dit niet zomaar even er bij: dat vraagt bij- en nascholing. Maar wat is het uiteindelijke effect hiervan op de onderwijspraktijk? Beklijft het?

In dit hoofdstuk presenteren Thomas van Eijck en Ed van den Berg een eerste verkenning naar het effect van nascholingen bij LOOL en Pollen op de lespraktijk van leraren in het basisonderwijs. Hiervoor hebben zij een vragenlijst samengesteld die zij naar 32 leraren hebben gestuurd, waarvan er 11 de nascholing hadden gevolgd. De overige 21 respondenten waren willekeurige leraren die géén nascholing hadden gevolgd. De 11 nascholers zijn tevens geïnterviewd.

Op basis van de ingevulde vragenlijsten concluderen de onderzoekers dat de nascholers per week meer tijd besteden aan het vak techniek dan de niet-nascholers en dat zij een groter deel van de lestijd besteden aan praktisch werken.

Op basis van de interviews concluderen de onderzoekers dat geen van de respondenten het in de nascholing aangereikte didactische 7-stappenplan in zijn geheel in zijn/haar lessen gebruikt. Wel onderdelen hieruit (met name het formuleren van een vraagstelling, het uitvoeren van een experiment en het bekijken van de uitkomst). Ook zegt een aantal respondenten door de nascholing meer vraaggestuurd te werken en anders te denken over natuuronderwijs en techniek.

De eindconclusie van de onderzoekers luidt dat de LOOL en Pollen projecten qua didactiek en vakinhoud geen lange termijn effect laten zien op de les. Omdat tot stand te brengen moeten leraren basisonderwijs een forse portie pedagogical content knowledge ontwikkelen en daarvoor is meer nodig dan drie trainingsmiddagen.

Inleiding

In de regio Amsterdam zijn de afgelopen jaren verschillende initiatieven geweest om het vak techniek in het primair onderwijs (PO) te introduceren. Het eerste grote overheidsproject was het 'Nationaal Actieplan Verbreding Techniek Basisonderwijs (VTB) 2004-2010' van het Platform Bèta Techniek. Onderdelen hiervan zijn het project Verbreding Techniek Basisonderwijs-1 (VTB-1; in Amsterdam was dit een speciaal voor de regio Amsterdam uitgevoerde versie, getiteld VTB-A) en VTB 2 (een landelijke follow-up van VTB-1).

Bij VTB-2 is ook geprobeerd om het onderzoekend leren als werkvorm een plaats te geven in de reguliere onderwijspraktijk, middels de projecten 'Leren Onderzoekend en Ontwerpend Leren' (LOOL) en 'Pollen', een door de Europese Commissie gefinancierd project ter bevordering van het onderwijs in natuurwetenschap en techniek. Beide projecten zijn uitgevoerd via het AMSTEL-instituut van de Universiteit van Amsterdam; LOOL van juni 2005 tot en met juni 2006 en Pollen van oktober 2006 tot en met januari 2007.

De gevolgde strategie bij beide projecten was een of andere vorm van nascholing van leraren PO. In beide gevallen betrof het in totaal drie trainingsbijeenkomsten. Bij het project LOOL werden deze bijeenkomsten voorafgegaan door een kennismakingsbijeenkomst en waren er twee evaluatiebijeenkomsten, zowel

tijdens als na afloop van de trainingsperiode. Bij beide projecten werden de deelnemers één of meer keren door de trainers bezocht tijdens het uitvoeren van de lessen die tijdens de training aan de orde kwamen.

De gehanteerde didactiek bij beide trainingen was het zogenaamde 7-stappenplan, zoals ontwikkeld door Kemmers en Van Graft (2006). De zeven stappen van deze didactiek laten zich als volgt samenvatten:

1. **confrontatie met het verschijnsel of probleem;**
2. **verkenning van het verschijnsel of probleem;**
3. **opzetten van een onderzoek of ontwerp;**
4. **uitvoeren dan wel maken van een onderzoek of ontwerp;**
5. **waarnemen, testen, concluderen;**
6. **rapporteren en communiceren over de bevindingen;**
7. **verbreden en verdiepen.**

Deze didactiek is toegepast op de volgende onderwerpen, die ook in beide trainingen aan de orde zijn gekomen: stuiteren, drijven en zinken, groei en ontwikkeling, hartslagmeting, weer en weerinstrumenten. Tijdens de Pollen-training is hier ook een ontwerples over het schokvrij verpakken van een rauw ei aan toegevoegd.

Een belangrijke vraag die bij dit soort initiatieven gesteld kan worden is wat het uiteindelijke effect van de nascholing is geweest, met name op de onderwijspraktijk van de leraar. Tot nu toe gaan de organisaties die verantwoordelijk zijn voor de uitvoering van dit soort projecten er van uit dat het trainen van leraren PO in de didactiek van onderzoekend dan wel ontwerpend leren een effectieve strategie is om het natuur- respectievelijk techniekonderwijs op de basisschool te versterken. Of dit ook werkelijk het geval is, is tot nu toe in Nederland echter nauwelijks onderzocht. Deze studie beoogt daarom een eerste verkenning te zijn van het effect van bovengenoemde nascholingen op het gebied van onderzoekend en ontdekkend leren.

Vraagstelling

Is er in de dagelijkse onderwijspraktijk een verschil tussen leraren die in het verleden een bepaalde vorm van bovengenoemde nascholingen wel hebben ontvangen ('nascholers') en leraren die niet in aanraking zijn geweest met deze projecten ('niet-nascholers')?

Deze onderzoeksvraag werd geoperationaliseerd middels het bevragen van leraren van beide typen. Hierbij werd vooral gekeken naar het al dan niet hanteren van een bepaalde didactiek van onderzoekend en/of ontwerpend leren. Kwantitatief werd vooral gekeken naar de tijd die leraren besteden aan de vakken natuuronderwijs en techniek én naar het percentage van deze tijd dat de leerlingen praktisch, 'hands-on' (dit in tegenstelling tot theoretische werkvormen met werkbladen/boeken, en dergelijke) werken, dus zowel aan de hand van praktische werkvormen tijdens de lessen natuuronderwijs als praktische werkvormen tijdens de lessen techniek.

Methode

De gevolgde onderzoeksmethode bestond uit twee gedeelten: een enquête en interviews.

Enquête

De enquête werd in de periode 16/3/'08 - 16/5/'08 verspreid onder leraren die in het verleden één van de nascholingen op het gebied van onderzoekend en

ontwerpend leren hadden gevolgd én onder een willekeurige groep leraren die deze nascholingen niet hadden gevolgd. De willekeurige groep bestond uit schoolpracticum-docenten die via PABO-stagiaires benaderd werden.

De enquêtevragen waren als volgt:

1. Maken de vakken natuuronderwijs en/of techniek structureel deel uit van het rooster? Zo nee, wat is hiervan de oorzaak?
2. Hoeveel tijd per week wordt er tijdens uw lessen aandacht besteed aan natuuronderwijs en/of techniek (in uren, gemiddeld ongeveer)?
3. Hoe vaak wordt er bij deze vakken praktisch ('hands-on') gewerkt? (percentage van de tijd die aan deze vakken wordt besteed, bij benadering)
4. Voorbeelden van de laatste tijd? Bijv. welke onderwerpen zijn er de afgelopen dagen/weken/maanden aan bod gekomen?
5. Is er de afgelopen tijd door de leerlingen ook onderzoeksmatig* gewerkt aan onderwerpen uit natuur/techniek? Zo ja, hoe? Zo nee, waarom niet? (*met 'onderzoeksmatig' wordt o.a. bedoeld: werken vanuit een onderzoeksvraag, het doen van een voorspelling, het meten/vastleggen van resultaten en het formuleren van conclusies)
6. Hebben de leerlingen de afgelopen tijd in de les een ontwerp moeten maken van een technisch product of een technische oplossing of van een onderzoeksopzet? Zo ja, wat voor ontwerp/opzet? Zo nee, waarom niet?
7. Welke methode(n) wordt/worden er gebruikt voor natuuronderwijs en/of techniek?
8. Is er op de school een natuur- en/of techniekcoördinator werkzaam?
9. Idem vakleraar natuur- en of techniek-onderwijs?
10. Op welke school bent u werkzaam?
11. Aan welke groep(en) geeft u les?
12. Wat is uw leeftijd?
13. Bent u man of vrouw?
14. Heeft u in het verleden deelgenomen aan scholing t.b.v. één van de onderstaande projecten (VTB-A, VTB-1, VTB-2, VTB-pro, Ander natuur/techniek-project)?

De enquêtegegevens werden opgeslagen in een database voor verdere getalsmatige analyse. De gegevens omtrent het aantal uren per week dat werd besteed aan natuuronderwijs en/of techniek, alsmede de gegevens omtrent het percentage van de tijd dat tijdens deze uren praktisch, oftewel 'hands-on' werd gewerkt, werden uitgesplitst naar 'nascholer' versus 'niet-nascholer' en onderworpen aan een t-test, om te kijken of er een statistisch significant verschil bestond tussen deze twee groepen.

Interviews

De interviews werden in de periode 15/4/'08 - 24/6/'08 afgenomen bij leraren die in het verleden een van de nascholingen onderzoekend en ontwerpend leren hebben gevolgd. De interviewvragen luiden:

1. In hoeverre pas je dat wat je tijdens de nascholing LOOL/POLLEN hebt geleerd toe in je onderwijspraktijk? (In hoeverre vindt er daadwerkelijk onderzoekend leren plaats? In hoeverre wordt er gebruik gemaakt van de didactiek van LOOL? Zo nee, wat heeft je weerhouden om die didactiek toe te passen? Zo nee, welke didactiek pas je dan wel toe? Zo ja, wat is volgens jou de meerwaarde hiervan?)
2. Heb je ook daadwerkelijk onderwerpen uit de nascholing gebruikt? (En/of heb je ook eigen onderwerpen gebruikt? En/of heb je ook onderwerpen uit de methode gebruikt en onderzoekend en ontwerpend leren daarop toegepast?)

3. Komen er wel eens onderzoeksvragen natuur/techniek vanuit de leerlingen? (Zo ja, kun je voorbeelden noemen? Zo nee, waardoor denk je dat dat komt?)
4. Is er een verschil in aandacht/houding bij deze vakken en de didactiek voor en na de nascholing? (Zo ja, wat is het verschil? Zo nee, waardoor komt dit?)
 - Bij jezelf
 - Bij je leerlingen
 - In de school (organisatie)
5. In hoeverre wordt je door collega's/directie ondersteund in het geven van natuur en techniek?
6. In hoeverre wordt er door collega's/directie/school als geheel aandacht besteed aan een onderzoeksmatige houding bij de leerlingen?

Van de interviews zijn geluidopnamen gemaakt, die achteraf zijn uitgewerkt en eveneens zijn opgeslagen in een gecodeerde database, waarna gekeken werd of (en zo ja, in welke mate) er een bepaalde teneur en/of coherentie in de antwoorden aangewezen kon worden.

Resultaten

Enquête

Het totaal aantal respondenten was 32. Hiervan hebben er 11 de nascholing LOOL dan wel Pollen gevolgd. Deze 11 respondenten zijn ook geïnterviewd, voor de resultaten hiervan zie onder 'Interviews'.

Het aantal respondenten dat aangaf dat natuur- en/of techniekonderwijs structureel deel uitmaakt van het rooster was 21 (66%). Van de 'nascholers' waren dit er 6 van de 11 (54%), van een willekeurige groep van 21 niet-nageschoolden waren dit er 15 (71%).

De 'nascholers' gaven aan gemiddeld ongeveer 1 uur per week aan natuuronderwijs te besteden, waarvan gemiddeld 35 minuten 'hands-on' (54%), en gemiddeld 42 minuten aan techniek, waarvan gemiddeld 22 minuten 'hands-on' (52%). Voor een willekeurige groep niet-nageschoolden was dit gemiddeld ongeveer 1 uur per week natuuronderwijs, waarvan 16 minuten 'hands-on' (27%), en gemiddeld ruim 17 minuten aan techniek, waarvan 10 minuten 'hands-on' (37%).

De verschillen in het aantal minuten dat besteed wordt aan het vak techniek per week en het percentage van de lestijd dat er praktisch, oftewel 'hands-on' bij natuuronderwijs wordt gewerkt zijn statistisch significant ten gunste van de LOOL/Pollen groep (one-tailed t-test, respectievelijk $p < .025$ en $p < .024$).

Bijna alle leraren, namelijk 28 van de 32 (88%) konden voorbeelden noemen van recent gegeven lessen natuur en techniek. De 4 die dat niet deden waren allen 'niet-nascholers'. Op de vraag of er ook onderzoeksmatig was gewerkt, antwoordden 6 van de 11 'nascholers' (54%), en 9 van de 21 'niet-nascholers' (43%) met 'ja'. Op de vraag of leerlingen in de afgelopen tijd in de les een ontwerp moesten maken van een technisch product of een technische oplossing antwoordden 3 van de 11 'nascholers' (27%) en 7 van de 21 'niet-nascholers' (33%) met 'ja'.

In totaal hanteerden 26 van de 32 respondenten een natuur- en/of techniekmethode. Bij de 'nascholers' waren dit er 9 van de 11 (81%), bij de 'niet-nascholers' 17 van de 21 (80%).

Bij de 'nascholers' was er bij 5 van de 11 respondenten (45%) een natuur- en/of techniekcoördinator in de school en bij 3 van de 11 (27%) een vakleeraar natuur- en/of techniekonderwijs; bij de 'niet-nascholers' was er bij 8 van de 21 (38%) een natuur- en/of techniekcoördinator aanwezig en bij 1 van de 21 (5%) een vakleeraar natuur- en/of techniekonderwijs.

Tabel 1: resultaten van de enquête.

Vraag	Nascholers (n=11)	Niet-nascholers (n=21)
NO/T structureel?	6 (54%)	15 (71%)
Tijd NO/week	63 min.	59 min.
Tijd Hands on NO/wk	35 min. (54%)	16 min. (29%)
Tijd techniek/week	42 min.	17 min.
Tijd Hands on Techniek/wk	22 min. (52%)	10 min. (58%)
Voorbeelden noemen	11 (100%)	17 (81%)
Onderzoeksmatig gewerkt	6 (54%)	9 (43%)
Ontwerp laten maken	3 (27%)	7 (33%)
Gebruikt NO/T methode	9 (81%)	17 (80%)
Coördinator NO/T	5 (45%)	8 (38%)
Vakleeraar NO/T	3 (27%)	1 (5%)

Interviews

In deze uitwerkingen zijn de respondenten gecodeerd via de interviewdatum. Een uitwerking van de letterlijke tekst van de antwoorden, voorzover relevant voor de onderzoeksresultaten, is op aanvraag verkrijgbaar.

1. In hoeverre pas je hetgeen je tijdens de nascholing LOOL/POLLEN hebt geleerd toe in je onderwijspraktijk?

Op deze vraag antwoordden de meeste geïnterviewden (10 van de 11 respondenten) dat zij de didactiek, zoals opgedaan tijdens de trainingen, niet expliciet toepassen in hun onderwijspraktijk, althans niet in de vorm van het 7-stappenplan. Wel laten zij in bepaalde gevallen hun leerlingen onderzoeksvragen en voorspellingen formuleren en ontwerpen maken en evalueren zij achteraf met hun leerlingen de uitkomsten van het onderzoek of ontwerp. In geen van de interviews is de rapportage/communicatiefase, noch de verbredings/verdiepingsfase expliciet door de leraren genoemd. Een aantal leraren (3) gaf aan dat hun aanpak was veranderd, dat ze meer aan de leerlingen overlieten, hun leerlingen vrijer lieten en het initiatief meer uit de leerlingen lieten komen.

Een aantal leraren gaf ook aan wat de belemmeringen waren om meer aandacht te besteden aan deze onderwijsvorm:

- ze beschikken over onvoldoende (practicum)materialen;
- er is niet voldoende tijd om alle stappen te doorlopen;
- leerlingen vinden het (te) moeilijk om onderzoeksvragen en voorspellingen te formuleren.

2. Heb je ook daadwerkelijk onderwerpen uit de nascholing gebruikt?

Alle leraren gaven aan deze onderwerpen (te weten: drijven/zinken, groei en ontwikkeling, hartslag, weer en weerinstrumenten) te hebben behandeld, maar bij doorvragen bleek dit vooral het geval te zijn geweest tijdens de trainingsperiode. Na de trainingsperiode betrof het alleen de onderwerpen 'groei en ontwikkeling', 'drijven en zinken' en in één geval de 'ei-les'.

3. Komen er wel eens onderzoeksvragen natuur/techniek vanuit de leerlingen?

'Zelden,' was het antwoord in de meeste gevallen. Volgens de geïnterviewden stellen hun leerlingen meestal 'gesloten' vragen, bijvoorbeeld 'hoe je zaden kan laten ontkiemen', of 'hoe dingen werken', 'hoe ze in elkaar zitten' of 'waarom iets gebeurt'. Die vragen worden volgens enkele geïnterviewden slechts gesteld door enkelingen, 'een bepaald type leerling'. Wel werd aangegeven dat de nieuwsgierigheid van leerlingen gestimuleerd wordt door het voor langere tijd aanbieden van het onderwerp, bijvoorbeeld een uitlopende aardappel of een bak water in de klas. Twee leraren merkten op dat het ook zou kunnen zijn dat leraren onderzoeksvragen van leerlingen misschien niet als zodanig herkennen.

4. Is er een verschil in aandacht/houding bij deze vakken en de didactiek voor en na de nascholing?

Ook hier gaf een aantal geïnterviewden(6) aan dat dit het geval was, namelijk dat ze meer vraaggestuurd zijn gaan werken, zich meer richten op wat er uit de leerlingen komt. Enkelen gaven aan dat de nascholing invloed heeft gehad op hun manier van denken over het onderwijs, maar dat hun praktijk niet echt is veranderd onder invloed van de nascholing. Het zou anders moeten, maar ze handelen er nog niet naar. Ook gaven enkelen aan dat hun aandacht voor het vak techniek is vergroot, en dat ze een beter beeld hebben over de invulling van het vak. Twee van de geïnterviewde leraren meenden dat er ook iets in de houding van hun leerlingen was veranderd, hetgeen zich uitte in de aandacht die de leerlingen aan het onderwerp wilden besteden, dat ze langer de tijd nemen om zich met bepaalde verschijnselen bezig te houden, dat ze meer en langer betrokken zijn bij het onderwerp ('En die drijven/zinken-bak, die is gewoon vier weken blijven staan omdat ze elke keer weer met iets nieuws aankwamen om erin te doen'), maar dit waren dezelfde leraren die ook aangaven zich al vóór de nascholing met dit soort didactiek bezig te houden.

5. In hoeverre word je door collega's/directie ondersteund in het geven van natuur en techniek?

De ondersteuning van de directie uitte zich in de meeste gevallen in:

- financiering van de aanschaf van onderwijsmateriaal;
- schoolbreed aandacht geven aan de training via overleg en vergaderingen;
- het binnenbrengen van organisaties/projecten in de school;
- het stimuleren van hun personeel om dit soort trainingen te volgen.

Een enkeling werd in het opzetten van het vak techniek gefaciliteerd, maar de meeste geïnterviewden gaven aan de nascholing 'erbij te doen'.

De ondersteuning van collega's betrof in de meeste gevallen vooral interesse en nieuwsgierigheid, maar ze stelden zich doorgaans afwachtend op. Men blijkt zich graag vast te houden aan de methode.

6. In hoeverre wordt er door collega's/directie/school als geheel aandacht besteed aan een onderzoeksmatige houding bij de leerlingen?

Dit gebeurt bij de meeste geïnterviewden niet expliciet, maar wel:

- via de gehanteerde methode, waarin in sommige gevallen een onderzoeksmatige benadering wordt gehanteerd, ook bij andere vakken zoals taal- en rekenmethodes;
- via de doelstellingen van de school, maar meer in algemene termen zoals zelfstandigheid en zelfverantwoordelijkheid;
- via de doelstellingen van het type onderwijs, zoals Montessori, Dalton of Jenaplan, waar in het algemeen meer nadruk wordt gelegd op zelfverantwoordelijk leren. Maar dit slaat niet echt op een onderzoeksmatige benadering van onderwijs, meer op een kritische denkhouding.

Collega's zijn in enkele gevallen geïnteresseerd en/of nieuwsgierig naar wat er tijdens de nascholing aan de orde komt.

Conclusies

De enige duidelijke kwantitatieve effecten die uit de enquête kunnen worden vastgesteld, zijn:

(1) het aantal minuten dat per week besteed wordt aan het vak techniek en (2) het percentage van de lestijd dat er praktisch ('hands-on') wordt gewerkt bij het vak natuuronderwijs, zijn statistisch significant hoger bij de LOOL/Pollen groep, vergeleken met een willekeurige groep leraren die deze nascholing niet heeft gevolgd.

De kwalitatief onderzochte effecten uit de interviews laten zich als volgt samenvatten:

- De tijdens de nascholing onderwezen didactiek van het 7-stappenplan wordt door geen van de geïnterviewden expliciet toegepast in zijn of haar lespraktijk. Wel worden enkele stappen, met name het formuleren van een vraagstelling en een voorspelling, alsmede het uitvoeren van een experiment en het bekijken van de uitkomsten, tijdens de les toegepast.
- De in de nascholing behandelde onderwerpen zijn na afloop nog gedeeltelijk toegepast.
- Leerlingen stellen uit zichzelf zelden onderzoeksvragen.
- Een aantal deelnemers zegt dat hun aanpak is veranderd onder invloed van de nascholing, dat ze meer vraaggestuurd zijn gaan werken en/of dat hun manier van denken over het geven van natuuronderwijs en/of techniek is veranderd. Twee van hen meenden een veranderde aandacht voor deze vakken te kunnen constateren bij hun leerlingen.
- In alle gevallen is er sprake van één of andere vorm van ondersteuning vanuit de directie; de ondersteuning door collega's is beduidend minder.
- Op geen van de scholen waar de geïnterviewden werkzaam waren wordt er expliciet aandacht besteed aan een onderzoeksmatige houding bij de leerlingen. Wel wordt er hierbij verwezen naar de methode, de algemene doelstellingen, het schoolplan en de ideologie van het type onderwijs, of blijft het bij voornemens.

Discussie

Enquête

Bij de enquête kunnen qua methodologie de nodige kanttekeningen geplaatst worden. Ten eerste zijn de onderzochte groepen aan de kleine kant, zodat er relatief veel toevaligheid in de resultaten voorkomt. De schattingen over het aantal uur natuuronderwijs/techniek en het percentage dat tijdens deze lessen praktisch gewerkt wordt, zijn tamelijk ruw, bijvoorbeeld omdat er in veel gevallen projectmatig aan deze vakken gewerkt wordt en het aantal uren per week dat aan deze vakken besteed wordt dus sterk kan wisselen. De gemiddelden die hieruit voortvloeien vertekenen dus de werkelijkheid, zodat men zich kan afvragen wat de waarde van deze getallen is.

De resultaten laten desondanks zien dat er een significant verschil is in tijd die besteed wordt aan het vak techniek en aan de mate waarin er praktisch wordt gewerkt bij het vak natuuronderwijs ten gunste van de leraren die de nascholing hebben gevolgd. Dat er bij deze groep significant meer tijd besteed wordt aan het vak techniek kan echter verklaard worden uit het feit dat er op de scholen waar deze leraren werkzaam zijn vaker een vakdocent techniek aanwezig is (27% in tegenstelling tot 5% bij een willekeurige groep). Of dit een relatie heeft met de nascholing is niet onderzocht, maar het is belangrijk dat men zich realiseert dat de nascholers allen werkzaam waren op een VTB-2-school, een school dus waarvan de directie de beslissing heeft genomen extra aandacht te besteden aan het vak techniek door deze subsidie aan te vragen, en dat de nascholing is gevolgd door leraren die sowieso al een grotere affiniteit met deze vakken hadden.

Bovendien bestaat er geen significant verschil in het aantal minuten dat besteed wordt aan het vak natuuronderwijs en de mate waarin er tijdens de les praktisch gewerkt wordt bij het vak techniek. Dit laatste is tegenstrijdig met het veronderstelde effect van de nascholing. De waargenomen kwantitatieve verschillen hoeven dus niet per sé veroorzaakt te zijn door het al dan niet volgen van de nascholing. Overigens, dat er geen verschil is in percentage hands-on voor techniek kan heel goed komen doordat techniek vaak ingevuld wordt als handenarbeid. Bij een effectieve nascholing zou je dan verwachten dat de aard van hands-on activiteiten verandert, maar niet noodzakelijk de tijdsbesteding.

Interviews

Uit de interviews blijkt dat de didactiek van onderzoekend leren in de praktijk niet expliciet wordt toegepast. Wel blijkt dat bij sommige leraren een verandering in het denken over natuur- en techniekonderwijs heeft plaatsgevonden, en bij enkelen zelfs een verandering in de onderwijspraktijk, naar een meer leerlinggestuurde benadering. Op de leerlingen heeft de nascholing, in de perceptie van de geïnterviewden, in de meeste gevallen geen invloed gehad. Volgens de geïnterviewden stellen hun leerlingen meestal gesloten vragen, maar geen vragen die in de klas onderzoekbaar zijn (of door de leraar niet als onderzoeksvraag worden herkend!).

De didactiek van onderzoekend en ontwerpnd leren, zoals deze is gebruikt in de nascholingen, blijkt niet goed geschikt te zijn voor de dagelijkse onderwijspraktijk, omdat ze niet leraar- en leerlingvriendelijk genoeg is: het kost teveel tijd en het formuleren van onderzoeksvragen en het opzetten van een onderzoek of het maken van een technisch ontwerp is volgens de geïnterviewden voor veel leerlingen te moeilijk. Een andere oorzaak dat de nascholingen nauwelijks effect hebben gehad op de dagelijkse praktijk, is dat scholen geen extra geld beschikbaar stellen voor professionalisering door de leraren; er vindt geen tot weinig facilitering plaats. Scholen (directies, collega's) leunen teveel op het enthousiasme van enkelingen.

Een andere (verborgen) oorzaak, die echter nauwelijks is onderzocht, is het vermoedelijk lage kennisniveau ten aanzien van onderwerpen uit de natuurwetenschappen en techniek. Vandaar dat er door de meeste leraren sterk wordt vastgehouden aan de methode, waarvan de kwaliteit in sommige gevallen twijfelachtig genoemd mag worden: weinig praktische opdrachten, geringe mate van vakkenintegratie en het veelal ontbreken van een didactiek over onderzoekend en/of ontwerpnd leren.

Al met al kan gesteld worden dat het onderwijsveld nog niet klaar is voor onderzoekend en ontwerpnd leren, en er dus laagdrempeliger didactische 'tussenmodellen' nodig zullen zijn, gecombineerd met een intensievere en meer gefaciliteerde vorm van professionalisering. VTB-pro, het landelijke nascholingstraject voor (aspirant) leraren dat in 2008 van start is gegaan, maakt wat dat betreft een grotere kans vanwege een uitgebreider kennisaanbod en een intensievere vorm van begeleiding op de werkvloer, mits ook gekeken wordt naar een didactiek van onderzoekend en ontwerpnd leren die beter aangepast is aan de huidige onderwijspraktijk.

Eindconclusie

De nascholingen LOOL en Pollen hebben in de meeste gevallen qua didactiek en vakinhoud geen lange-termijn effect gehad op de handelingspraktijk van de onderzochte leraren. Desondanks zijn er wel leerprocessen aan te wijzen, die zich uiteten in een veranderde attitude ten aanzien van onderzoekend en ontwerpnd leren in het natuur- en techniekonderwijs. De beoogde veranderingen in lesgeven en leren in het onderwijs in natuur(wetenschap) en techniek die moeten uitmonden in onderzoekend en ontwerpnd leren, zijn zeer complex. Om bekwaam te worden in uitvoering van onderzoekend en ontwerpnd leren moeten leraren een forse portie pedagogical content knowledge ontwikkelen en complexe nieuwe vaardigheden oefenen in de eigen lespraktijk. Dat kost veel meer dan drie sessies nascholing en enkele bezoeken in de klas voor coaching (Fullan, 2001; Joyce & Showers, 1996; Loucks-Horsley et al, 1998; van Driel et al, 2001; Appleton, 2008).

Om blijvende veranderingen tot stand te brengen is een laagdrempeligere, en leraar- en leerlingvriendelijkere didactiek nodig, vergezeld van een groter kennisaanbod en intensievere begeleiding. Brenda Keogh en Stuart Naylor (1999) en Simon et al (2008) hebben didactiek ontwikkeld die een goede opstap kan zijn naar onderzoekend leren met een lage drempel. Voorbeelden zijn hun concept cartoons, science poppen en "talking science, thinking science".

Een langer leertraject kan bereikt worden door via nascholing netwerken te bouwen die langer leven dan de nascholing zelf. In de regio Amsterdam gebeurt dit onder andere via de academische opleidingsscholen en schoolgerichte nascholing. Meer intensieve begeleiding kan slechts beperkt gerealiseerd worden. Wij doen dat in een onderzoeksproject en proberen in de begeleidingscomponent van VTB Pro peer coaching te organiseren naast expert coaching.

Grote veranderingen in lesgeven vereisen daarnaast ook veranderingen in het systeem (systemic change), zoals ondersteuning in de school en van het systeem buiten de school, onder andere in inspectie en examinering (Fullan, 2001).

In de VTB Pro trajecten proberen wij de effecten van nascholing te registreren via vragenlijsten en interviews zoals in deze studie, maar ook via systematische observatie in klas en school tijdens begeleidingsbezoeken, en via videoregistratie en codering van lessen. Toekomstige onderzoeksresultaten zullen moeten uitwijzen of deze intensievere aanpak vruchten afwerpt.

Referenties

- Appleton, K. (2008). **Developing science pedagogical content knowledge through mentoring elementary teachers**. Journal of Science Teacher Education, 19, 523-545.
- Aubusson, P., Steel, F. (2002). **Evaluation of primary Investigations**. Australian Academy of Science. www.science.org.au/pi/evaluation.pdf
- Van Driel. J.H., Beijjaard, D., Verloop, N. (2001), **Professional development and reform in science education: The role of teachers' practical knowledge**. Journal of Research in Science Teaching, 38(2), 137-158.
- Fullan, M. G. (2001). **The New Meaning of Educational Change** (3rd edition). Teachers College, Columbia University, New York and London.
- Joyce, B. Showers, B. (1988). **Student Achievement through Staff Development**. Longman, New York.
- Kemmers, P. en Van Graft, M. (2007). **Onderzoekend en Ontwerpnd Leren bij Natuur en Techniek**. Stichting Platform Bèta Techniek, Den Haag.
- Keogh, B., Naylor, S. (1999). **Concept cartoons, teaching and learning in science: an evaluation**. International Journal of Science Education, 21(4), 431-446.
- Loucks-Horsley, S., Hewson, P.W., Love, N., Stiles, K.E. (1998). **Designing Professional Development for Teachers of Science and Mathematics**. Corwin Press.
- Simon, S., Naylor, S., Keogh, B., Maloney, J., Downing, B. (2008). **Puppets promoting engagement and talk in science**. International Journal of Science Education, 30(9), 1229-1248.

6. Zijn basisscholen klaar voor onderzoekend en ontwerpend techniekonderwijs? Een steekproef onder VTB-scholen

Lisette van Cuijck, Hanno van Keulen en Wim Jochems

Samenvatting

Onderzoekend leren zou een effectieve vorm van wetenschapsonderwijs zijn, zo blijkt uit onderzoek. Specifiek voor techniekonderwijs zou een ontwerpde didactiek werken. Een combinatie van ontwerpen en onderzoeken lijkt dus de ideale didactische benadering om wetenschaps- en techniekonderwijs in Nederland een impuls te geven. Maar sluit dat wel aan bij de huidige praktijk? In dit hoofdstuk presenteren de onderzoekers Lisette van Cuijck, Hanno van Keulen en Wim Jochems de bevindingen van een exploratief onderzoek in enkele scholen die al jaren techniekonderwijs op het programma hebben staan (VTB voorloperscholen). Hoe ziet hun techniekonderwijs eruit? En is dat een goed startpunt voor de invoering van ontwerpend en onderzoekend wetenschaps- en techniekonderwijs?

De onderzoekers vroegen 19 leraren van VTB-scholen een vragenlijst in te vullen en namen hen vervolgens een interview af. Uit de analyse van deze gegevens blijkt:

- dat het merendeel van de onderzochte leraren positief staat tegenover techniekonderwijs, waarbij het enthousiasme van de kinderen als belangrijke factor wordt genoemd.
- dat techniekonderwijs over het algemeen een praktisch karakter heeft, waarbij de kinderen actief bezig zijn; de rol van de leraar beperkt zich vaak tot het handhaven van de orde in de klas en het beantwoorden van vragen van leerlingen.
- dat er een verschil lijkt te zijn tussen leraren die de focus voor techniekonderwijs leggen op het maken van een product en leraren die het maken van een product als middel zien om te leren. De meeste leraren uit de steekproef kiezen voor het maken van een product als doel van een techniek activiteit, waarbij reflectie op en verdieping van de activiteit vaak ontbreekt.
- dat de concepten 'techniek' en 'wetenschap' voor veel leraren nog geen heldere en duidelijk afgebakende begrippen zijn.

Op basis hiervan stellen de onderzoekers dat het draagvlak voor techniekonderwijs onder de onderzochte basisschoolleraars in voldoende mate aanwezig is. Maar dat de vervolgstap richting onderzoekend en ontwerpend wetenschaps- en techniekonderwijs niet eenvoudig is en dat leraren geen eenduidige definitie hanteren van de begrippen techniek(onderwijs) en wetenschap. Het is velen niet duidelijk wat techniek (in de klas) wel en niet is, en wat onder wetenschap en wat juist onder techniek wordt verstaan wanneer we het hebben over 'wetenschap en techniek'. Dit is ook terug te zien in de activiteiten die door deze leraren voor techniekonderwijs worden geselecteerd. Leraren zijn hierbij meer gefocused op het eindproduct dan op het leerproces van de leerlingen. Als lesactiviteiten worden geselecteerd op basis van deze (mis)concepties, heeft dit als consequentie dat het lesaanbod op het gebied van techniek in veel scholen of klassen niet overeenkomt met wat de Nederlandse overheid, VTB en andere betrokken partijen onder wetenschaps- en techniekonderwijs verstaan. Momenteel lijkt dit deels inderdaad zo te zijn.

De onderzoekers noemen dit een fundamenteel knelpunt bij het (vorm)geven van kwalitatief goed onderzoekend en ontwerpend wetenschaps- en techniekonderwijs en stellen dat hier een taak ligt voor de VTB-Pro scholingstrajecten.

Inleiding

Wereldwijd worden programma's opgezet om wetenschap en techniek een impuls te geven. In de Nederlandse praktijk is merkbaar dat veel scholen op zoek zijn naar een goede manier om dit onderwijs vorm te geven en in te bedden in het curriculum.

In een recent rapport van de Europese Commissie (Rocard, 2007) wordt onderzoekend leren als een effectieve vorm van wetenschapsonderwijs naar voren gebracht. Kritische denkvaardigheden en reflectie kunnen leerlingen in staat stellen betekenis te geven aan verzamelde onderzoeksgegevens (Rocard, 2007). Specifiek voor techniekonderwijs wordt vaak uitgegaan van een ontwerpende didactiek (Wilson & Harris, 2004). Deze beide vormen van leren zouden leerlingen uitdagen en hun interesse stimuleren.

Een combinatie van een onderzoekende en ontwerpende didactische benadering lijkt een positief effect te kunnen hebben op het Nederlandse wetenschap- en techniekonderwijs. Dit idee, tevens een van de pijlers van het VTB-Pro programma (Kuijpers & Walma van der Molen, 2007), willen we nader onderzoeken. In dit hoofdstuk wordt aan de hand van de bevindingen uit een exploratief onderzoek in enkele voorloperscholen op het gebied van techniekonderwijs een beschrijving en analyse gegeven van de huidige situatie. We taxeren in hoeverre de huidige situatie een goede startpositie is voor de invoering van onderzoekend en ontwerpend wetenschap- en techniekonderwijs.

Leraren basisonderwijs

Naast de didactische benadering speelt de leraar een grote rol: deze bepaalt uiteindelijk hoe het onderwijs in de klas vorm krijgt. Met name wanneer het gaat om wetenschap en techniek, waar weinig basisschoolleraren in hun vooropleiding vertrouwd mee zijn geraakt, is het belangrijk rekening te houden met leraarfactoren die de invoering van wetenschaps- en techniekonderwijs kunnen beïnvloeden. Door een gebrek aan kennis (Rohaan, Taconis & Jochems, 2008) en zelfvertrouwen (Hackling & Prain, 2005; Murphy, Neil & Beggs, 2007) voelen leraren zich vaak niet in staat goed wetenschaps- en techniekonderwijs te geven. Hierdoor zijn ze geneigd wetenschap en techniek niet zo snel op te nemen in hun lessen. Het programma 'Primary Connections' (Hackling & Prain, 2005), gebaseerd op het principe van onderzoekend leren, wijst uit dat het zelfvertrouwen van leraren in positieve zin te beïnvloeden is. Het programma werd op 56 basisscholen in Australië uitgevoerd en leverde positieve resultaten op wat betreft het vertrouwen van de leraar en het leren en de attitude van leerlingen (zie ook hoofdstuk 3).

Techniekonderwijs in Nederland

We kunnen in Nederland profiteren van de kennis en ervaring die in andere landen is opgedaan op het gebied van wetenschap- en techniekonderwijs, maar eerst zullen we moeten weten hoe we er zelf voor staan. De Inspectie van het Onderwijs (2005) heeft in 2004 onderzoek gedaan naar de stand van zaken omtrent de invoering van techniek in het basisonderwijs. Hieruit bleek dat nog maar weinig scholen (12%) techniek structureel een plaats in het lesprogramma hadden gegeven. Wel gaf de meerderheid van de scholen aan incidenteel iets aan techniek te doen, maar vaak werden de kerndoelen niet behaald. Verder werden grote verschillen gevonden tussen zowel de scholen als de groepen, wat betreft de hoeveelheid tijd die aan techniek besteed werd en de manier waarop techniekonderwijs vorm kreeg (Inspectie van het Onderwijs, 2005).

Met steun van met name het programma Verbreding Techniek Basisonderwijs (VTB) is er de laatste jaren veel werk verzet om techniekonderwijs een betere en structurele plaats te geven in het curriculum van basisscholen. Om te onderzoeken waar we nu staan met de invoering en uitvoering van techniekonderwijs en met name of de huidige situatie een goede voedingsbodem biedt voor de invoering van onderzoekend en ontwerpend wetenschap- en techniekonderwijs, werd een exploratief onderzoek uitgevoerd op tien scholen die we kunnen beschouwen als voorloperscholen op het gebied van techniekonderwijs: basisscholen die minimaal 2,5 jaar via het programma VTB met techniek aan de slag zijn.

Vraagstellingen en hypothesen

De vraag die we met deze studie willen beantwoorden is de volgende:

In hoeverre zijn (leraren van) voorloperscholen op het gebied van primair techniekonderwijs klaar voor onderzoekend en ontwerpend techniekonderwijs?

Om deze vraag te kunnen beantwoorden kijken we naar een aantal thema's die van belang zijn bij de implementatie van onderzoekend en ontwerpend techniekonderwijs (zie ook Hackling & Prain, 2005; Rohaan, Taconis & Jochems, 2008). Deze thema's zijn: (a) de houding van leraren ten aanzien van techniekonderwijs, (b) het concept dat leraren hebben van techniek(onderwijs) en wetenschap, (c) de invulling en vorm van de lesactiviteiten, (d) de focus van het huidige techniekonderwijs en (e) knelpunten en wensen van leraren ten aanzien van techniekonderwijs.

We hebben in deze studie te maken met scholen die in het kader van het programma VTB al enkele jaren relatief veel aandacht aan techniekonderwijs geven. Dit geeft aan dat de directie of in ieder geval een deel van de leraren geïnteresseerd is wetenschap en techniek een structurele plaats te geven in het curriculum. Of dit bij alle individuele leraren zo is, is de vraag. Daarnaast speelt ook dat een interesse of een intentie niet hoeft in te houden dat men daadwerkelijk tot actie overgaat.

De optimale situatie is dat leraren in deze scholen (a) een positieve houding hebben ten opzichte van techniekonderwijs, (b) een helder begrip hebben van de concepten techniek, techniekonderwijs en wetenschap, (c) een goed doordachte invulling geven aan techniekonderwijs, waarbij de inhoud en vorm aansluiten op de doelen die men stelt, (d) dat techniekonderwijs gericht is op het leerproces van leerlingen en dit als doel stelt, en (e) dat leraren weinig tot geen knelpunten tegenkomen bij het verzorgen van techniekonderwijs, omdat zij over voldoende middelen beschikken om knelpunten op te lossen.

Dit is wellicht een erg rooskleurig beeld; daarom gaan we in dit onderzoek uit van gematigder hypothesen. We verwachten dat leraren in VTB-scholen (a) een positieve houding hebben ten opzichte van techniekonderwijs. Door de top-down manier van invoeren, verwachten we echter dat (b) een aantal leraren geen duidelijk beeld heeft bij de concepten techniek(onderwijs) en wetenschap. Hierdoor, en door een in basisscholen vaak algemeen aanwezig gebrek aan tijd en geld, verwachten wij dat (c) lesactiviteiten in het kader van wetenschap en techniek soms afhangen van wat er (aan materiaal en tijd) beschikbaar is, in plaats van wat wenselijk is wanneer men de activiteit af zou stemmen op doelen. Doordat wetenschap- en techniekonderwijs relatief nieuw is en veel leraren met deze onderwerpen zelf niet goed vertrouwd zijn, verwachten wij dat (d) veel leraren in eerste instantie aan de slag gaan met doe-activiteiten, waarbij de focus ligt op het doen of maken in plaats van op het leren. We verwachten dat er weinig gereflecteerd wordt op de activiteiten. Tot slot verwachten wij dat (e) leraren wel degelijk knelpunten tegenkomen, op verschillende vlakken, omdat wetenschap- en techniekonderwijs moet indalen in een bestaand onderwijsprogramma en dat kan de nodige knelpunten opleveren.

De resultaten van deze studie zullen naar verwachting concrete aanknopingspunten opleveren om bij de invoering van onderzoekend en ontwerpend techniekonderwijs en bij de scholing van leraren op dit gebied aan te sluiten bij de kennis, denkbeelden en houdingsaspecten van leraren.

Methode

Deelnemers

Voor de dataverzameling werden alle basisscholen in de regio's Helmond (Noord-Brabant) en Midden- en Zuid-Limburg benaderd, die minimaal 2,5 jaar via het programma van VTB hebben gewerkt aan de invoering van techniekonderwijs binnen de eigen school. Via de projectleiders van de betreffende regionale VTB-steunpunten werden 47 scholen benaderd voor deelname aan het onderzoek. De directies en techniekcoördinatoren van de betreffende scholen ontvingen een e-mail waarin zij werden verzocht met hun school deel te nemen aan het onderzoek. Tevens werd hierin de achtergrond en het doel van het onderzoek beschreven, evenals wat er verwacht werd van de deelnemende leraren en wat de tijdsinspanning voor hen zou zijn.

Binnen de onderzoeksperiode waren tien basisscholen in de gelegenheid te participeren in het onderzoek. Binnen elk van deze scholen werd ernaar gestreefd twee leraren, een van groep 4 en een van groep 7 of 8, in het onderzoek te betrekken. Uiteindelijk hebben 19 leraren, allen afkomstig van deze tien basisscholen, aan het onderzoek deelgenomen. De steekproef bestond voor tweederde deel uit vrouwen (N=13) en een derde deel uit mannen (N=6). De leeftijden liepen uiteen van 20 tot en met 61 jaar, de gemiddelde leeftijd was 45,5 jaar. De groep waarin de leraren les gaven varieerde van groep 2 tot en met 8, waarbij beduidend meer vrouwen dan mannen werkzaam waren in de laagste groepen, zoals te zien is in tabel 1. De verdeling van het aantal leraren over de groepen is in deze tabel terug te vinden.

Tabel 1 Aantal deelnemers per groep en geslacht

Groep	Geslacht		Aantal Totaal
	Man	Vrouw	
2	0	1	1
4	0	5	5
4/5	0	3	3
6/7	1	0	1
7	3	3	6
8	1	1	2
Vakleraar 5 t/m 8	1	0	1
Totaal	6	13	19

Meetinstrumenten

In dit onderzoek werd gebruik gemaakt van een door onszelf geconstrueerde vragenlijst en een interview met de leraren.

De vragenlijst werd ingezet om naast algemene informatie (groep, geslacht, leeftijd), informatie te verkrijgen over de (technische) achtergrond van de leraar en de tijd die men aan techniekonderwijs besteedt. De vragenlijst werd tevens gebruikt als input voor het interview. De tijd die nodig was voor het invullen van de vragenlijst bedroeg maximaal 10 minuten. Wat betreft de achtergrond van de leraar werd in de vragenlijst bijvoorbeeld gevraagd naar het aantal jaren ervaring met techniekonderwijs en werden vragen gesteld als: "Heeft u een cursus Techniek gevolgd?". Wat betreft de tijd die leraren besteden aan techniek, kwamen vragen aan bod als: "Hoeveel tijd besteedt u per jaar met uw klas aan techniekonderwijs?" en "Doet u met uw klas meer, minder of net zoveel aan techniek als uw collega's binnen het team / de school?".

Het semigestructureerde interview vond plaats aan de hand van een interviewschema, opgesteld vanuit de onderzoeksvragen en de literatuur. Aan de hand van 26 vragen werd ingegaan op de volgende onderwerpen: beeld van techniek (houding, concept, doelen), vormgeving van techniekonderwijs, opbrengsten, toetsing, knelpunten en wensen. De tijd die nodig was voor het afnemen van een interview bedroeg ongeveer 45 minuten. In het interview werden, wat betreft het beeld dat de leraar van techniek heeft, vragen gesteld als: "Wat vindt u van techniek?" (houding), "Zou u een beschrijving kunnen geven van wat techniek is?" (concept) en "Wat zijn volgens u de doelen van techniekonderwijs?" (doelen). Daarnaast werd geprobeerd een beeld te krijgen van hoe techniekonderwijs in de lespraktijk van de betreffende leraar vorm krijgt, door onder andere te vragen naar een beschrijving van de laatst gegeven techniekles en het gebruik van lesmateriaal. Vervolgens werden aan de hand van vragen als "Wat leren uw leerlingen van techniekonderwijs?" de door de leraar gerapporteerde opbrengsten van techniekonderwijs in kaart gebracht. Tevens werd gevraagd naar toetsing en of de doelen die voor een techniekactiviteit worden opgesteld ook behaald worden. Tot slot

werd in het interview ingegaan op de knelpunten die leraren ervaren rondom techniekonderwijs en de wensen die zij hebben op dit gebied. Hiervoor kwamen vragen aan bod als: "Als er geen beperkingen zouden zijn zoals geld, tijd, materiaal, etc., hoe zou u techniekonderwijs dan willen inrichten?".

Procedure

Bij elk van de deelnemende leraren is zowel een vragenlijst als een interview afgenomen. Voorafgaand aan het interview ontvingen de deelnemende leraren de vragenlijst per e-mail, met het verzoek deze ingevuld mee te nemen naar het interview. De interviews vonden plaats in de scholen van de betreffende leraren en werden individueel afgenomen. In twee gevallen was dit niet mogelijk en vond het interview met twee leraren tegelijkertijd plaats, waarbij getracht werd van beide leraren de gevraagde informatie te verkrijgen.

Aan het begin van elk interview werd de achtergrond en het doel van het onderzoek nogmaals uitgelegd en kreeg de leraar de gelegenheid vragen te stellen, zodat onduidelijkheden opgehelderd konden worden. Tevens werden de leraren gewezen op het belang hun eigen mening te geven tijdens het interview en niet bijvoorbeeld het algemeen geldende beeld op de betreffende school.

Alle interviews werden met toestemming van de betreffende leraren opgenomen met behulp van een voicerecorder. De interviews werden vervolgens uitgeschreven, irrelevante tekst werd verwijderd en de gegevens werden geanalyseerd aan de hand van een coderingsschema. Dit schema kwam tot stand door een coderingsproces, waarbij de thema's die uit de literatuur naar voren kwamen (zie ook de beschrijving van de onderzoeksvragen) als startpunt werden genomen en verder werden uitgewerkt en ingevuld door middel van open codering van de data.

Resultaten

Houding

Wanneer we de leraren vroegen wat zij van techniek(onderwijs) vinden, bleken de meningen over het algemeen positief te zijn. Reacties werden gegeven als "leuk", "heel interessant", "heel erg boeiend" en "heel belangrijk". Aanvullende reacties waren: "je krijgt echt iedereen [de leerlingen] bij die technieklessen betrokken" en "het is een superleuke uitdaging voor hen [de leerlingen], en voor jezelf ook". Veel leraren met een positieve instelling ten opzichte van techniek gaven aan dat de enthousiaste reacties van hun leerlingen hier een belangrijke rol in speelden: "als je ziet wat voor reacties het aan de kinderen ontlokt als je daarmee bezig bent, dat is super om te zien" en "mij boeit het zelf als persoon, omdat ik merk dat het kinderen ook enorm kan boeien".

Een deel van de leraren gaf echter ook aan "zelf niet technisch aangelegd te zijn". Een aantal van deze leraren vond techniek daarom een "uitdaging om ermee aan de slag te gaan", anderen waren wat minder enthousiast over het geven van techniekonderwijs. Deze laatste groep gaf tevens aan over weinig kennis op dit gebied te beschikken. Een van deze leraren zei het volgende: "Ikzelf heb er helemaal niks mee. Ik ben ook niet iemand die zegt, ik wil het graag gaan leren. Nee." Deze leraar gaf daarnaast aan: "Ik denk wel dat het hartstikke leuk is voor de kinderen, het is weer eens iets anders. . . . Ik denk dat dit gewoon een aanwinst is, meer techniek in de klas."

Samenvattend kunnen we stellen dat het merendeel van de onderzochte leraren positief bleek te staan tegenover techniekonderwijs. Het enthousiasme van de kinderen werd daarbij als belangrijke factor genoemd. Enkele leraren gaven aan persoonlijk weinig met techniek te hebben. Zij benadrukten wel het belang van techniek voor de leerlingen.

Concepten

- **Techniek** - Tijdens het interview werd aan de leraren gevraagd een beschrijving te geven van 'techniek'. Een vakleraar techniek beschreef techniek als: "alles wat door de mens gemaakt wordt en wat door hem gebruikt wordt om dingen te verbeteren, gemakkelijker te maken, als hulpmiddel voor of in zijn leven". Hoewel enkele leraren meteen een definitie van techniek klaar hadden, gaf een groot aantal leraren aan dat zij het moeilijk vonden een goede be-

schrijving te geven: “techniek is heel erg breed en dat is dus een echt knelpunt waar ik zelf merk dat ik tegenaan loop: hoort dat nu wel bij techniek of hoort dat niet bij techniek?” Het merendeel van de ondervraagde leraren antwoordde in eerste instantie dat techniek een breed gebied bestrijkt: “techniek kun je niet vangen in één woord, het is heel veel” en “techniek is heel breed” waren veelgegeven antwoorden. Na doorvragen werden vaak toch wat specifiekere beschrijvingen gegeven of werd een opsomming gegeven van voorbeelden of deelgebieden van techniek: “tandwielen, pneumatiek, beweging, constructie, van dat soort termen” en “alles wat geconstrueerd kan worden heeft met techniek te maken; constructies, dat is voor mij techniek, dingen maken of met stroom dingen”. Andere beschrijvingen richtten zich op algemene kenmerken van techniek: “techniek is iets in elkaar zetten met materialen” en “hoe werken dingen en hoe kun je dingen in werking zetten?”

Er werden door de leraren verschillende beschrijvingen gegeven van het concept 'techniek', sommige beschrijvingen rijker dan anderen. Er waren echter ook leraren die een ander soort betekenis gaven aan het woord 'techniek', een betekenis zoals niet bedoeld wordt in het kader van techniekonderwijs. Om duidelijk te maken wat we hier bedoelen, beginnen we met een omschrijving van techniek van een van de leraren: “Overal heb je techniek voor nodig. . . . Overal gebruik je techniek bij: fietsen, het ronddraaien, de lamp als die gaat branden, de dynamo, dat is ook weer een stukje techniek. . . . Om een deur te openen, waarom gaat die open? . . . Ik denk dat overal een stukje techniek in zit.” Een andere leraar reageerde hier als volgt op: “Zelfs de tuin harken, daar denk ik dan aan, het is mooi weer. Nee, maar ik bedoel, dat is ook een bepaalde techniek van. Of ik noem maar wat wij vroeger kregen, handwerken.” Deze laatste leraar gebruikt, net als een aantal andere leraren, het woord 'techniek' in een betekenis die wij in het kader van techniekonderwijs niet voor ogen hebben. Een ander voorbeeld van techniek in deze onbedoelde betekenis komt naar voren in het laatste gedeelte van de volgende uitspraak: “Je hebt dingen die technisch zijn, zoals bijvoorbeeld bepaalde apparaten, en je hebt ook een bepaalde techniek om dingen aan te leren.”

- **Wetenschap** - Over het algemeen gaven leraren aan het lastig te vinden om te beschrijven wat wetenschap inhoudt, laat staan om de relatie tussen wetenschap en techniek te beschrijven. Het concept 'wetenschap' en het verschil tussen wetenschap en techniek werden door de leraren op verschillende wijze ingevuld. Zo zagen sommige leraren techniek als toegepaste wetenschap: “wetenschap is meer de theorie erachter, techniek is meer de praktische uitvoering”. Uit verschillende antwoorden bleek tevens dat door een aantal leraren begrippen met elkaar werden verward. Zo gebruikte een leraar de term 'techniek' als synoniem voor 'natuurkunde': “Deze lessen uit de methode, zijn dat technieklessen? Ja, want het is een methode, daar zitten biologische en natuurkundige, dat zit door elkaar heen. En ja, dat is ongeveer fifty-fifty. Soms heb je thema's die zijn meer naar de biologiekant en de andere keer zitten ze meer naar de techniekkant.” Dat natuurkunde volgens leraren vaak erg dicht tegen techniek aanligt, komt ook naar voren in deze uitspraak: “Bij techniek denk ik meer aan het natuurkundige gedeelte en wetenschap denk ik ook meer het scheikundige erbij”.

Deze onduidelijkheid bij leraren met betrekking tot de concepten 'wetenschap' en 'techniek' is tevens terug te zien in de activiteiten die leraren noemden, toen zij gevraagd werden de laatst uitgevoerde techniekactiviteit te beschrijven. Een activiteit die naar aanleiding van deze vraag door veel leraren genoemd werd, is 'Drijven en zinken', een activiteit waarbij de leerlingen door middel van proefjes moeten onderzoeken welke voorwerpen drijven en welke zinken, en welke eigenschappen van het voorwerp ervoor zorgen of het blijft drijven of niet. Op een aantal scholen werden de natuurmethoden gescreend op de aanwezigheid van techniekactiviteiten. Activiteiten die in dit kader werden genoemd, waren, naast 'Drijven en zinken', 'Luchtdruk en waterdruk', 'Vloeistoffen en vaste stoffen' en 'Zoet en zout water'. Dit zijn activiteiten die weliswaar goed passen binnen 'wetenschap en techniek', maar die beter aansluiten bij wetenschap dan bij techniek.

Samenvattend kunnen we stellen dat de concepten 'techniek' en 'wetenschap' voor veel leraren nog geen heldere en duidelijk afgebakende begrippen zijn. Dit zien we tevens terug in de lesactiviteiten die met de klas worden gedaan. Hier zullen we in de volgende paragraaf wat uitgebreider op ingaan.

Techniek in de klas

Aan de leraren werd gevraagd naast een algemene beschrijving van techniek ook een beschrijving van techniek in het onderwijs te geven. Een aantal leraren richtte zich in deze beschrijving op de onderwerpen en/of werkvormen die in technieklessen aan de orde komen: “bouwen, met constructie bezig zijn, dingen zelf ontdekken op technisch gebied” en “je hebt die vier domeinen dat ze iets moeten ontwerpen en ze moeten erover nadenken”. Anderen richtten zich op het kennismaken met techniek en het bewustmaken van de aanwezigheid van techniek om ons heen. Veel leraren lieten in hun beschrijving ook hun werkwijze hierin zien: “op een speelse manier kinderen met bepaalde verschijnselen of bepaalde dingen in aanraking laten komen die ze eigenlijk in hun verdere omgeving ook wel tegen komen, maar niet bij nadenken”, “het zien van nieuwe technieken, het uitproberen van technieken, er achter komen welke dingen bij techniek horen, dat ze er ook in hun eigen wereld mee te maken hebben dan ze zelf denken” en “het kennismaken met de materialen, het ontdekken hoe dingen in elkaar zitten, en hoe je ook dingen in werking kunt zetten, maar ook hoe dingen werken, en dat ontdekken”.

Uit de beschrijvingen die leraren gaven, blijkt dat leerlingen tijdens techniekactiviteiten over het algemeen actief aan de slag gaan. Een deel van de leraren gaf aan dat het in techniekonderwijs niet draait om kennisoverdracht, maar om het leren door ervaring, door het zelf te ontdekken: “Zelf onderzoekend bezig zijn, kinderen onderzoekend te laten ervaren van, ah, zo zit dat. Niet vertellen, maar ervaren hoe het werkt” en “dat kinderen zelf technieken gaan uitproberen, nieuwe dingen voor hen, of juist dingen waar ze dagelijks mee bezig zijn, en dat ze in de gaten krijgen van hé, verhip, als ik dit zo en zo aan elkaar maak, dan gaat er een lampje branden of zoiets. Ze drukken op een knop en er brandt licht, maar wat er tussendoor gebeurt, als ze dat zien, dan is de cirkel rond.” Het merendeel van de leraren beschreef techniekonderwijs als “praktisch” en “met je handen bezig zijn”. Een aantal leraren gaf aan hierin een verschil te zien met onderwijs in andere vakgebieden, zoals taal en rekenen. Andere leraren zagen juist weinig verschil, omdat zij ook bij andere vakgebieden een activerende werkvorm inzetten.

Zoals reeds besproken in de vorige paragraaf, werd de leraren tevens gevraagd de laatst uitgevoerde activiteit in het teken van techniekonderwijs te beschrijven. Er werd een grote verscheidenheid aan activiteiten genoemd. Hier volgen enkele voorbeelden. Een leraar deed de volgende activiteit met de klas: “Ik heb ook eens met de kinderen vliegtuigjes gevouwen. Ook dat is techniek, om te kijken hoe vliegt dat vliegtuigje. En wie houdt hem het langste in de lucht en waardoor komt dat? Dat hadden we wel besproken: hoe komt het dat die van jou beter gaat dan die van mij?” Een andere leraar beschreef de techniekactiviteiten als volgt: “We hebben een compleet leerprogramma vanaf groep 5. Daar staat in wat we doen. Daar zijn altijd praktische opdrachten bij, iets maken. Bijv. zo'n auto-otje. Maar dat staat dan ook in het teken van vervoer. Hoe ziet het vervoer eruit door de jaren heen. Hoe kun je overbrengen, hoe is het treinverkeer. Hoe zit dat logistiek in elkaar. Dus we proberen aan die praktische invulling, die twee lessen per keer dat ze bij me zijn, komt altijd een stukje technisch tekenen, informatie verwerven. Dat doen we, we gaan in de handvaardigheidles, zijn we dan bezig met bv. die auto. Daar werken we tot een uur of 11 aan. Bijna de hele morgen en daarna gaan we hier in de klas met dat onderwerp aan de slag. Een technische tekening maken, een ontwerp, achtergronden zoeken, dvd's materiaal.” Daarnaast werden er ook activiteiten genoemd als deze: “Tegen de sinterklaastijd, dan moeten ze een Piet of Sinterklaas helemaal nakleuren vanaf een voorbeeld. Dat is meer tekening lezen noem ik het dan maar, ja dat kun je ook wel als techniek zien.” Het is de vraag in hoeverre deze laatste activiteit bijdraagt aan het bereiken van de kerndoelen voor 'natuur en techniek', en als zodanig een activiteit is die we onder techniekonderwijs kunnen scharen.

De technieklessen van de onderzochte leraren zijn vrijwel altijd praktisch ingericht, waarbij de kinderen actief bezig zijn, veelal met het maken van een product, zoals een auto, een molen of een brug, waarbij het gebruikte materiaal kan verschillen. Een groot deel van de leraren gaf aan gebruik te maken van gevormde materialen als Lego, Lego Dacta, K'nex en Spectro. Een aantal van de leraren laat de kinderen hierbij een voorbeeld nabouwen, een aantal leraren geeft de kinderen bij het gebruik van deze materialen geen opdracht, maar laat hen hierin vrij. Het merendeel van de leraren gaf aan de leerlingen bij deze activiteiten nauwelijks te begeleiden. Naast gevormde materialen wordt er door de onderzochte leraren ook veel gebruik gemaakt van leskisten of opdrachten uit de Techniek Torens, waarbij de kinderen in groepjes met verschillende opdrachten bezig zijn. Vaak gebeurt dit in een circuitmodel, waarin de leskisten per les rouleren tussen de groepjes. Zoals reeds beschreven in de vorige paragraaf werkt men op een aantal scholen vanuit een natuurmethode, die is gescreend op de aanwezig-

heid van techniekactiviteiten, of worden er proefjes of activiteiten van internet of uit een bronnenboek gehaald.

De activiteiten die leraren met hun klas uitvoeren op het gebied van wetenschap, zijn over het algemeen onderzoekend van aard (zie ook de vorige paragraaf). Leerlingen onderzoeken een bepaald fenomeen, bijvoorbeeld dat sommige voorwerpen en materialen drijven en anderen zinken. Door dit zelf te onderzoeken zouden leerlingen algemene regels moeten kunnen ontdekken en zodoende leren. Naast onderzoekend leren wordt ook het leren door kennisoverdracht door enkele leraren toegepast, of wordt met de leerlingen in gesprek gegaan over een bepaald onderwerp.

Enkele leraren gaven aan dat de leerlingen de opdrachten zelfstandig maken en dat de leraar tijdens de activiteit beschikbaar is voor het beantwoorden van vragen van leerlingen. Andere leraren roepen juist de hulp in van een aantal ouders om de leerlingen te begeleiden. Dit lijkt deels afhankelijk van de leesvaardigheid en het gedrag van de doelgroep; bij onderbouw of speciaal basisonderwijs wordt vaker hulp ingeroepen. Een aantal leraren gaf aan er tijdens de techniekactiviteiten met name voor te zorgen dat de orde bewaard wordt en dat de activiteit organisatorisch goed verloopt. Slechts enkele leraren gaven aan actief te participeren in het leerproces van de leerlingen, door de leerlingen door middel van het stellen van vragen uit te dagen tot een actieve en onderzoekende houding.

Samenvattend kan gezegd worden dat techniekonderwijs over het algemeen een praktisch karakter heeft, waarbij de kinderen actief bezig zijn. De rol van de leraar beperkt zich vaak tot het handhaven van de orde in de klas en het beantwoorden van vragen van leerlingen. Het lesmateriaal verschilt per school en is afhankelijk van de voorkeur van de betreffende school en leraar.

Focus van techniekonderwijs

Ligt de focus van techniekonderwijs in de praktijk op het leerproces van de leerlingen of op het eindproduct? Het merendeel van de onderzochte leraren gaf aan dat, als er doelen voor een techniekactiviteit worden gesteld, het maken van een product vaak het einddoel is. Als leerlingen worden beoordeeld, is dat vaak op basis van dit product of niet-inhoudelijke procesaspecten (bijvoorbeeld samenwerking met anderen).

Zoals reeds besproken in de vorige paragraaf, gaven leraren over het algemeen aan wel aanwezig te zijn voor vragen van leerlingen, maar hierbij niet actief de verdieping op te zoeken. Slechts enkele leraren gaven aan naast het maken van producten een verdieping aan te brengen. Deze leraar beschrijft zijn eigen ontwikkelingsproces hierin: “Als oud-handvaardigheidleraar merkte ik, [naam] heeft me dit ook al eens gezegd, die zei, je bent erg ambachtelijk bezig. Dat was ik toen ook. Ik was erg ingesteld op iets, het product. Het was heel gevarieerd, en ik pakte van alles wat. Maar ik vond inderdaad, als je een vogelnestkastje maakt, dan is dat leuk, doen we nog, maar dat vind ik niet meer techniek. Dan ben je op een oude ambachtsschool bezig. Ik vind voor onze kinderen, kinderen van deze tijd, moet het dieper liggen. De science-kant zie ik meer in proefjes, in kleine experimentjes, en dat in relatie met de wereld om je heen. Dat is iets wat ik eigenlijk pas de laatste 2 jaar bewust doe. Ik wil dat het dieper zit. Dat men ook gaat denken: Hoe kan dat nou? Waarom doen we dat eigenlijk, een vogelnestje maken? Wat is er dan veranderd dat we dat nu moeten doen? Hoe kun je dat doen zodat eh, zijn er maten aan verbonden? Waarom is dat zo? Wat moet je beschermen? Het moet meer zijn dan dat productje.”

Samenvattend: er lijkt een verschil te zijn tussen leraren die de focus voor techniekonderwijs leggen op het maken van een product en leraren die het maken van een product als middel zien om te leren. De meeste leraren uit onze steekproef kiezen voor het maken van een product als doel van een techniekactiviteit, waarbij reflectie op en verdieping van de activiteit vaak ontbreekt.

Knelpunten en wensen

Een vakleraar techniek gaf aan geen knelpunten te ondervinden met betrekking tot techniekonderwijs: “Wij hebben die knelpunten niet, omdat mijn school prioriteiten legt bij techniek”. De meeste leraren bevinden zich echter in een andere situatie, waarin vele vakken en andere zaken aandacht vragen van zowel de leraar als van het schoolbestuur. De knelpunten die door hen genoemd werden liggen op het vlak van materiaal, tijd, hulp, de eigen kennis en de ruimte die ter beschikking staat voor techniek.

Het merendeel van de leraren gaf aan een tekort aan materiaal als voornaamste knelpunt te ervaren. Reacties werden gegeven als: “weinig materiaal” en “de leerlingen zouden heel veel hebben aan materialen en spellen”. Onder 'materiaal' wordt door de onderzochte leraren zowel lesmateriaal verstaan dat specifiek bedoeld is voor techniekonderwijs, als gebruiks- en verbruiksmateriaal dat nodig is bij het uitvoeren van bepaalde techniekactiviteiten. Leraren willen graag “echte handreikingen voor techniek, echte methoden voor techniek, de spullen erbij, dat je gewoon kunt pakken, de les doorlezen en voorbereiden, en dat je kunt beginnen”. Naast een tekort aan materialen, werden ook het zelf moeten verzamelen van materiaal en het controleren van het materiaal na gebruik in de klas genoemd als knelpunt: “als je wat doet, dan moet je er [de materialen] zelf achteraan” en “Lego Dacta materialen, dat zijn hele dure dozen met technisch lego. Ja, daar moet je dan echt zorgen dat het nauwgezet na iedere ronde gecontroleerd wordt en weer aangevuld wordt”.

Specifiek in de onderbouw spelen nog een aantal andere knelpunten met betrekking tot het materiaal. Leraren gaven aan dat er voor deze doelgroep minder materialen beschikbaar zijn dan voor de bovenbouw: “[ik wil graag] meer activiteiten voor groep 4, de techniekcoördinator heeft materialen gekocht, maar ook meer voor de bovenbouw”. Daarnaast gaven leraren aan dat er meer op de bovenbouw dan op de onderbouw wordt ingezet bij het invoeren van techniek: “het is hier opgebouwd vanaf groep 5, de onderbouw hangt er qua techniek maar een beetje bij”.

Ook gaf een aantal leraren van de lagere groepen of het speciaal basisonderwijs aan dat de (schaars aanwezige) hulp van ouders noodzakelijk is voor het goed kunnen laten verlopen van een techniekactiviteit: “ja, ouders, dat is moeilijk” en “als je te weinig ouders hebt, dan is het heel leuk dat je die kisten hebt, maar dan kun je helaas gewoon niks”.

Naast een tekort aan materialen en te weinig hulp, werden ook een gebrek aan tijd en een te hoge werkdruk door verschillende leraren als knelpunt genoemd. Leraren ervaren een gebrek aan tijd voor de voorbereiding en het verzamelen van materialen: “dat ik het [de opdrachten] zelf niet allemaal gemaakt heb, maar die werkdruk is hier al zo hoog, dat ik daar dus echt niet aan begin”. Bovendien gaf een aantal leraren aan dat het programma te overladen is: “we zitten met zoveel vakken en dat [techniek] moet er dan ook nog bij” en “de programma's in de klas zijn natuurlijk wel heel erg zwaar beladen met van alles en nog wat en techniek is dan weer een nieuw vak erbij”. Een leraar verwoordde dit probleem als volgt: “De tendens in het onderwijs is dat er steeds meer gevraagd wordt”. Een wens die een leraar op dit gebied uitte: “Langer techniek doen en het als les inroosteren, klassenoverstijgend, zodat je de verantwoording kunt delen”. Een andere leraar wees verder nog op het belang ook de onderwijsinspectie te overtuigen van het nut van techniek: “Zolang als dat niet op de werkvloer in de klas wordt gedragen, maar ook door een inspectie niet wordt gezien als iets waardevols, is het bijna gedoemd te mislukken”.

Behalve deze omgevingsfactoren, lijkt ook de eigen kennis van leraren op het gebied van techniek(onderwijs) een rol te spelen. Een leraar gaf aan “mijn eigen kunnen, de scholing daarin” als knelpunt te ervaren. Andere leraren verwoordden het als volgt: “ik loop tegen mezelf aan, dat ik gewoon dingen na moet zoeken, omdat ik er zelf ook niet veel van afweet”, “ik zou zelf graag wat meer van techniek willen weten om het vak goed te kunnen geven” en “ik heb totaal geen idee wat je bij techniek zou kunnen doen bij de kleuters, ik denk dat er veel en veel meer mogelijkheden zijn, maar ik zou het dus echt niet weten”.

Tenslotte werd ook het ontbreken van een technieklokaal genoemd als knelpunt: “je zit al met een ruimte die je niet tot je beschikking hebt, de materialen die je graag wil hebben”. Wanneer gevraagd werd hoe de leraren techniekonderwijs zouden inrichten als er geen beperkingen waren, sprak een meerderheid van de leraren zich uit voor een goed ingericht technieklokaal: “Dan zou ik een technieklokaal willen met heel veel materialen”. Wat specifieker: “Een apart technieklokaal, helemaal ingericht, ingericht met gereedschap, materiaal, machines, noem maar op, eventueel een mooie ruimte buiten” en “als er helemaal geen beperkingen zijn, dan zou je gewoon heel graag een klein VMBO in je klas willen hebben, met echt een techniekhoek, en daar bedoel ik ook mee een werktafel, materiaal, hamers, allerlei soorten gereedschap”.

Door enkele leraren werd daarnaast nog de wens uitgesproken voor een vakleraar techniek: “Ik zou het toch dan een beetje als vak gaan toepassen met de raakvlakken van wereldoriëntatie en rekenen; wel geïntegreerd, maar wel met een vakleraar” en “iemand die daar toch wel specifieke kennis over heeft en die daar waarschijnlijk meer over weet dan wij, die daar ook meer tijd voor heeft om daarmee aan de slag te gaan, iemand die op elke vraag een antwoord weet, die daar echt helemaal in thuis is”. De leraar zou in dat geval een leerling-begeleidende rol op zich kunnen nemen. De vakleraar techniek van een andere school

was het met de keuze voor een vakleraar gedeeltelijk eens: “Voordelen en nadelen, als je dat door een vakman laat doen, die zich daar alleen maar mee bezig houdt. Dan heb je volgens mij een veel hoger niveau. Alles is veel beter op elkaar afgestemd, doorgaande leerlijnen. Het is er altijd, het niet een kwestie van, nou vandaag heb ik het niet goed kunnen voorbereiden, we doen het niet”. Daarentegen gaf deze vakleraar ook aan dat het lastig is de groepsleraar bij het techniekonderwijs te betrekken. Bovendien brengt de keuze voor een vakleraar ook een risico met zich mee voor de school: “Hoe kun je ervoor zorgen dat het overdraagbaar is? Als ik ziek ben, als ik morgen dood ben, dat is het probleem.”

Samenvattend: de leraren ervaren knelpunten op het gebied van les-, gebruiks- en verbruiksmateriaal, beschikbare tijd, hulp bij de voorbereiding en uitvoering van activiteiten, de eigen kennis van techniek(onderwijs) en de ruimte die ter beschikking staat voor techniek. Zij spraken de wens uit voor een goed ingericht technieklokaal en in mindere mate voor een vakleraar techniek.

Conclusie en discussie

Bij de interpretatie van de resultaten moet er rekening mee worden gehouden dat de leraren aan dit onderzoek deelnamen op vrijwillige basis. Door eerst de scholen te benaderen en vervolgens de leraren binnen die scholen, heeft in principe een dubbele selectie plaatsgevonden. Dit kan van invloed zijn geweest op de resultaten, waardoor deze mogelijk een vertekend beeld kunnen geven.

Aan dit onderzoek hebben leraren van VTB-scholen deelgenomen. Wij gaan ervan uit dat deze scholen over het algemeen verder gevorderd zijn met het invoeren van wetenschap en techniek dan andere scholen. Tevens gaat het om kwalitatief onderzoek met een relatief kleine steekproef uit het Zuid-Oosten van Nederland, waardoor de generaliseerbaarheid beperkt is. Ook dit moet men in het achterhoofd houden bij de interpretatie van de onderzoeksresultaten.

De resultaten laten zien dat het draagvlak voor techniekonderwijs onder de onderzochte basisschoolleraren in voldoende mate aanwezig is. Dit komt overeen met onze verwachting dat leraren in VTB-scholen een positieve houding hebben ten opzichte van techniekonderwijs. Daarnaast komt echter, ook conform onze verwachtingen, uit de resultaten naar voren dat leraren geen eenduidige definitie hanteren van de begrippen techniek(onderwijs) en wetenschap. Het is veel leraren niet duidelijk wat techniek (in de klas) wel en niet is en wat onder wetenschap en wat juist onder techniek wordt verstaan wanneer we het hebben over 'wetenschap en techniek'. Dit is ook terug te zien in de activiteiten die door deze leraren voor techniekonderwijs worden geselecteerd. Men zou in dit verband kunnen spreken van misconcepties. Als lesactiviteiten worden geselecteerd op basis van deze (mis)concepties, heeft dit als consequentie dat het lesaanbod op het gebied van techniek in veel scholen of klassen niet overeenkomt met wat de Nederlandse overheid, VTB en andere betrokken partijen onder techniekonderwijs verstaan. Momenteel lijkt dit deels inderdaad zo te zijn.

Wat verder in dit onderzoek naar voren kwam, is dat er momenteel verschillende lesmaterialen worden ingezet bij techniekonderwijs. De lessen zijn vrijwel altijd praktisch ingericht, waarbij de leerlingen een actieve rol hebben. Veelal zijn de activiteiten echter gericht op het maken van een product in plaats van op het leerproces van de leerlingen. Er lijkt weinig gereflecteerd te worden op wat men doet, verdieping van de activiteit ontbreekt vaak. Dit komt overeen met onze verwachting op dit gebied.

Tot slot blijkt tevens uit de resultaten dat leraren een aantal knelpunten ervaren ten aanzien van techniekonderwijs. Er is vanuit de leraren het meeste behoefte aan lesmateriaal dat specifiek voor techniek ontworpen is. Daarnaast staat een goed ingericht technieklokaal bij het merendeel van de leraren bovenaan de wensenlijst.

Op basis van deze gegevens kan geconcludeerd worden dat elke onderzochte leraar in zijn of haar klas naar beste kunnen en weten met techniek bezig is. Desondanks is er hier en daar nog wel werk aan de winkel voordat er kan worden gesproken van kwalitatief goed techniekonderwijs in het curriculum van de

(VTB) basisscholen. Het gebrek aan duidelijkheid bij de leraren omtrent de concepten 'techniek' en 'wetenschap', zien wij als fundamenteel knelpunt bij het (vorm)geven van kwalitatief goed onderwijs op het gebied van 'wetenschap en techniek'. Wat dit betreft kunnen we aangeven dat in de zomer van 2008 het programma VTB-Pro van start is gegaan. Dit programma heeft zich als doel gesteld 5000 leraren en 5000 aankomende leraren bij te scholen in het (vorm)geven van wetenschap- en techniekonderwijs.

Wat levert deze studie op in het kader van ons vervolgonderzoek?

Allereerst de wetenschap dat het draagvlak voor techniekonderwijs onder leraren in VTB-scholen aanwezig lijkt te zijn, alsmede dat er een behoefte is aan lesmateriaal / techniekonderwijs dat werkt. Er wordt momenteel gewerkt met opdrachten op het gebied van onderzoeken en ontwerpen/maken. Om echter van onderzoekend en ontwerpend leren te kunnen spreken, is het tevens van belang dat de focus van het onderwijs ligt op het leren van leerlingen. Deze focus lijkt in de onderzochte steekproef nog in onvoldoende mate aanwezig om te kunnen spreken van een onderzoekende en ontwerpende didactiek. In ons vervolgonderzoek zullen wij ons richten op de effecten van een onderzoekende en ontwerpende didactische benadering binnen het vakgebied 'wetenschap en techniek'. De leraar is een belangrijke schakel tussen de didactische benadering / het lesmateriaal en de leerlingen. Daarom is het in het kader van ons vervolgonderzoek van belang een nascholing te organiseren voor de aan het onderzoek deelnemende leraren om de kennis en ervaring van de leraren te vergroten. Deze nascholing of training zou moeten zorgen voor een verduidelijking van het vakgebied en leraren op het spoor moeten zetten onderwijs vorm te geven vanuit de doelen die men met dat onderwijs heeft. Tevens zou de training de leraren ervan bewust moeten maken dat onderwijs gericht zou moeten zijn op het leren van leerlingen en dat lesactiviteiten dit leerproces zouden moeten dienen. Vanuit de behoefte van leraren aan specifiek lesmateriaal en handvatten om techniek goed te kunnen geven, verwachten wij dat een training tevens een goede manier zal zijn om de leraren die deel zullen nemen aan het vervolgonderzoek vertrouwd te maken met de onderzoekende en ontwerpende didactiek en het daarbij ontwikkelde lesmateriaal.

Referenties

- Hackling, M.W., & Prain, V. (2005). **Primary connections: Stage 2 trial: Research report**. Australia: Australian Academy of Science.
- Inspectie van het Onderwijs (2005). **Techniek in het basisonderwijs: Technisch rapport**. Schiedam: Auteur.
- Kuijpers, J., & Walma van der Molen, J. (2007). **Wetenschap & techniek: Een rijke leeromgeving**. Den Haag: Programma VTB-Pro.
- Murphy, C., Neil, P., & Beggs, J. (2007). **Primary science teacher confidence revisited: Ten years on**. Educational Research, 49, 415-430.
- Rocard, M. (2007). **Science education now: A renewed pedagogy for the future of Europe**. Luxemburg: Office for Official Publications of the European Communities.
- 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 (DOI:10.1007/s10798-008-9055-7).
- Wilson, V., & Harris, M. (2004). **Creating change? A review of the impact of Design and Technology in schools in England**. Journal of Technology Education, 15, 46-65.

7. Techniek invoeren op de pabo

Hanno van Keulen, Lou Slangen, Lisette van Cuijck en Rens Gresnigt

Inleiding

Het programma Verbreding Techniek Basisonderwijs (VTB) startte in 2004 een project om techniek te implementeren op de pabo. In de periode 2004 tot 2008 hebben 16 pabo's individueel of in clusters gewerkt aan ontwikkelprojecten en de uitbouw van techniek in hun onderwijsprogramma's. Bij de start van het project was er op de meeste pabo's weinig tot geen aandacht voor techniek. Inmiddels zijn de projecten afgerond en kan de balans opgemaakt worden: heeft techniek zich een structurele plaats verworven op de pabo's?

In dit hoofdstuk blikken wij terug op de achtergronden voor het ontstaan van de ontwikkelprojecten (paragraaf 1) en de uitgangspunten, ambities en doelstellingen ervan (paragraaf 2). Daarna wordt op hoofdlijnen verslag gedaan van de zeven verschillende projecten die hebben plaatsgevonden (paragraaf 3). De opbrengsten en leerpunten worden vermeld (paragraaf 4 en 5) en tenslotte worden enkele conclusies en overwegingen naar voren gebracht (paragraaf 6).

1. Achtergronden programma VTB en de pabolijn

Uit onderzoek naar de positie van bètatechniek in het onderwijs blijkt dat dit vakgebied een negatief imago heeft. Jongeren vinden het te moeilijk, zwaar en onvoldoende aantrekkelijk. Met de presentatie van het "Δ-plan β|techniek; actieplan voor de aanpak van tekorten aan bèta's en technici" (2003), heeft de overheid het startschot gegeven voor een programma gericht op het aantrekkelijker maken van techniek-, en later ook wetenschapsonderwijs in Nederland. Het programma omvat tevens maatregelen om het keuzegedrag van jongeren voor wetenschap en techniek positief te beïnvloeden.

De Programmaraad VTB heeft dit Deltaplan Bèta Techniek concreet uitgewerkt in de notitie 'Bouwen aan een brede basis; Nationaal Actieplan Verbreding Techniek Basisonderwijs 2004-2010' (NAP). Daarin constateert de Programmaraad dat techniek bij uitstek een middel is om een moderne, aantrekkelijke en motiverende leeromgeving voor kinderen te realiseren. Daarnaast biedt techniek een leeromgeving die alle competenties van kinderen aanspreekt en daardoor de beste basis kan bieden voor het vervolgonderwijs.

In het NAP is de doelstelling geformuleerd dat binnen een periode van zes jaar (2004 - 2010) basisscholen en pabo's, de educatieve infrastructuur, de uitgevers en alle andere partijen op nationale schaal, duurzaam en structureel invulling geven aan de ontwikkeling van wetenschap en techniek in de basisschool. Dit is concreet gerealiseerd door de stimuleringsmaatregel VTB, die 2500 basisscholen in staat heeft gesteld met financiële steun wetenschap en techniek binnen hun school op een hoger plan te brengen. Daarnaast wordt via het inrichten van proeftuinen de aansluiting gezocht tussen PO en VO.

Beide projecten zijn onderdeel van de ketenbenadering die het Deltaplan Bèta Techniek kenmerkt: een samenhangende en intensieve aanpak in alle onderwijssectoren (primair onderwijs, voorgezet onderwijs mbo, hbo en wetenschappelijk onderwijs). Dit impliceert dat het fundament voor kennis, attitude en vaardigheden op het gebied van wetenschap en techniek al in het basisonderwijs wordt gelegd. Vervolgens kunnen leerlingen zich in het vervolgonderwijs naar eigen interesse en mogelijkheden verder ontwikkelen.

Bovenstaande kan alleen gerealiseerd worden als leraren in het basisonderwijs in staat zijn hun leerlingen op inspirerende en deskundige wijze te begeleiden bij hun wetenschappelijke en technische exploraties. Het is aan de pabo's om aspirant leraren én zittende leraren (via nascholing) op de uitoefening van deze taak voor te bereiden. Want zonder voldoende aandacht voor wetenschap en techniek op de pabo kan de keten op de basisschool niet gestart worden. Binnen het programma VTB is daarom voorzien in een pabolijn, die als doelstelling heeft een onderwijsprogramma in te richten dat (aspirant) leraren (na)schoolt

in wetenschaps- en techniekonderwijs. Deze pabolijn is inmiddels overgegaan in het nieuwe impulsprogramma VTB-Pro(fessionalisering). Met de start hiervan in 2008 is binnen het Programma VTB - in de lijn van het actieplan “Δ-plan B|techniek” - de aandacht verbreed naar 'wetenschap en techniek'.

2. De uitgangspunten van de pabolijn en kaderstellende notitie

Het curriculum van de pabo wordt voor een belangrijk deel bepaald door de praktijk van de basisschool. Daar zien we opvattingen over de ontwikkeling van kinderen en lesgeven veranderen als gevolg van bijvoorbeeld nieuwe inzichten omtrent meervoudige intelligentie, ruimte voor andere talenten en coöperatief leren. Het resultaat is een veelvormige onderwijspraktijk. Deze dynamische ontwikkelingen geven pabo's aanknopingspunten voor hun eigen ontwikkeling, zowel inhoudelijk als pedagogisch-didactisch, resulterend in nieuwe opleidingsmodellen als leren op de werkplek, vraaggestuurd leren, leren gericht op competenties, ontwerpen en onderzoeken en (de)contextualiseren van praktijk en theorie.

'Wetenschap en Techniek' is één van de nieuwe aandachtsgebieden in het basisonderwijs. Met zowel inhoudelijk als vakdidactisch eigen kenmerken, die (nog) geen gemeengoed zijn in de gemiddelde klas en op de pabo. Aardig is echter dat 'wetenschap en techniek' een uitstekend instrument blijkt om de veranderingen die momenteel gaande zijn te concretiseren en zo aan te sluiten bij andere vormen van leren. 'Wetenschap en techniek' bewijst zich als een bruikbaar instrument om andere vormen van leren te initiëren, zoals leren door doen, probleemoplossend leren en onderzoekend leren. Ook blijkt het als inhoudelijk domein goed te passen binnen het onderwijsprogramma van de basisschool. Het biedt mogelijkheden om andere onderwijsinhouden (zoals taal en rekenen) te integreren en om te functioneren als betekenisvolle context.

Het uitgangspunt van de pabolijn van VTB is dat pabo's vanuit hun primaire taakstelling - het opleiden en professionaliseren van leraren basisonderwijs - aankomende en zittende leraren in voldoende mate uitdagen en ondersteunen, zodat zij zich kunnen ontwikkelen tot startbekwame beroepsbeoefenaren in het domein van wetenschap en techniek in het basisonderwijs.

In het NAP is de doelstelling omschreven dat alle pabo's in de periode 2004-2010 wetenschap en techniek opnemen in hun competentieprofiel en in hun programma's en dat tweederde van de pabo's wetenschap en techniek in een verdiepend programma opneemt. Daarnaast moeten de pabo's nascholingsprogramma's op dit gebied ontwikkelen voor zittende leraren en techniekcoördinatoren. Een aantal pabo's zal zich vermoedelijk ontwikkelen tot kenniscentra in het domein van wetenschap en techniek in het onderwijs. Zij zullen deze kennis steeds verder aanvullen en doorontwikkelen door ervaringen uit de onderwijspraktijk en door (internationale) studie. Deze pabo's zullen vanuit hun expertise een adviserende, scholende en informerende rol vervullen in de initiële en postinitiële opleidingstrajecten.

In dit proces zullen alle pabo's keuzes moeten maken over de positionering van 'wetenschap en techniek' in hun programma's: waar gaan zij voor 'breedte' en waar voor 'diepte'. De pabo's zullen moeten aangeven hoe zij wetenschap en techniek in hun curricula verankeren: door middel van modules, leerarrangementen, integratieve leertrajecten en dergelijke in hun major en daarnaast als specialisatie via onderzoek en ontwikkeltrajecten in hun minoren. De pabo's zullen wat betreft de ontwikkeling van wetenschap en techniek vooral moeten koersen op een duurzame inbedding in een sterk veranderend onderwijsveld.

Via het pabolijnproject heeft VTB (clusters van) pabo's ondersteuning geboden om, in de vorm van ontwikkelprojecten, te werken aan de invoering van techniek. De pabolijn van VTB was een beleidsimpuls die een koers van de betrokken pabo's vroeg, maar die niet los te zien is van andere initiatieven en bewegingen (zoals Koersen op Meesterschap, Beleidsagenda Lerarenopleiding 2008). Vandaar dat VTB in ontwikkelprojecten expliciet ruimte heeft gelaten voor aansluiting bij dergelijke initiatieven en bewegingen.

De doelstellingen van de ontwikkelprojecten

In de oorspronkelijke kaderstellende notitie voor de pabo ontwikkelprojecten (VTB, 2005) staan de volgende na te streven ambities tot 2010 genoemd:

1. Door gezamenlijke uitwisseling en ontwikkeling komen tot basis-, verdiepings- en/of profileringsprogramma's en Post-HBO techniek programma's die beschikbaar zijn voor alle pabo's.
2. Het opbouwen van een gemeenschappelijke en toegankelijke kennisbasis over techniek in het curriculum van de pabo.
3. Een verankering van techniek in de doelstellingen, organisatie en het basiscurriculum zodat de studenten voldoende worden toegerust voor techniek op de basisschool, in lijn met de desbetreffende kerndoelen en de integrale benadering van techniek in andere vakken.
4. Voor studenten van alle pabo's is er toegang tot participatie in verdiepende of profilerende studietrajecten, al dan niet bij de eigen instelling.
5. Voor alle pabo's die techniek in het post-HBO traject willen realiseren zijn er nascholingsmodules beschikbaar op het niveau van oriëntatie op techniek, gevorderd toepassen van techniek en techniekcoördinator. Daarnaast zijn er hier en daar meer toegespitste pakketten beschikbaar.

In de VTB publicatie 'Techniek op de pabo' uit 2006 zijn de onderzoeksresultaten van een inventarisatie van de stand van techniek op de pabo's anno 2005 gepubliceerd. Hieruit wordt duidelijk welke gebieden nog veel ontwikkeling behoeven. We noemen bijvoorbeeld: de integrale benadering van techniek, de kunde en kwaliteit van de leraren, de ondersteuning vanuit pabo's aan het veld, de visie en praktijk in de pabo's en verbinding met het veld. Mede op basis hiervan heeft de VTB pabolijn de volgende concrete doelen geformuleerd voor de techniekontwikkelprojecten (Kaderstellende Notitie Pabo Techniekimplementatie, VTB, 2005):

1. Er is een expliciete beleidsuitspraak over de positie van techniek binnen de pabo.
2. Techniek wordt opgenomen binnen het competentieprofiel van de leraar basisonderwijs.
3. Techniek is expliciet gerealiseerd in het basisprogramma van de opleiding, al dan niet geïntegreerd in meerdere domeinen.
4. Pabo's bieden al hun studenten toegang tot een verdiepend techniekprogramma, al dan niet aan de eigen instelling.
5. Pabo's dragen bij aan het beschikbaar komen van nascholingsprogramma's techniek voor leraren die met techniek aan de slag willen en voor (aspirant)techniekcoördinatoren.
6. Er is een herkenbare integratie van opleidingsactiviteiten van de pabo met andere ontwikkelingen op het gebied van techniek in regionale projecten, lokale activiteiten van bedrijfsleven, enzovoorts.
7. De ontwikkelingen in de pabo maken deel uit van een educatieve infrastructuur waarin ook pabo's duurzaam en structureel invulling geven aan techniek.

Tegen deze achtergrond worden in dit hoofdstuk de verschillende pabo ontwikkelprojecten en de opbrengsten van de pabolijn beschreven. Zijn deze doelstellingen gehaald, wat waren de voornaamste opbrengsten, en hoe kunnen de ontwikkelingen begrepen worden? Daarbij moet worden opgemerkt dat het pabolijnproject van start ging toen de aandacht nog exclusief uitging naar techniek.

3. De ontwikkelprojecten beschreven en bekeken

In het totaal hebben 16 pabo's - bijna 50% van het totaal - deelgenomen aan ontwikkelprojecten. De volgorde van beschrijving correspondeert met de tijdsvolgorde waarin de projecten daadwerkelijk van start gingen.

'Naar energiek onderwijs met techniek' (Fontys Pabo Limburg)

Van 2004 tot 2007 heeft de Fontys Pabo Limburg (FPL) het spits afgebeten met het eerste pabo curriculumproject. Hiermee wilde de pabo een geschakeerd pakket aan bouwstenen ontwikkelen om een verankerd en vernieuwd curriculum en professionaliseringsaanbod voor techniek te realiseren. Later werd dat wetenschap en techniek. Uitgangspunt was dat het curriculum meer vraaggerichte en vraaggestuurde eigenschappen zou krijgen en gebaseerd zou worden op kenmerken van onderzoekend en ontwerpend leren. Daarnaast wilde de FPL zich ontwikkelen tot een pabo waarin kennisontwikkeling voor de basisschool een belangrijke rol speelt.

Projectdoelen en ambities

1. Techniek structureel in de visie en het beleid van de organisatie vastleggen.
2. Een techniekcurriculum, gebaseerd op hedendaagse opvattingen over competentiegericht leren, ontwikkelen, uitvoeren en op inhoudelijk en organisatieniveau structureel borgen.
3. Het ontwikkelen en onderzoeken van dwarsverbanden tussen techniek en diverse schoolvakken (natuur, rekenen, taal, geschiedenis, muziek en aardrijkskunde).
4. Het ontwikkelen en realiseren van onderwijs waarin de student in zijn onderwijspraktijk kan functioneren als onderzoeker en ontwerper van nieuw techniekonderwijs.
5. Het ontwikkelen en realiseren van specialistische of verdiepende trajecten voor techniekonderwijs op de pabo.
6. Het ontwikkelen en realiseren van nascholingsmateriaal voor leraren basisonderwijs.
7. Wetenschappelijk onderzoek doen naar de mogelijkheden van innovatieve toepassingen van techniek en ICT als didactisch gereedschap voor het ontwikkelen van technische geletterdheid (zie ook hoofdstuk acht).
8. Het ontwikkelen van een cultuur waarin toegepast wetenschappelijk onderzoek over W&T kan gedijen.
9. Het ontwikkelen en in stand houden van een ondersteuningsstructuur voor pabo en basisscholen via servicecentrum en website.

Opbredingen van activiteiten en uitvoering

- **Verankering van wetenschap en techniek in beleid en organisatie** (doelstelling 1)

Wat betreft de visie kan gezegd worden dat wetenschap en techniek in deze pabo een herkenbare plek heeft gekregen op de beleidsagenda, in het visie- en koersdocument van de FPL en structureel en integraal onderdeel uitmaakt van het onderwijsprogramma.

Bovendien functioneren de leraar en zijn leerlingen in een sociale samenleving die ingebed is in de alom aanwezige natuurlijke (fysische) wereld. Een bekwame leerkracht benut de aangeboren interesses, die kinderen voor deze wereld hebben, zodat ze zich optimaal en harmonisch kunnen ontwikkelen. Daarom vinden wij het belangrijk dat een leraar de leerling met betrekking tot de fenomenen van deze natuurlijke wereld voorgeeft in een gedrag dat tot uitdrukking komt in nieuwsgierigheid, verwondering, inspiratie, onderzoekszin, ontwerpend handelen en probleem oplossingsgerichtheid. De FPL ziet daarom in de expliciete aandacht voor natuur- en techniek-educatie en natuurwetenschappelijk denken een belangrijke pijler voor de professionele ontwikkeling van de leraar.

Citaat uit visiedocument Fontys Pabo Limburg versie Juni 2007

Wetenschap en techniek heeft in FPL ook een structurele plek in het curriculum gekregen in de vorm van diverse leerarrangementen en studietaken (van studiejaar

1 t/m 4 voor voltijd en deeltijd studenten). Kern van een leerarrangement is dat studenten gestelde doelen/criteria moeten bereiken, maar de weg erheen deels zelf kunnen bepalen. Er zijn in het curriculum vier leerarrangementen opgenomen. In het eerste leerjaar zijn dat 'Natuur en techniek natuurlijk' en 'Natuur en techniek avontuurlijk'. In het tweede en derde leerjaar zijn - passend bij centrale thema's waarlangs de hoofdfase is opgebouwd- de leerarrangementen 'Onderzoeken en ontwerpen met natuur en techniek' en 'Natuur en techniek: uitgaan van talenten' ontwikkeld. In het derde jaar is er bovendien een profilering-mogelijkheid voor studenten door het kiezen van ateliers voor techniek.

- **Integratie van techniek in schoolvakken** (doelstelling 2)

Via kortlopende activiteiten heeft de FPL de mogelijkheid tot integratie van techniek binnen andere schoolvakken verkend. Uitgangspunt daarbij was dat de eigenheid van het betreffende schoolvak niet verloren mocht gaan. Voor de gebieden muziek, rekenen/wiskunde, aardrijkskunde en geschiedenis zijn geïntegreerde techniekactiviteiten/opdrachten ontwikkeld. De techniekactiviteiten zijn door studenten in de praktijk toegepast en zijn geëvalueerd. Opvallende inhoudelijke uitkomst is dat een succesvolle verbinding tussen techniek en alle schoolvakken mogelijk is, maar dat een dergelijke verbinding pas krachtig wordt als wordt aangesloten bij de didactische fundamenteen en doelstellingen van beide vakken. Voor de verbinding tussen rekenen/wiskunde en techniek is een uitgebreidere aanvullende studie gedaan die geleid heeft tot nieuwe inhoudelijke kennis en producten.

- **Overige programma-onderdelen** (doelstelling 4, 5, 6, 8)

De pabo heeft voor derde en vierdejaars studenten profileringsprogramma's ontwikkeld en uitgetoetst. Deze programma's werden door de studenten zelf mede vormgegeven. De profileringsprogramma's zijn nu verankerd in het derde en vierde leerjaar en worden als keuzetrajecten in de vorm van ateliers aan de studenten aangeboden.

In het project is ook ingezet op de student als onderzoeker en ontwerper van onderwijs voor W&T door de verbinding te leggen met de opleidingslijn 'De leraar als onderzoeker'. De ervaringen op dit gebied hebben geleid tot een groot aantal praktische onderzoeksprojecten met een sterke koppeling tussen praktijkleren en opleiding. Studenten kunnen, afhankelijk van de behoefte van de basisschool, onderzoekopdrachten ontwikkelen, waarbij ze zelf lessen en lesmateriaal onderzoeken en ontwerpen door evaluatief naar onderwijs te kijken, consequenties te formuleren en maatregelen te formuleren en uit te voeren.

Zowel de profileringstrajecten als de onderzoek/ontwikkeltrajecten waren erg succesvol. Meer dan 100 studenten hebben deelgenomen aan één of meer van dergelijke trajecten.

- **Kennisgeving, -ontwikkeling en -disseminatie** (doelstelling 7)

De verankering van techniek in FPL uit zich tevens in de actieve rol van de pabo in het KWTZ (Kenniscentrum Wetenschap en Techniek Zuid). Hierin doen meerdere promovendi (verbonden aan de Fontys Pabo Limburg en de ESoE, Eindhoven School of Education) onderzoek op het gebied wetenschap techniek. Zo is onderzoek gedaan naar ICT toepassingen (mindtools) in een technische context (technologica-besturingen) en de relatie met het ontwikkelen van denkvaardigheden en denkhoudingen bij basisschooll leerlingen (zie hoofdstuk acht). Het onderzoek is na afronding van het ontwikkelproject voortgezet in de vorm van een promotie-traject naar de relatie tussen mindtools en technische geletterdheid.

Tevens is door Fontys hogescholen, vanuit de Fontys Pabo Limburg en in nauwe samenwerking met de ESoE, een lectoraat voor Science- en Techniekeducatie in het primair onderwijs ingericht. Dit alles maakt duidelijk dat ook na afloop van het curriculumproject blijvende aandacht is voor kennisdisseminatie en ontwikkeling.

- **Dienstverlening aan studenten en primair onderwijs** (doelstelling 9)

De FPL heeft diverse professionaliseringstrajecten ontwikkeld voor leraren basisonderwijs. De basis cursus 'Oriëntatie op techniek in de basisschool' is door-

ontwikkeld voor de VTB-pro(fessionaling). Daarnaast zijn producten voor workshops 'Jonge kind en techniek' en 'ICT en techniek' ontwikkeld. Inmiddels heeft een deel van dit materiaal ook zijn weg gevonden in de VTB-Pro trajecten.

De FPL onderhoudt een servicecentrum dat zorg draagt voor advisering, scholing, materiaalontwikkeling en uitleen (van leskisten, bronnenboeken, enzovoorts) voor studenten, leraren basisonderwijs en pabodocenten. Tevens is er een website (www.fontys.nl/pabolimburg/vtb) ontwikkeld waarop diverse producten van studenten (samenvatting van werkstukken, webquests) geplaatst zijn.

'Techniek Permanent in de Pabo' (Hogeschool Edith Stein)

In het pabo curriculumproject 'Techniek Permanent op de Pabo' heeft de Hogeschool Edith Stein het voornemen geformuleerd om techniekonderwijs, op basis van onderzoek, ervaringen, ontwikkelingen en in interactie met andere pabo's en instellingen, aan te passen aan nieuwe inzichten, te verbeteren en te actualiseren. Deze onderwijsinnovatie moet als een harmonisch geheel geïmplementeerd en verankerd worden in het curriculum.

Projectdoelen en ambities

1. Binnen de pabo een beter zicht krijgen op techniek in het onderwijsprogramma van basisscholen.
2. Ontwikkeling van basisaanbod en verdieping van techniekonderwijsprogramma's in het pabo curriculum.
3. Optimale integratie met andere (hoofd-)vakken en onderwijsprogramma's ter versteviging van de positie van techniek in het bijzonder en ter verrijking van het onderwijs in het algemeen.
4. Borging van techniek in curriculum van de pabo.
5. Uitwisseling van kennis met anderen door het aangaan van kennisnetwerken.
6. Ontwikkelen van een internationaal platform techniek ter verrijking en completering van bovenstaande.

In dit project gaat de Hogeschool Edith Stein ervan uit dat 'enthousiasmering' de basis is onder het realiseren van techniek in het paboprogramma. Dit is dan ook de leidende gedachte voor de ondernomen activiteiten.

Opbrengsten van activiteiten en uitvoering:

- **Inbedding in het curriculum** (doelstellingen 1, 2 en 3)

In de major is een structurele inbedding van techniek gerealiseerd door middel van een inhoudelijk curriculum met een accent op integratie: inbedden van techniek in de verschillende lijnen zoals werkplekieren, reflectielijnen, vaklijnen en profileringslijnen. Via werkplekieren en leerpraktijken leren de studenten vakgebonden kennis en vaardigheden toe te passen in complexe beroepssituaties. Dit is in samenwerking met de basisscholen tot stand gebracht. Studenten moeten nu verplicht techniekactiviteiten uitvoeren in de stageschool en in een reflectieverslag de nadruk leggen op techniek en integratie. In de beroepssituaties aan het eind van het tweede leerjaar moeten ze laten zien dat ze competent zijn. Daarnaast zijn wetenschap en techniek geïntegreerd in de basismodules gebaseerd op alle beroepssituaties.

Ook binnen de minoren werkt Hogeschool Edith Stein aan inbedding van techniek in het curriculum. Wetenschap en Techniek maakt deel uit van de minor 'Onderwijsinnovatie' en van de minor 'Vak- en leeftijdsspecialisatie'. Bij het ontwerp van andere minoren, zoals de minor 'Onderwijsmanagement' wordt steeds gekeken hoe 'wetenschap en techniek' hierin kan worden geïntegreerd. Binnen de verschillende leerwegen van de pabo is een basisaanbod techniek gerealiseerd. Het blijkt dat vervolgens een steeds groeiend aantal studenten verdieping en integratie van techniek zoekt. Om hieraan tegemoet te komen zijn diverse verdiepende techniekprojecten ontwikkeld evenals andere projecten waarin de integratie met techniek wordt uitgewerkt. Een voorbeeld hiervan is het project rond de

Storyline Approach. Ook kunnen studenten wetenschap en techniek als onderdeel van een schoolontwikkelthema opnemen. Bij de toetsing van studenten in beroepsituaties wordt, indien relevant, aandacht besteed aan wetenschap en techniek.

- **Borging en bestendiging** (doelstelling 4)

Door zich te verzekeren van voldoende engagement van het management en in tweede instantie van de vakgroepen en hun voorzitters heeft de pabo een permanente borging van techniek in het programma kunnen bewerkstelligen. Het management heeft zich expliciet uitgesproken over het belang van wetenschap en techniek in de pabo en structurele aandacht voor het thema, waarna overleg is gestart met VTB. Dit heeft geresulteerd in een nieuw projectplan op basis van de landelijke VTB-Pro kaders en richtlijnen. Binnen de pabo en in het onderwijsveld kan de aandacht voor techniek daarmee verder worden verbreed naar onderzoekend leren.

- **Samenwerking met de omgeving** (doelstelling 5)

De Hogeschool Edith Stein heeft, met het oog op het ontwikkelen kennisnetwerken, veel energie gestoken in de samenwerking tussen de opleiding en partners buiten de pabo. Dit heeft geleid tot kennisuitwisseling en gemeenschappelijke projecten met de Universiteit Twente, de SLO, Saxion Hogescholen, de ScienceCentra Cosmos Sterrenwacht Lattrop en het Twents Techniekmuseum 't Heim, ROC Twente Plus (Regiegroep Instroombevordering Technology), APS, Meteo-Consult, het bedrijfsleven en de KvK. Zo is een basis gelegd voor het Kenniscentrum Wetenschap en Techniek Oost.

Enkele voorbeelden van samenwerkingsprojecten zijn 'De Techniekweken', 'De Dag van de Industrie', 'Leren voor Duurzaamheid' en 'De Industrie Weken'. Bij de 'Techniekweken' zijn de pabo, studenten, meer dan 1000 leerlingen uit speciaal en regulier onderwijs, leraren en ouders betrokken. Via 'De Dag van de Industrie' wordt door een zeer gevarieerd aanbod in en buiten Almelo de beeldvorming van de industrie verbeterd. Het actuele thema 'Duurzaamheid' krijgt aandacht met het project 'Leren voor Duurzaamheid; Kijken, Denken en Doen!' waarvoor pabostudenten verschillende activiteiten hebben ontwikkeld en uitgevoerd in de scholen. Het project 'De Industrie Weken' maakt integraal deel uit van de (na-)scholing van (toekomstige) leraren.

- **(Inter)nationale uitwisseling** (doelstelling 6)

De Hogeschool Edith Stein heeft, samen met diverse andere pabo's gewerkt aan (inter)nationale kennisuitwisseling, zoals via participatie in het ETEN-netwerk, het Europese netwerk van (leraren)opleiders. Verder zijn nauwe banden ontwikkeld met Vlaamse collega's uit het TOS21 project, dat gericht is op de ontwikkeling van een techniekcurriculum voor de Vlaamse basisscholen. Dit alles heeft geleid tot een gemeenschappelijke studiedag waarop medewerkers van Vlaamse en Nederlandse pabo's hun kennis konden uitwisselen. Tot slot worden binnen Interactum (een samenwerkingsverband van een aantal zelfstandige pabo's) via workshops, kennis en ervaringen over het (post-) initieel onderwijs uitgewisseld.

'Techniekimplementatie Amsterdam-Almere' (Pabo HvA, Ipabo Amsterdam en de Pabo Almere)

In dit project participeerden de pabo van de Hogeschool van Amsterdam (HvA), de Interconfessionele pabo van Amsterdam (Ipabo) en de Pabo Almere. Samen wilden zij de mogelijkheden onderzoeken om techniek in de lesprogramma's te verankeren, met daarbij aandacht voor mogelijke verbindingen met en aansluiting op ontwikkelingen in maatschappij en opleiding. De drie pabo's wilden en willen zich vooral focussen op een intensieve samenwerking.

Projectdoelen en ambities

1. Structurele implementatie van techniek in het curriculum van de opleidingen, passend bij de uitgangspunten en visies van de deelnemende pabo's, waarbij een direct verband met de ontwikkelingen in het basisonderwijs herkenbaar is.
2. Oprichting van een kenniskring met als doel kennisontwikkeling op het gebied van techniek in het onderwijs.

3. Ontwikkelen van een scholingsprogramma techniek (vanuit participatie in regionale steunpunten) ter bevordering van een positieve houding ten aanzien van techniek.
4. Ontwikkeling van een vakminor techniek of minoronderdeel voor techniek binnen een andere minor.
5. Uitwisseling van kennis en ervaring met betrekking tot techniek in primair onderwijs met andere opleidingen in Europa, eventueel in samenwerking met andere partners.

In de opleidingsdidactische visie van de betrokken pabo's staan competentiegericht leren en beoordelen centraal. Verder leggen zij alle drie de nadruk op ontwerpend en onderzoekend leren. Het accent bij competentiegericht leren ligt op het leren handelen in complexe beroepssituaties. Door het ontwikkelen van een competentie-lijn techniek, in samenwerking met studenten en leraren uit primair en voortgezet onderwijs, ontstaat een doorgaande lijn gericht op inhoud en didactiek. Het bevorderen van een positieve houding ten aanzien van techniek in een multiculturele samenleving binnen de grootstedelijke regio staat centraal binnen dit project.

Kortom, de drive om techniek over het voetlicht te brengen is op alle drie de pabo's aanwezig. Daarbij blijven echter wel individuele verschillen mogelijk: een eigen visie en curriculum met een uitvoering zoals die binnen de betrokken pabo's past.

Opbrengsten van activiteiten en uitvoering

- **Competenties geformuleerd door kenniskringen** (doelstellingen 1 en 2)

Om te beginnen hebben de drie pabo's competenties benoemd waarover aanstaande leraren moeten beschikken als het om techniek gaat. Twee kenniskringen met daarin vertegenwoordigers uit het basisonderwijs, voortgezet onderwijs, studenten, docenten en onderwijsbegeleiders fungeerden daarbij als denktank. Uitgangspunt waren de startcompetenties van de Stichting Beroepskwaliteit Leraren (SBL) plus de Dublindescriptoren, de Europese Lijst met kenmerken van een professionele bacheloropleiding. Door de competenties voor techniek ruim te formuleren bleef er speelruimte voor de individuele pabo's. Na intensief overleg is consensus bereikt over een competentielijst. De competenties zijn in twee groepen verdeeld:

- deel 1 is bedoeld voor alle studenten. Deze competenties moeten behaald zijn aan het einde van de hoofdfase.
- deel 2 is bedoeld voor de studenten die zich in de minorfase verdiepen in techniek en meer 'specialist techniek' worden.

- **Curriculum** (doelstelling 1)

Techniek heeft binnen de programma's van de drie pabo's een duidelijk herkenbare plek gekregen en heeft tevens binnen de organisatie als geheel aan bekendheid en positie gewonnen. Techniek is op verschillende manieren verankerd in het curriculum van de drie deelnemende pabo's. Dit loopt van het intensiveren van het onderwijsprogramma, door het vergroten van het aantal bijeenkomsten rond techniek, tot het meer diepgang creëren in het programma, en van meer sturing en diepgang bij de minoren tot aan voeding geven aan een inhoudelijke discussie over integratie van vakken in de eigen schoolomgeving.

- **Major** (doelstelling 3)

Op de PABO HvA kiest men voor het aanbieden van een flinke portie basiskennis. Zowel in het eerste als in het tweede jaar van de opleiding wordt ruim aandacht besteed aan techniek; leerlingen zijn bezig met materiaalkennis, gereedschapskennis en vakdidactiek. In Almere staat onderzoekend leren centraal en kiezen de studenten op het gebied van techniek voor het invullen van zogenaamde prestaties. Een prestatie is een complexe leertaak waaraan meerdere studenten (2 of 3) gedurende langere tijd werken. De prestaties worden geformuleerd in samenspraak met de beroepspraktijk. Techniek is op de Amsterdamse pabo geïntegreerd in het vak natuur en techniek. Studenten werken in een fors aantal bijeenkomsten aan thema's rond wetenschap en techniek (deze sluiten aan bij de meer recente doelstellingen van VTB).

- **Minoren** (doelstelling 4)

Behalve de verankering in het verplichte gedeelte voor alle studenten hebben de pabo's van Almere en Amsterdam een minor techniek ingevoerd. Er is sprake van een vakminor en een leeftijdsminor waarin techniek geïntegreerd wordt. In de minoren wordt vooral gefocust op ontdekkend en onderzoekend leren van kinderen. Voorbeelden van de onderzoeksvragen die binnen de minor techniek in de afgelopen jaren aan de orde zijn geweest zijn: 'Hoe kunnen door de school aangeschafte materialen in mijn stageklas optimaal worden gebruikt?' En: 'Hoe kan ik technieklessen in de methode verbeteren?' Er is veel aandacht voor brede kennis van techniekactiviteiten, materialen en werkvormen. De student gaat de diepte in.

- **Internationale betrekkingen** (doelstelling 5)

Internationaal is techniekonderwijs vaak verder dan in Nederland. Daarom hebben de drie pabo's de eerste stappen gezet richting internationale projecten en uitwisselingen. Vertegenwoordigers van de pabo's hebben hun licht opgestoken bij de conferentie van ETEN, het Europese netwerk van (leraren)opleiders, in Portugal. Vooral de informele contacten leverden nuttige feedback op over techniek good practices elders. Een uitwisseling met Vlaamse collega's leidde tot internationale vergelijking van techniekeducatie in verschillende landen. Verder hebben het Amstel Instituut van de Universiteit van Amsterdam en de pabo HvA zich aangesloten bij het Europese POLLEN programma, dat initiatieven op het gebied van science en techniekonderwijs initieert en bundelt. POLLEN Amsterdam richt zich op het bevorderen van onderzoekend en ontwerpend leren; 'leren uit het boek' wordt hierbij vervangen door 'leren door doen'.

'Haal het techniektalent uit iedere pabostudent' (Fontys Pabo Eindhoven, Fontys Pabo Den Bosch en de pabo van Hogeschool de Kempel)

In het project 'Haal het techniektalent uit iedere pabostudent' werken Pabo De Kempel (Helmond), Fontys Pabo Den Bosch en Fontys Pabo Eindhoven samen. Deze drie pabo's werken als spin-off ook in het Kennis Centrum Wetenschap en Techniek Zuid samen met Fontys Pabo Limburg en de Pabo Zuyd. Het belangrijkste voornemen van het project 'Haal het techniektalent uit iedere pabostudent' was het opstellen van techniekcompetenties. Hieruit vloeiden afgeleide doelstellingen voort, zoals de uitwisseling van werkmethodes, elkaar feedback geven en elkaar beter leren kennen.

Projectdoelen en ambities

1. Curriculumontwikkeling, met als doel: het bevorderen van techniekeducatie, zodat meer studenten dit als een plezierig en uitdagend onderdeel van hun opleiding ervaren. Beoogd is om techniek op te nemen in het competentieprofiel 'beginnende leraar'. Hiertoe is een beschrijving gemaakt van de plaats van techniekeducatie in leerarrangementen in de major - minor structuur en van de rol van studenten, opleidingscholen, domeinexperts, assessoren en studieloopbaanbegeleiders in het opleidingsproces. Uiteindelijk moet techniek expliciet onderdeel worden van het basisprogramma, geïntegreerd, dan wel verbonden, met meerdere domeinen.
2. De relatie met basisscholen in de regio verstevigen, met als doel samen met hen techniek te verankeren door beschrijving van een aantal praktijk-situaties, waarbij verschillende inhoudelijke, onderwijskundige en organisatorische aspecten worden belicht. De beschrijvingen van leerarrangementen moeten toegespitst worden op de vraag en de ontwikkelingen bij basisscholen, zoals de rol van techniek binnen de brede scholen of de academische basisschool. Zowel in de regio Zuidoost-Brabant als Noordoost-Brabant worden nieuwe onderwijsconcepten ingevoerd op basisscholen, waarbij de plaats van techniek expliciet is onderzocht en vormgegeven. De ontwikkelingen in het basisonderwijs moeten op hun beurt leiden tot een nadere definiëring van de opleidingsdoelen in leerarrangementen.
3. Het opzetten en onderhouden van netwerken techniekeducatie, om de verbinding met de omgeving te versterken. Doel is de resultaten van het project

duurzaam te borgen in de organisatie en in de regio door aan te sluiten bij initiatieven en ontwikkelingen vanuit het bedrijfsleven en andere partijen, onder andere door te participeren in projecten in Oost-Brabant zoals 'Vaart achter Techniek', 'Technific' en 'Techniek is Troef'.

4. Samenwerken binnen een netwerk van pabo's. Dit leek eerst een middel, maar kreeg gedurende het project een eigen dynamiek, omdat samenwerking op het niveau van de werkvloer (de techniekdocenten) als vliegwiel bleek te werken voor ontwikkelingen op instituutsniveau.

Opbrengsten van activiteiten en uitvoering

- **Curriculumontwikkeling** (doelstelling 1)

Er is een competentiebeschrijving gemaakt voor het majorgedeelte van de opleiding, dat voor alle drie de pabo's als basis te gebruiken is in het opleidingsprogramma. Daarnaast zijn pabo-specifieke leerarrangementen ontwikkeld, aangezien de opleidingsprogramma's en de kenmerkende beroepssituaties per pabo verschillend worden vormgegeven.

'Techniek' is een van de 'beroepsproducten' waarmee studenten in hun portfolio hun competenties kunnen aantonen. Hier kunnen studenten de relatie met / integratie in andere vak- en vormingsgebieden aantonen, evenals de relatie met de beroepsrollen van de basisschoolleraar.

Verdere uitwerking van het curriculum is gericht op de verbinding van techniek met de beroepsrollen van pabodocenten (domeinexperts, assessoren, studieloopbaanbegeleiders) door praktijkvoorbeelden in te bouwen in de opleidingsstructuur en door successen van studenten als voorbeeld te gebruiken.

- **Relatie met basisscholen** (doelstelling 2)

Op verschillende plaatsen zijn goede verbindingen ontstaan tussen pabo's en de omliggende basisscholen op het gebied van techniek (Den Bosch, Veghel, Helmond, Venray, Eindhoven). Deze contacten waren meestal gebaseerd op individuele relaties en worden nu verder geïntegreerd in de VTB-steunpuntrelaties.

Pabostudenten hebben in speciaal hiervoor ontwikkelde nieuwsbrieven artikelen geschreven (en geïllustreerd) over praktijksituaties waarbij de werkwijze en de betekenis van techniek op basisscholen centraal staan. Deze artikelen leverden een bijdrage aan de 'bewijslast' in het portfolio van de student.

De rol van studenten in specifieke opleidingsconcepten zoals de academische basisschool, PDS- en TOM-scholen en brede scholen blijkt (nog) nog niet goed doordacht vanuit het perspectief van de invoering van techniek. De omstandigheden zijn wel relevant, maar de student blijkt vrijwel altijd alleen inhoudelijk bij lessen, projecten of activiteiten op de scholen (en daarbuiten) betrokken. Naarmate de basisscholen meer beleidsmatig met de invoering van techniekeducatie bezig zijn, zal het aandeel dat studenten leveren toenemen. Ook kan de aansluiting met de VTB-netwerken nog worden verbeterd, zodat de rol van de student op de basisschool versterkt kan worden.

- **Netwerken** (doelstelling 3)

Er is aansluiting gezocht bij activiteiten die in de regio worden georganiseerd door derden. Zij zoeken geregeld pabostudenten voor de uitvoering hiervan. De doelstellingen/uitvoering van deze projecten sluiten echter vaak onvoldoende aan op de doelstellingen van de student en/of opleiding. In de toekomst moeten betrokken partijen dit beter en zorgvuldiger afstemmen. Willen docenten studenten in deze goed kunnen begeleiden dan zullen ze over voldoende kennis en vaardigheid moeten beschikken. Ook dat is een aandachtspunt. Omdat deze activiteiten nadrukkelijk worden plaatsvinden in de driehoek student - basisschool - project, zijn de betrokken pabo's begonnen met het inrichten van een 'competentiemarktplaats'

- **Samenwerking** (doelstelling 4)

De samenwerking tussen de pabo's is erg succesvol verlopen, ondanks de onderling grote verschillen in visie, werkwijze en cultuur. De dicht bij elkaar gelegen pabo's Eindhoven en Helmond hebben aangetoond dat hogescholen naast elkaars concurrent ook partner in ontwikkeling en uitvoering kunnen zijn.

Vanaf de start van het project hebben de kerndocenten uit de vakrichtingen van de drie pabo's dit project omarmd als een professionele stimulans voor hun vakgebied. De collegiale uitwisseling, advisering en samenwerking was erg goed en vruchtbaar. Dankzij het project konden de docenten, meer dan voorheen, effectief tijd besteden aan de ontwikkeling van hun vakgebied. Het gaat hierbij om zaken als kennisuitwisseling, intervisie-achtige aanpak, samen beleid op het gebied van techniekonderwijs ontwikkelen en dit vertalen naar de praktijk. De samenwerking is dusdanig succesvol gebleken, dat zij dit graag willen voortzetten, ook na het curriculumproject.

Op directieniveau heeft de samenwerking tussen Helmond en Eindhoven onder andere geleid tot een promotievideo voor Techniekeducatie die op de open dagen van de drie pabo's kan worden vertoond. Voorts is een gezamenlijke nieuwsbrief ontwikkeld en een logo voor herkenbaarheid binnen de instituten.

'IÏT-paboproject CHE-HAN' (Pabo van de Christelijke Hogeschool Ede, Pabo Arnhem en Pabo Groenewoud Nijmegen van de Hogeschool van Arnhem en Nijmegen)

Vanuit een reeds bestaand VTB-samenwerkingsverband hebben de Pabo Arnhem en Pabo Groenewoud Nijmegen van de Hogeschool van Arnhem en Nijmegen (HAN) en de Pabo van de Christelijke Hogeschool Ede (CHE) samengewerkt aan de structurele invoering van wetenschap en techniek in het curriculum van de pabo's. Doel: enthousiasme voor wetenschap en techniek kweken bij studenten, de op bètatechniek gerichte competenties ontwikkelen en een stimulans bieden aan 'levenlang leren' programma's.

Projectdoelen en ambities

1. Het vergroten van de belangstelling voor wetenschap en techniek bij studenten en docenten van de drie deelnemende pabo's.
2. Het vergroten van de vakdidactische en vakinhoudelijke competenties voor wetenschap en techniek van de (toekomstige) startbekwame leraren basisonderwijs .
3. Het vergroten van de component wetenschap en techniek in de competenties van de docenten.

Het uitgangspunt bij deze doelstellingen is dat er maatschappelijk gezien een grote behoefte is aan bètatechnisch opgeleide beroepsbeoefenaren. Pabostudenten moeten voorbereid worden op het onderwijzen in een basisschool, waarbij ook wetenschap en techniek voldoende aandacht krijgen. Wetenschap en techniek worden niet gezien als geïsoleerde vakken, maar als integraal deel van het basisonderwijs en dus ook van de opleiding tot leraar basisonderwijs. Aangestuurd door vragen vanuit het werkveld werken studenten aan hun professionele ontwikkeling, met onder andere techniek als kern. Techniek is dan tevens aanleiding om na te denken over vakoverstijgende thema's, coöperatief leren, zelfstandig werken, verdieping en verrijking van vakgebieden en/of meervoudige intelligentie. Zo willen de pabo's de studenten zowel kennis en vaardigheden met betrekking tot wetenschap en techniek bijbrengen als hen zicht geven op de voor wetenschap en techniek specifieke interpretatie van de competenties van leraren zoals vastgelegd door SBL. Studenten met affiniteit voor bètavakken en techniek krijgen de mogelijkheid om hun studie in deze richtingen uit te diepen en te verbreden.

Opbrengsten van activiteiten en uitvoering:

- **Curriculum**

De drie pabo's hebben in dit project gefocust op het ontwikkelen van programmaonderdelen binnen de major en het ontwikkelen van een nieuwe minor waarbinnen 'wetenschap en techniek' een wezenlijk en zelfs bindend element vormt. Bij de ontwikkeling is uitgegaan van de opvatting dat pabostudenten hun competenties het beste bereiken via praktijkrelevante casussen. Deze casussen worden vormgegeven op grond van de eigen leervragen van de student enerzijds en de vragen van een basisschool of onderwijsgerelateerde instantie anderzijds.

-

Major

De drie deelnemende pabo's hebben ieder een bij het eigen curriculum passende integratieve invulling van bètatechniek in de major programma's gerealiseerd. Er is gekozen voor een benadering waarbij alle studenten in de major kennis nemen van en ervaring opdoen met wetenschap en techniek in het basisonderwijs.

In de CHE ligt het accent op het ontwikkelen van eigen technische en didactische vaardigheden. Als onderdeel van het integrale programma 'de Verdieping' gaan studenten aan de hand van praktijkrelevante opdrachten uit het werkveld aan de slag met onderwijsontwikkeling en komen zo uit bij de eigen leervragen. Enkele kenmerken van deze benadering zijn: de vragende basisschool, grensverleggend karakter wat betreft onderwijsvisie en methode, integratie van techniek met vakken uit het domein 'Oriëntatie op jezelf en de wereld', ontwikkelen van nieuwe leermiddelen, beschrijven van onderwijs waarin externe bezoeken aan bijvoorbeeld musea en bedrijven zijn opgenomen. De studenten hebben uiteenlopende opbrengsten gerealiseerd, die in alle gevallen tot structurele veranderingen op de opdrachtgevende school hebben geleid.

De pabo Arnhem legt het accent op de beroepstaak 'Ontwerpen'. De student maakt kennis met wat techniek op de basisschool kan zijn en met de didactische vaardigheden die nodig zijn om het voor techniek kenmerkende proces van ontwerpen, maken en gebruiken toe te passen. De opdracht komt uit de praktijk van school, museum, enzovoorts. Het ontwerp wordt planmatig uitgewerkt en op locatie uitgetoetst. Daarnaast wordt aandacht besteed aan de combinatie van cultuureducatie en techniek in een excursie naar Science Centre Nemo.

Pabo Groenewoud Nijmegen gaat in haar majorprogramma uit van het thema 'Oriëntatie op jezelf en de wereld' uit de kerndoelen, met een sterke integratie van de inhoudsgebieden 'mens en samenleving', 'natuur en techniek' en 'ruimte en tijd'. Studenten leren relaties te leggen tussen natuur, milieu en techniek, de cultureel-maatschappelijke werkelijkheid (hier en nu, maar ook elders en vroeger), de dagelijkse leefwereld van de leerlingen en hun eigen leefwereld. Vanuit dit integraal didactisch model vergaren de studenten kennis van natuurwetenschappelijke concepten en cultureel-maatschappelijke noties en de samenhang daartussen. Ze maken zich verschillende oriënteringswijzen (perspectieven) eigen, en verschillende onderzoeks- en denkvaardigheden (analyseren, relateren, structureren, verklaren, herkennen). Voorts maken ze kennis met conceptueel reflectief leren, ontdekkend leren en probleemoplossend werken en leren ze wetenschap en techniek te verbinden met rekenen en taal.

Minoren

In de minor bekwamen studenten zich - in de breedste zin - in het integreren van wetenschap en techniek in het onderwijs. Ze worden in toenemende mate creatief in het integreren van wetenschap en techniek met de verschillende leergebieden van het primair onderwijs, zoals 'oriëntatie op jezelf en de wereld' en 'kunstzinnige oriëntatie'.

Aan de diepteminor 'Nu Leren' kunnen zowel studenten van de samenwerkende pabo's deelnemen als studenten van de tweedegraads lerarenopleiding (diverse vakgebieden). Deze minor richt zich op de invloed die de veranderende leefwereld van het kind heeft op de inhoud en de vormgeving van het (basis)onderwijs. Aansluitend bij de discussie over de affiniteit van jonge mensen voor technische opleidingen en beroepen en het 'TalentenKracht' gedachtegoed, past deze minor bij de ideeën over wetenschappelijk denken en handelen en over didactiek die de nieuwsgierigheid van jonge kinderen benut en hen aanzet tot ontdekkend en onderzoekend leren.

• **Samenwerking en duurzame integratie**

Via participatie aan diverse manifestaties zijn studenten, pabodocenten en andere geïnteresseerden gestimuleerd om vanuit hun eigen achtergrond met wetenschap en techniek aan de slag te gaan. Docenten van de pabo's zijn bovendien in de gelegenheid gesteld om de hoorcolleges van de minor bij te wonen, deel te nemen aan een excursie naar Science Centrum Nemo en in de docentenvergaderingen mee te denken over het vernieuwde curriculum.

De drie pabo's hebben, samen met pabo Iselinge uit Doetinchem, hun samenwerking rond wetenschap en techniek gecontinueerd en versterkt in het Kenniscentrum Wetenschap en Techniek Gelderland. Curriculumontwikkeling, kennisontwikkeling en nascholing hebben daarbij een structurele positie verworven.

'Spelen met techniek' (de Educom pabo's, de pabo's van de Hogeschool Zeeland, Hogeschool Rotterdam, Hogeschool Leiden en de Haagse Hogeschool)

In het VTB Educom pabo project 'Spelen met Techniek' wilden de techniekdocenten van de betrokken pabo's bereiken dat de opleidingen 'breed' met techniek aan de gang gaan. 'Breed' is binnen het project dan ook echt breed: breed in relatie met interne en externe samenwerkingverbanden; breed in relatie met de technische kanten van andere vakgebieden; breed in relatie met werkvormen; breed in relatie met materialen; breed in het aanspreken van diverse intelligenties. Doel was om studenten via 'Spelen met Techniek' voldoende deskundigheid bij te brengen om techniek met een brede(re) blik te benaderen.

Projectdoelen en ambities

1. De pabo's kiezen in hun curriculum voor een brede benadering van techniek, door:
 - gebruik te maken van de technische omgeving en afdelingen van hun hogeschool een link te leggen met de technische omgeving en met het bedrijfsleven in de regio;
 - sterker vakoverstijgend te werken door de technische kanten van andere vakgebieden bij het techniekonderwijs te betrekken;
 - pabodocenten een technische bril mee te geven zodat ze hun eigen vakgebieden kunnen verrijken;
 - het ontwikkelen van een format voor techniek op de pabo, dat andere pabo's kunnen gebruiken om naast het eigen curriculum te leggen om zo op ideeën te komen.
2. Pabostudenten kunnen spelen met techniek doordat ze:
 - over de volle breedte van het onderwijs in staat zijn tot een technische inbreng;
 - relevante technische vragen en opdrachten formuleren;
 - de weg weten in de informatiestroom van methoden, instanties, internet en andere media en deze op kwaliteit kunnen beoordelen;
 - zich flexibel opstellen en kansen benutten die de technische omgeving hen biedt;
 - met allerlei soorten materialen en in verschillende werkvormen kunnen werken;
 - verschillende intelligenties aanspreken en stimuleren, en techniek aanbieden die past bij de ontwikkeling van kinderen;
 - zicht hebben op het belang van techniek in onze maatschappij en op het bètatechnisch beroepenveld.

Aan het project ligt het bewustzijn ten grondslag dat techniek in onze huidige maatschappij een belangrijke rol speelt én dat er tekorten (zijn) ontstaan in technisch georiënteerde opleidingen en beroepen. De pabo's realiseren zich dat zij, via de toekomstige leraren in het basisonderwijs, een belangrijke bijdrage kunnen leveren aan het vergroten van de interesse voor wetenschap en techniek van basisschoolleerlingen. Het basisonderwijs moet op haar beurt (aspirant)leraren uitdagen en ondersteunen om zich te ontwikkelen tot professionals die enthousiast en goed techniekonderwijs kunnen geven. Daarbij hoort een brede blik op techniek.

Dit kan gerealiseerd worden door studenten in aanraking te brengen met de technische kanten van alle vakgebieden. En door ze de mogelijkheden te laten ontdekken van allerlei soorten materialen, zowel binnen als buiten de school. Door die brede blik kunnen ze als het ware 'met techniek spelen' en techniek flexibel inzetten. Zo kunnen aspirant leraren alle mogelijkheden die techniek biedt benutten en komen ze tot 'slim' onderwijs. 'Slim onderwijs' in brede zin, want techniek is ook geschikt om andere manieren van leren te initiëren, zoals onderzoekend leren, probleemoplossend leren en accent te leggen op diverse vormen van intelli-

gentie. Deze (aspirant) leraren, met hun brede blik op techniek, kunnen zeker een bijdrage leveren aan het oplossen van knelpunten die zij tegenkomen op het gebied van wetenschap en techniek in het basisonderwijs.

Opbrengsten van activiteiten en uitvoering

- **'Techniek Breed Dagen'**

Met de 'Techniek Breed Dagen' is de doelstelling van de 'brede blik op techniek' ruim behaald. Deze dagen zijn georganiseerd op de zes betrokken pabo's en waren allemaal grootse manifestaties die honderden studenten, leraren en basisschoolkinderen trokken en vele techniekdocenten, collega-pabodocenten, afgevaardigden van VTB en mensen uit het bedrijfsleven. De 'Techniek Breed Dagen' dienden zo als motor om een grote en diverse groep mensen in beweging te zetten. Dat is een van de belangrijkste opbrengsten van dit project. Uiteraard leverden de 'Techniek Breed Dagen' naast veel producten, uitstraling en PR, ook heel wat proceservaring op.

- **Curriculum**

Op de Educom pabo's was techniek al onderdeel van het basiscurriculum, maar in het project zijn vele producten ontwikkeld die verbreding en verdieping mogelijk maken. De docenten en studenten van de pabo's ontwikkelden lessen voor de pabo en de basisschool, met naast pure en spectaculaire technieklessen veel aandacht voor het thema 'Techniek kan in alle vakgebieden'. Zo zijn voor maar liefst 14 vakgebieden (taal, rekenen, muziek, geschiedenis, etc.) de mogelijkheden beschreven om techniek te koppelen aan dat specifieke vak. De studenten hebben de door hen ontworpen en uitgevoerde lessen op de 'Techniek Breed Dagen' gepresenteerd. Het is gelukt om studenten, leraren en collega-pabodocenten te laten zien dat alle vakken technische kanten hebben en hoe je daar in je onderwijs gebruik van kunt maken, met als doel techniek breed neer te zetten, waarbij zowel het vak als de techniek ervan profiteren - een win-win situatie dus.

In een ander belangrijk thema 'Techniek kan met alle materialen' hebben studenten en docenten laten zien dat technieklessen niet afhankelijk zijn van (dure) materialen: ook met kostenloze materialen kunnen mooie lessen gemaakt worden, denk aan het interieur van de klas, de kleding en overige spullen van de kinderen, het meubilair, de schoolomgeving en vele andere dingen.

- **'Jij, techniek en onderwijs'**

Om het effect van de techniekcurricula te meten en eventuele attitudeveranderingen vast te stellen zijn geautomatiseerde vragenlijsten ontwikkeld en afgenomen ([zie www.parantion.nl](http://www.parantion.nl)). De vragenlijst besteedt in 72 vragen aandacht aan de onderwerpen 'kennis van techniek', 'jij, techniek en de maatschappij' en tot slot 'jij, techniek en onderwijs'. Middels een nul- en eindmeting is het project geëvalueerd bij de studenten. Ook voor nieuwe onderzoeken is ervaring opgedaan die van pas kan komen.

- **Internationale betrokkenheid**

De deelnemers van de projectgroep bezochten in het kader van internationale uitwisseling de ETEN conferentie van het Europese netwerk van (leraren)opleiders, in Porto in april 2007. Daar hebben zij het Nederlandse project gepresenteerd en, naar aanleiding van de presentaties van andere deelnemers, gesproken over de haalbaarheid en de ambities van de projecten. De contacten die zijn opgedaan tijdens de 'thematic interest group Technology Education' hebben waardevolle gastdocentschappen en uitwisselingen opgebracht. De deelname aan internationale conferenties zal ook in de toekomst voortgang vinden.

'VTB pabolijn' (Pedagogische Academie Hanzehogeschool Groningen)

In het project 'VTB pabolijn' van de Pedagogische Academie van de Hanzehogeschool Groningen staat 'samenwerking' centraal: samenwerking met de Rijksuniversiteit Groningen, die op dezelfde campus is gevestigd, samenwerking met de Techniekopleidingen van de Hanzehogeschool en samenwerking met het bedrijfsleven in de regio.

Projectdoelen en ambities

1. Het curriculum ontwikkelen/uitbreiden, met gebruikmaking van de expertise die beschikbaar is in alle geledingen van de Hanzehogeschool:
 - het ontwikkelen van een minor Wetenschapseducatie & Techniek, die zowel door pabostudenten als door studenten van techniekopleidingen gevolgd kan worden.
 - het basisprogramma van de pabo uitbreiden met techniek en het ontwikkelen van specialisatieprogramma's voor Wetenschapseducatie & Techniek.
2. Het ondersteunen van de ontwikkeling van educatieve programma's in het werkveld en de effecten ervan onderzoeken. Zo ontstaat mede een infrastructuur voor het Expertisecentrum Techniekeducatie, dat de Hanzehogeschool beoogt op te richten.
3. Het ontwikkelen en verder uitbouwen van de post-HBO nascholing en dienstverlening ten behoeve van Techniekeducatie.

Opbrengsten van activiteiten en uitvoering

- **Curriculumontwikkeling (doelstelling 1)**

- **Major**

De pabo van de Hanzehogeschool Groningen kent drie specialisaties: 'Het jonge kind', 'Het oudere kind' en 'DALTON onderwijs'. In het programma van alle specialisaties zijn de opdrachten zó aangescherpt dat 'wetenschap en techniek' nadrukkelijk aandacht krijgt. In het kader van VTB-Pro moet uit het portfolio blijken dat alle studenten minimaal 10% van de 30 ECTS besteed hebben aan innovatieve onderwijsopdrachten betreffende Wetenschapseducatie & Techniek.

Vanaf het schooljaar 2008 / 2009 moeten alle tweedejaars in hun stage lessen verzorgen met thema's gerelateerd aan Natuur en Techniek. De opdracht is om deze onderwerpen te integreren in de bestaande vakken van het curriculum van de basisschool. Van de zeven studiepunten (ECTS) besteden studenten twee punten (een van de stage en een van de tweedejaarsmodule Techniek) aan deze techniekopdracht: vier dagdelen samen met studenten Multimedia en acht dagdelen uitvoering op de stageschool.

- **Minoren**

Er is een minor ontwikkeld voor pabostudenten en voor techniekstudenten:

'Deel A' van de minor is gericht op pabostudenten en is voorzien van een conceptueel kader voor wetenschap en techniek dat bruikbaar is voor de gehele opleiding van pabostudenten. Concepten als onderzoekend en ontwerpnd leren, de context-conceptbenadering en de plaats van artefacten en kennisdomeinen zijn hierin opgenomen, om te voorkomen dat het programma slechts bestaat uit een serie leuke technieklessen. Er wordt aandacht besteed aan de aansluiting bij en integratiemogelijkheden met andere lessen, vakken, projecten en leerlijnen van het paboprogramma. Zo kan het onderdeel 'Weet wat je eet' aansluiten bij de module gezondheidskunde en het onderdeel 'Bouw en constructie' bij geschiedenis en rekenen (de opmeetopdracht).

'Deel B' van de minor is gericht op techniekstudenten. Hierin is het oorspronkelijke onderdeel Projectcoördinator Techniek verbreed naar projectcoördinator

Wetenschapseducatie & Techniek of Science & Technology.

Deel A en B zijn in de pilotfase gevolgd door acht pabostudenten en drie studenten Techniek. Ieder inhoudelijk domein is behandeld in zes themagerichte lesdagen met lesvoorbeelden voor het basisonderwijs en twee dagen toetsen en presentaties. De route voor projectcoördinator Wetenschapseducatie & Techniek en uitvoerder van technisch-educatieve projecten is uitgewerkt. Via het VTB-Steunpunt konden studenten projecten uitvoeren op twee basisscholen.

- **Ontwikkelen van faciliteiten** (doelstelling 2)

De fysieke en digitale leeromgevingen krijgen steeds meer vorm. Het Atelier (250 m²) van de pabo op het Zernikecomplex voor techniekonderwijs, natuuronderwijs, kunst en cultuuronderwijs is, in samenwerking met het Regionaal Steunpunt VTB, ingericht om de materiële aspecten van een Community of Practice te kunnen tonen. Het Atelier wordt gebruikt als lesruimte maar ook als 'showroom', door studenten, cursisten, bedrijven en onderzoekers en verder iedereen die zich wil laten voorlichten over de mogelijkheden van techniekeducatie. Door zijn inrichting is het Atelier bruikbaar voor zelfstudie, zelfwerkzaamheid en uitvoeren van opdrachten door studenten, ontvangst van groepen kinderen van de basisschool en workshops voor leraren. De ontsluiting van het lesmateriaal in het Atelier voor onder meer zelfstandig gebruik door studenten en basisscholen moet nog verder vorm krijgen. Sinds najaar 2008 zijn twee onderwijsassistenten aangesteld om dit te realiseren.

Ook is een intensieve samenwerking en uitwisseling gestart met Science Lynx van de Rijksuniversiteit Groningen (RUG), dat zich ook op het Zernikecomplex bevindt. Tot slot is een initiatiefgroep gestart, het 'Science-centrum Groningen' (met deelnemers vanuit de RUG, VTB, Hanzehogeschool, Jonge Onderzoekers, Technomatch en ROC's), die werkt aan voorstellen om in Groningen een volwassen Science-centrum in te richten. Het realiseren van dit kenniscentrum is overigens wat vertraagd. Ondertussen is al wel het deelproject 'Ruimte voor Bèta' gehonoreerd met toekenning van subsidie.

Met deze nieuwe accommodaties en samenwerkingsvormen kunnen Summerschools en andere studiedagen een sterke impuls krijgen.

- **Nascholing en netwerken** (doelstelling 3)

Er zijn verschillende netwerken opgebouwd en uitgebreid met en tussen onderwijsinstellingen en bedrijfsleven (inclusief brancheorganisatie). Van beide kanten blijkt belangstelling voor uitwisseling en activiteiten. Knelpunt is de koppeling van pabo- en techniekstudenten: de studieprogramma's zijn wat dit betreft niet op elkaar afgestemd. Een overzicht:

- In de regio hebben zich vijftien basisscholen gemeld voor excursies naar technische bedrijven, doe-activiteiten, technieklesjes, materialen, en dergelijke.
- Bouwsector: bij 'Bouw en Infra' hebben zich 30 bedrijven gemeld om schoolklassen te ontvangen. In de Bouwpilot wordt gezocht naar structurele verbanden om in de regio educatieve voorzieningen te realiseren die voor het PO en VO bereikbaar zijn.
- Metaalsector: de Metaal- en Installatiebranche ontving in 2007/2008 200 leerlingen van de basisschool. Bij de pilot 'BTO bedrijfsbezoeken en bedrijfsoriëntatie' (BTO staat voor Bedrijfstak Overleggen voor Metaal, Installatie en Electro), zijn tweedeaars studenten van de pabo en de opleiding Engineering aan elkaar gekoppeld om 'educatieve routes' door bedrijven te ontwerpen en bedrijfsbezoeken van schoolklassen voor te bereiden en te begeleiden.
- Chemiesector: de chemiebranche gaat in 2008/2009 20 klassen ontvangen.

In het kader van het innovatieproject 'Ruimte voor Bèta' organiseren de kenniscentra van de technische opleidingen, samen met technologische bedrijven, workshops, bestemd voor leerlingen van groep 6, 7, 8 van het basisonderwijs en klas 1 en 2 van het voortgezet onderwijs. Zij worden daarbij ondersteund door pabostudenten, om de vertaalslag naar het niveau van de kinderen te maken. Dit gedeelte van het project 'Ruimte voor Bèta' kan pas van start gaan wanneer een aantal zaken, zoals de financiering van de workshops, het busvervoer en de bijdrage van het bedrijfsleven, rond is. Desondanks is de Hanzehogeschool Groningen al gestart met negen pilotscholen (de werkgroep Bèta in Groningen), met name omdat het scholingstraject voor de leraren (VTB-Pro) de mogelijkheid

biedt om de scholen 'warm' te maken voor de implementatie van bètadidactiek. Door VTB-Pro beschikt de werkgroep over veel meer input dan zij van de eigen scholen krijgen.

Door de komst van VTB-Pro wordt het gehele nascholingsbeleid van de pabo en het nascholingsaanbod herzien. De tot nu toe ontwikkelde nascholingstrajecten en de Post-HBO opleiding voor Onderwijskundig Coördinator Techniek worden in deze heroriëntatie meegenomen.

4. Is aan de doelstellingen voldaan?

De hierboven opgenomen projectbeschrijvingen laten zien dat aan de doelstellingen uit de Kaderstellende Notitie Pabo Techniekimplementatie (zie paragraaf 2) is voldaan:

- In alle pabo's heeft het management uitgesproken dat techniek een wezenlijke plaats behoort te krijgen binnen het curriculum van de pabo, en daar is ook naar gehandeld.
- Techniek is goed aanwijsbaar in het onderwijsprogramma en er is een begin gemaakt met het ontwikkelen van een competentieprofiel voor techniekonderwijs. Dit is soms een uitwerking van de landelijke SBL-competenties, maar op diverse pabo's is dit verder uitgewerkt tot een eigenstandig competentieprofiel op het gebied van techniek. Landelijke, tamelijk algemene, kaders en het gebruik om alle competenties in samenhang te toetsen maken dat de zichtbaarheid van een relatief klein onderdeel als techniek in het competentieprofiel en het toetsbeleid nog vrij gering is.
- Verdiepend techniekonderwijs is overal geïmplementeerd, meestal als minor, in een enkel geval binnen de major.
- De meeste betrokken pabo's zijn actief op de nascholingsmarkt, op dit moment meestal in het kader van VTB-Pro. Dit was vóór 2004 zeker niet het geval.
- Regionale contacten met het bedrijfsleven en andere maatschappelijke organisaties zijn uitgebouwd en ontwikkeld en de hieruit voortvloeiende projecten kunnen zeer wel bijdragen aan het ontstaan van een beter beeld over de beroepen in het technische domein bij leerlingen. Men maakt gebruik van de mogelijkheden in de eigen regio.
- De educatieve infrastructuur is in vier jaar tijd zeer versterkt. Hoe duurzaam een en ander is op de middellange termijn is uiteraard niet met grote zekerheid te zeggen, maar de huidige contacten zijn veelbelovend. De pabo's vervullen zo steeds meer een rol als bemiddelaar tussen basisscholen, bedrijfsleven en overige kennisinstellingen op het gebied van techniek.

5. Nadere analyse van de opbrengsten

Van 'Techniek' naar 'Wetenschap en Techniek'

Op instigatie van de Koninklijke Nederlandse Academie van Wetenschappen (KNAW) is het programma VTB zich na 2006 expliciet gaan richten op techniek én wetenschap. Daar was bij de start van het paboproject in 2004 nog geen sprake van. In eerste instantie hebben de betrokken pabo's zich dan ook gericht op de introductie en verdere ontwikkeling van techniekonderwijs in de pabo, zonder een op wetenschap gerichte component. Echter, veel pabo's zijn vanaf 2007 ook betrokken geraakt bij het programma VTB-Pro, dat wel expliciet aandacht vraagt voor wetenschap. Vanaf die tijd hebben de pabo's, waar mogelijk, wetenschap meegenomen in hun ontwikkeling.

Omdat het incorporeren van wetenschap geen onderdeel was van de oorspronkelijke contractering gaan we hier niet verder in op de vraag of, en hoe stevig, wetenschap verankerd is in het pabo-onderwijs, maar concentreren we ons vooral op techniek. We merken wel op dat de verbreding naar wetenschap niet op weerstand of speciale problemen lijkt te stuiten. Eerder is het omgekeerde het geval: wetenschap en techniek vullen elkaar aan en verrijken elkaar. Techniek profiteert van de associatie met wetenschap vanwege de legitimering en incorporatie van meer 'minds-on' elementen; wetenschap profiteert doordat activiteiten als 'ontwerpen' en 'maken' onderzoeksopdrachten kunnen verrijken.

Ontwikkelen 'bètadidactiek' in (inter)nationaal perspectief

Binnen de pabo's was expertise op het gebied van techniek en techniekonderwijs schaars. Pabostudenten kwamen hooguit incidenteel op meer dan oppervlakkige wijze met techniekonderwijs in aanraking, bijvoorbeeld wanneer zij hun afstudeerproject hierop richtten. Bij de start van het project was overal sprake van enthousiaste eenlingen. Op weg naar meer kennis zien we dat de deelnemende pabo's aansluiting hebben gezocht en gevonden bij nationale en internationale kaders. Zo zien we dat Noord-Holland betrokken is geraakt bij het internationale POLLEN project, dat gebaseerd is op het Franse programma 'la main à la pâte'. Deze contacten zijn gebruikt om van techniekonderwijs als verzameling losse, 'leuke' lessen te komen tot techniekonderwijs als 'ontwerpend leren'. In Limburg kiest de pabo er systematisch voor om vragen die in de praktijk (bij kinderen en bij leraren) opborrelen, te onderzoeken met vaardigheden die nu in het theoretisch kader van VTB-Pro 'wetenschappelijke en technische procesvaardigheden' worden genoemd. In Zuid-West is nader geanalyseerd wat techniekonderwijs zo aantrekkelijk maakt. Op basis hiervan hebben de pabo's een reeks 'spectaculaire technieklessen' ontwikkeld. Inspiratie is verder gevonden bij de ITEA-conferenties in de Verenigde Staten, en de ETEN-conferentie in Portugal 2007. In Groningen participeert de pabo in een breed opgezet project gericht op bètadidactiek, waarbij het basisonderwijs gezien wordt als het begin van een keten, die eindigt met technische beroepen. Hiermee wordt techniekonderwijs als het ware geijkt tegen praktijken die nu (in het bedrijfsleven) relevant zijn.

Een belangrijke ontwikkeling is verder dat techniekonderwijs erg geschikt blijkt om een betrekkelijk nieuwe competentie voor aanstaande leraren vorm te geven, te weten de 'onderzoekende leraar'. De inhoudelijke verbreding naar 'wetenschap en techniek' draagt hiertoe bij. In techniekonderwijs is het gebruikelijk en niet onnatuurlijk om uit te gaan van een vraag of probleem, en een onderzoekende houding. Door hier explicieter op te reflecteren wordt ook gewerkt aan onderzoeksvaardigheden.

Major en minor

Welke plek krijgt techniekonderwijs in het curriculum van de pabo? Opdrachten op het gebied van techniek komen overal in de major voor, maar de meeste pabo's denken voor werkelijke ontwikkeling en verdieping in eerste instantie aan een minor. Tegelijk waren de eerste ervaringen hiermee niet zonder meer positief: er was maar bij weinig studenten belangstelling. Deze belangstelling lijkt wel toe te nemen. Een waardevolle constatering is dat het eerste handjevol studenten dat deze minors kiest erg enthousiast is, en via mond-op-mond reclame kennelijk als ambassadeur werkt. Het is op dit moment nog de vraag welke meerwaarde een minor techniek voor studenten heeft, tegenover bijvoorbeeld de minor bewegingsonderwijs die een stap op weg naar een extra bevoegdheid oplevert, en meer garantie op een baan biedt.

Belangrijk is het principiële punt dat door techniekonderwijs geheel of grotendeels op te nemen in een minor duidelijk wordt gemaakt dat het hier om een 'keuzevak' gaat, iets dat niet bij het kerncurriculum hoort. In een enkele pabo (Limburg) is daarom gekozen om techniek op te nemen in de major, dus verplicht voor alle studenten. De eerste ervaringen hiermee zijn positief, al moet worden aangetekend dat de omvang van het techniekarrangement in absolute zin vrij beperkt is (circa 3 studiepunten/jaar).

Het is de vraag hoe (wetenschap en) techniekonderwijs zich op de basisscholen zal ontwikkelen. Wanneer het de huidige relatief vrijblijvende en geringe plek blijft innemen, volstaat wellicht het opleiden van een beperkt aantal gekwalificeerde techniekdocenten via het minor-model, op basis van vrijwilligheid en intrinsieke motivatie. De vraag is of op deze wijze de problemen in de samenleving opgelost worden: of de doorstroom naar technische studies en beroepen structureel toe zal nemen. De keuze voor het opnemen van techniek in de major (eventueel aangevuld met een minor om, voor liefhebbers, van een basisniveau naar een niveau van expertise te komen) lijkt consequenter.

Competentieprofiel

In de huidige kerndoelen voor het basisonderwijs neemt 'wetenschap en techniek' een bescheiden plaats in. Het is een klein onderdeel van het domein 'Oriëntatie

op jezelf en de wereld', en is geoperationaliseerd in enkele tamelijk algemene kerndoelen (zoals: 'leerlingen leren oplossingen te bedenken voor technische problemen'). Ook in het competentieprofiel van de pabo neemt 'wetenschap en techniek' nog nauwelijks een plaats in. De SBL-competenties verwijzen slechts naar 'vakdidactisch bekwaam' zonder dit uit te werken, zodat een nadere uitwerking voor techniek ook niet strikt nodig is. Desalniettemin zijn diverse pabo's er in dit project in geslaagd een (aanzet tot een) competentieprofiel te ontwikkelen, dat zeer goed kan dienen als model voor een landelijke uitwerking. Deze basis kan worden opgebouwd uit de 'pilaren' van het theoretisch kader van VTB-pro: het vermogen een onderzoekende en ontwerpende didactiek te hanteren; leerlingen kunnen helpen bij het ontwikkelen van wetenschappelijke en technische procesvaardigheden; het kunnen vinden en voldoende begrijpen van relevante achtergrondkennis over technische en wetenschappelijke concepten en systemen.

Beoordelen en toetsen

In de meeste pabo's is techniek geprogrammeerd als een activiteit. Studenten worden geconfronteerd met vragen en fenomenen, en krijgen opdrachten te doen die tot producten leiden. De gedachte is dat deze activiteiten leerzaam zijn. Studenten worden niet, of via al bestaande werkwijzen, getoetst (een werkstuk wordt beoordeeld; studenten stoppen producten en reflecties in hun portfolio). De algemene SBL-competenties zijn te weinig specifiek om veel steun aan te ontleenen. Specifiek op techniekonderwijs gerichte toetsontwikkeling staat nog in de kinderschoenen. Niet verwonderlijk, gegeven de nog zeer bescheiden plaats van techniekonderwijs, de enorme omvang van het domein van techniek (en wetenschap), de heersende filosofie om geïntegreerd en competentiegericht te toetsen en de grote verscheidenheid in toetsbeleid op de diverse pabo's.

Dit is ook in de projecten geconstateerd: soms is er sprake van deelttoetsen per vakgebied, maar vaker wordt competentiegericht getoetst op een manier waarbij studenten alle voor een gegeven beroepssituatie relevante competenties en vaardigheden tegelijk en in samenhang moeten tonen. Dat kan voor het domein wetenschap en techniek ongunstig uitpakken, omdat a) techniekonderwijs niet met grote regelmaat de kritische beroepssituatie zal zijn waarmee examinatoren geconfronteerd worden, en b) compensatie mogelijk is met een veelheid van andere competenties (met name op het gebied van 'classroom management': ben je organisatorisch competent).

Kortom: er gaat op dit moment niet alleen weinig aandacht uit naar toetsen, er is ook geen zicht op een wijze van toetsen die passend is, noch voor de pabo, noch voor de basisschool. Wellicht is de (intuïtieve) gedachte dat het accent moet liggen op het programmeren van opdrachten die studenten aan het leren zetten, en dat het daarna niet meer zo noodzakelijk is de leeropbrengsten individueel vast te stellen, een juiste gedachte. Met andere woorden: door eisen te stellen aan de docenten die het techniekonderwijs verzorgen en aan de inhoud, omvang en intensiteit van het onderwijsprogramma wordt indirect gegarandeerd dat er geleerd wordt. Een expliciete en meer landelijk gevoerde discussie hierover lijkt op zijn plaats.

Beroepsbeelden

Het paboproject heeft meer inzicht gegeven in een mogelijke belangrijke verklaring voor de geringe instroom van leerlingen en studenten in technische/natuurwetenschappelijke opleidingen. Leerlingen van de basisschool kunnen zich nauwelijks een beeld vormen van de beroepen die met techniek geassocieerd worden. Clichébeelden overheersen: vies, zwaar, moeilijk, overalls of witte jassen, mannen. In diverse projecten is op succesvolle wijze aansluiting gezocht met het lokale bedrijfsleven. In Groningen is ervaring opgedaan met een werkvorm waarbij leerlingen van basisscholen een excursie maken langs bedrijven. Deze excursie wordt mede begeleid door een pabostudent, voor wie dit een leeropdracht is. Een andere strategie is gevolgd door de pabo's in Zuid-West. Hier zijn 'Techniek Breed dagen' georganiseerd, die groots en meeslepend zijn opgezet, en waar, door het feestelijke karakter van de bijeenkomsten, de gepresenteerde beroepen en beroepsbeelden een positieve associatie meekrijgen.

De rol van het management

Wie techniek (en wetenschap) duurzaam in de pabo wil implementeren, zal het management mee moeten krijgen. Dit is in alle individuele projecten gelukt. Dat de financiële vergoeding die gepaard gaat met participatie in de projecten van VTB en VTB-Pro hierin een positieve rol heeft gespeeld staat buiten kijf. Maar andere, meer inhoudelijke, factoren en strategieën waren ook van belang. In sommige pabo's is succesvol ingezet op een top-down strategie, omdat bijvoorbeeld de directeur een bèta-achtergrond heeft. In andere pabo's is juist bottom-up gewerkt, door alle in techniek geïnteresseerde collega's te mobiliseren en het thema 'techniek' naar voren te schuiven in het kader van school- en curriculumontwikkeling. Verder lijkt het management geïnteresseerd in de mogelijkheden om via profilering op het gebied van techniek meer jongens en meer VWO-ers naar de pabo te trekken. Op open dagen van pabo's wordt extra aandacht aan techniek besteed. Ook de voor de hand liggende koppeling van techniek (en wetenschap) met onderzoeksvaardigheden spreekt aan.

Veranderprocessen

'Wetenschap en techniek' wordt momenteel stevig ondersteund. Er is, vanuit het perspectief van een pabo, opeens veel mogelijk. Hierdoor kan een bepaalde dynamiek ontstaan die weifelaars over de streep trekt. In sommige projecten, zoals Oost-Brabant wordt expliciet over dit 'vliegwieleffect' gesproken. Steeds meer collega's in sleutelposities raken geïnteresseerd en betrokken. Techniekonderwijs is een activiteit geworden die oprukt vanuit de hobbysfeer naar de 'main stream' van cursus- en curriculumontwikkeling. Sommige pabo's hebben goede ervaringen opgedaan door samen te werken met techniekopleidingen in hun hogeschool: dat blijkt statusverhogend te werken. Met name de duostages waar nu ervaring mee wordt opgedaan hebben dit potentieel. Door de extra financiële ruimte is het mogelijk om behoorlijk grote evenementen te organiseren en op open dagen flink uit te pakken. Allianties met bedrijven uit de regio laten zich makkelijker sluiten, waardoor ook basisscholen meer interesse krijgen. De gedachte dat basisscholen een nadrukkelijker rol moeten spelen in het voorbereiden van leerlingen op een technologisch gekleurde samenleving, en dat pabo's in deze een verantwoordelijkheid hebben, begint terrein te winnen. Toch wordt in alle paboprojecten ook opgemerkt dat het nog steeds een 'struggle up-hill' is om aandacht, en om techniek (samen met wetenschap) een meer gelijkwaardige positie te geven, naast de dominante domeinen rekenen en taal en de opvoedkundige taak.

6. Conclusies en aanbevelingen

De doelstellingen van het paboproject zijn behaald; het project is in alle betrokken pabo's een succes te noemen. Daaruit vallen lessen te trekken. Het blijkt mogelijk om met de in dit project gehanteerde werkwijze een substantiële verandering te bewerkstelligen. Dit biedt perspectief voor de pabo's die nog niet zijn bereikt!

Bij de start van het project was er nog geen sprake van dat pabo's zich expliciet profileerden met techniekonderwijs. Zij waren bang dat een dergelijk profiel hen (veel) studenten zou kosten. We zien nu een kentering: techniek wordt zichtbaar gemaakt op open dagen, en pabo's hopen nu via techniek meer en andere studenten te trekken. Toch ligt hier een punt van zorg: de huidige instroom in de pabo heeft vaak erg weinig achtergrond op het gebied van techniek (en wetenschap), en het ligt niet binnen de mogelijkheden van pabo's om hier op korte termijn veel aan te veranderen. De effecten van een expliciete profilering op de instroom zijn nog niet onderzocht.

Er is veel bereikt; veranderingen zijn mogelijk gebleken, maar kunnen we de conclusie trekken dat we klaar zijn, dat techniek duurzaam ingevoerd is in de pabo? Het belang van techniek wordt nu onderkend, maar er zullen in de toekomst andere thema's opduiken die om aandacht vragen. Bestendinging vraagt om een lange adem. Hier dringt zich de analogie met ICT op: het was wachten op de generatie leerlingen en studenten die opgroeiden met computers voordat ICT in het onderwijs een vanzelfsprekendheid werd.

Structureel en formeel gezien is de positie van wetenschap en techniek in het basisonderwijs nog steeds vrijblijvend en marginaal. Wetenschap en techniek maken onderdeel uit van het domein 'Oriëntatie op jezelf en de wereld' en zijn daarin wat kerndoelen betreft nauwelijks vertegenwoordigd. Ook spelen leerling-prestaties in dit domein nauwelijks een rol voor bijvoorbeeld het Cito-schooldadvies. De Inspectie heeft de afgelopen jaren wel bijgehouden hoeveel uren aan onder-

wijs in techniek wordt besteed, maar verbindt er geen consequenties aan. Het is zeker waar dat veel leraren en pabostudenten ondertussen ontdekt hebben dat 'wetenschap en techniek' helemaal niet eng, moeilijk, zwaar of vies is, en ervaren hebben dat hun leerlingen en ook zichzelf onderwijs hierin erg waarderen. Het getuigt echter van ongefundeerd optimisme om te verwachten dat 'wetenschap en techniek' nu verder spontaan zal uitgroeien tot een domein met dezelfde vanzelfsprekendheid als rekenen en spelling.

Voor pabo's geldt verder dat het competentieprofiel voor wetenschap en techniek, inclusief de toetsing, nog verre van uitgekristalliseerd is. Er is geen behoefte aan een keurslijf, maar wel aan gedeelde kaders. De huidige (SBL-)kaders spreken over 'didactisch competent': een prima verkorte formulering voor domeinen met een lange traditie en een duidelijke vakinhoud (rekenen; geschiedenis), maar dit geeft weinig steun aan een vakgebied in ontwikkeling. Hier zou landelijk verder over gesproken moeten worden.

Zonder de structuur van dit project bleek uitwisseling tussen pabo's en onderlinge samenwerking niet vanzelfsprekend. In Nederland ontbreekt het aan een platform en media voor pabodocenten op het gebied van wetenschap en techniek met kenmerken van een staande organisatie, in plaats van een projectorganisatie (zoals in het kader van VTB). De KWT's hebben wellicht de mogelijkheid om uit te groeien tot een dergelijk platform, maar dit vraagt nog geruime tijd om flankerend beleid.

Tot slot: er is nu wel veel aandacht voor techniek (en wetenschap) in het basisonderwijs en in de pabo, maar wat is de diepgang en de kwaliteit? Op dit moment kunnen we zeker tevreden zijn met het feit dat er veel meer gebeurt dan vóór 2004, maar dit is vooral een kwantitatief gegeven. Een volgende stap moet zijn dat we niet meer tevreden zijn met het gegeven dát er sprake is van wetenschaps- en techniekonderwijs op de pabo, maar dat we willen en weten dat dit onderwijs ook van hoog niveau is, ook vanuit internationaal perspectief. Het Nederlandse onderwijs staat hoog aangeschreven in de wereld, en het zou mooi zijn wanneer dit ook voor het wetenschaps- en techniekonderwijs op de basisschool zou gaan gelden.

Referenties

- Akerson, V. L., Morrison, J. A., & McDuffie, A. R. (2006). One course is not enough: Preservice elementary teachers' retention of improved views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, **43**, 194-213.
- Copic, J. (2008). **Techniek in de basisschool: Gewoon doen!** Antwerpen: Garant.
- Engstrom, D. E. (2006). **Changes and progress in elementary technology education**. In M. J. d. Vries & I. Mottier (Eds.), *International handbook of technology education* (pp. 83-93). Rotterdam: Sense.
- Garmire, E., & Pearson, G. (Eds.). (2006). **Tech tally - approaches to assessing technological literacy**. Washington, D.C.: National Academic Press.
- Landelijk Overleg Lerarenopleidingen Basisonderwijs (2004). **Koersen op meesterschap**. Den Haag: Landelijk Overleg Lerarenopleidingen Basisonderwijs.
- Mawson, B. (2007). Factors affecting learning in technology in the early years at school. *International Journal for Technology Education*, **17**, 253-269.
- Murphy, C., Neil, P., & Beggs, J. (2007). Primary science teacher confidence revisited: Ten years on. *Educational Research*, **49(4)**, 415-430.
- OC&W (2003). **Δ-plan β/techniek; actieplan voor de aanpak van tekorten aan bèta's en technici**. Den Haag: Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap.
- OC&W (2006). **Kerndoelen primair onderwijs**. Den Haag: Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschappen.
- Oostendorp-Bourgonjon, C. L., & Oostendorp, P. J. (2002). **Natuurlijk beginnen - natuuronderwijs voor de pabo**. Groningen: Wolters-Noordhoff.
- Otero, V. K., & Nathan, M. J. (2008). Preservice elementary teachers' views of their students' prior knowledge of science. *Journal of Research in Science Teaching*, **45(4)**, 497-523.
- Platform Bèta Techniek (2008). **Prioriteiten voor 2008: actualisering van het meerjarig beleidskader 2007-2008**. Den Haag: Platform Bèta Techniek.

- ROA. (2007). **Technomonitor 2007 - de kenniseconomie: Liggen we op koers?** Den Haag: Platform Bèta Techniek.
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H., & Hemmo, V. (2007). **Science education now: A renewed pedagogy for the future of Europe.** Brussels: European Commission.
- 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.
- Slangen, L. A. M. P. (2008). **Techniek, leren door doen - didactiek en bronnen voor de pabo.** Baarn: HB-Uitgevers.
- Thijssen, J., Schoot, F. van der, Verhelst, N., & Hemker, B. (2006). **Balans van het natuurkunde- en techniekonderwijs aan het einde van de basisschool 3 - uitkomsten van de derde peiling in 2002.** Arnhem: Cito.
- Valkenier, H. (2008). **Werken met techniek.** Groningen: Wolters-Noordhoff.
- Vlaamse Overheid (2008). **TOS21 - Technische geletterdheid voor iedereen.** Antwerpen: Departement Onderwijs & Vorming.
- Vries, M. J. de (2006). **Two decades of technology education in retrospect.** In M. J. de Vries & I. Mottier (Eds.), *International Handbook of Technology Education* (pp. 3-11). Rotterdam: Sense.
- VTB (2004). **Bouwen aan een brede basis. Nationaal actieplan verbreding techniek basisonderwijs 2004-2010.** Den Haag: Programmaraad Verbreding Techniek Basisonderwijs.
- VTB (2006). **Techniek op de pabo; de kracht van verbeelding.** Den Haag: Programmabureau Verbreding Techniek Basisonderwijs.
- Weerden, J. van, Thijssen, J., & Verhelst, N. (2003). **Toetsen techniek in het basisonderwijs - een onderzoek naar de predictieve validiteit van toetsen techniek in het basisonderwijs.** Arnhem: Citogroep.

Deel III - Stimuleren van onderzoekend denken



8. De bijdrage van Direct Manipulation Environments aan de ontwikkeling van technische geletterdheid in de basisschool

Lou Slangen, Hanno van Keulen en Wim Jochems

Samenvatting

Om goed te kunnen participeren in de huidige maatschappij moeten mensen in zekere mate 'technische geletterd' zijn. Dat wil zeggen: ze moeten inzicht en enige interesse hebben in de rol en impact van wetenschap en techniek, een basisniveau aan (gebruiks)kennis en vaardigheid in de praktische toepassing ervan en - op globaal niveau - kunnen meedenken en redeneren over wetenschap en techniek. Het onderwijs heeft de taak om leerlingen hierin te onderwijzen. De vraag is welke leermiddelen leraren kunnen inzetten én wat de effecten ervan zijn.

In dit hoofdstuk presenteren Lou Slangen, Hanno van Keulen en Wim Jochems, op basis van eerder onderzoek (Slangen, Fanchamps, & Kommers, 2008), de bevindingen met het gebruik van Mindtools en in het bijzonder Direct Manipulation Environments (DME's). Dit zijn innovatieve leermiddelen die ICT (besturingstechnologie en Programmable Logic Controllers) combineren met de bouw van een materieel model (beweegbare constructies gekoppeld aan motortjes en sensoren). Voorbeelden zijn TechnoLogica en Lego Mindstorms, waarmee kinderen een werkende robot of machine kunnen bouwen. Deze laatste toepassing is bij een breed publiek bekend van de jaarlijkse wedstrijd First Lego League.

Onderzocht werd wat het effect is van DME's op één onderdeel van technische geletterdheid: de denkvaardigheden en denkhoudingen. De veronderstelling is dat DME's - door hun aard en de probleemoplossende taken die erbij horen - kinderen stimuleren om hogere orde denkvaardigheden te gaan gebruiken, zoals causaal redeneren, analyseren, synthetiseren, evenals inhoudelijk redeneren. Een mindtool zet de leerling uitdrukkelijk aan tot interpreteren van informatie en (re)organiseren van zijn of haar kennis. Zo sluit het gebruik ervan nauw aan bij de opvattingen over constructivistisch leren.

De onderzoekers verrichtten een pilotstudy met TechnoLogica onder 24 leerlingen van groep 8. Zij kregen in tweetallen de opdracht een probleem rondom een verkeerslicht en/of reuzenrad op te lossen. De onderzoekers registreerden de tijd die de kinderen nodig hadden om het probleem op te lossen en analyseerden alle gesprekken die de kinderen onderling voerden om tot die oplossing te komen. Immers: via hun talige gedrag wordt het denken van de kinderen zichtbaar.

Uit deze analyses concluderen de onderzoekers:

- dat TechnoLogica werkelijk een mindtool is die (leraar-onafhankelijk) leerlingen leert problemen op te lossen.
- dat TechnoLogica het hogere orde denken stimuleert en dan met name de denkgewoonten 'nauwkeurigheid' en 'flexibel denken' en de denkvaardigheden 'evalueren' en 'samenhangen'.

Inleiding

Het dagelijkse leven is doorspekt met het gebruik en toepassen van technologie. Daarom is het zowel voor degenen die kiezen voor een opleiding of beroep in wetenschap of techniek als voor degenen die dat niet doen van belang te beschikken over een basis aan technische geletterdheid. Dat wil zeggen: een basaal

inzicht en enige interesse in de rol en impact van wetenschap en techniek, een basisniveau aan (gebruiks)kennis en vaardigheid in de praktische toepassing ervan en - op globaal niveau - kunnen meedenken en redeneren over wetenschap en techniek.

Het onderwijs heeft - al vanaf het basisonderwijs - daarin een belangrijke taak. Allereerst om leerlingen te helpen bij de ontwikkeling van een positieve maar tevens kritische attitude ten aanzien van wetenschap en techniek (Dakers, 2006; Kuijpers & Walma van der Molen, 2007; Rogers & Portsmore, 2004). En ten tweede om leerlingen voldoende uitdagingen en kansen te bieden om een fundament aan technische geletterdheid te ontwikkelen (Dugger & Gilberti, 2002).

Hiervoor kunnen innovatieve leermiddelen worden ingezet: Mindtools en in het bijzonder de zogenaamde *Direct Manipulation Environments* (DME's). Voorbeelden daarvan zijn TechnoLogica en Lego Mindstorms, waarmee kinderen bijvoorbeeld een werkende robot of machine kunnen bouwen. Deze producten zijn gebaseerd op ICT (besturingstechnologie en Programmable Logic Controllers (PLC's) en Mechatronica (beweegbare constructies gekoppeld aan actuatoren - motortjes - en sensoren). Mits goed gebruikt laten ze leerlingen op inspirerende wijze actief leren met, door en over hedendaagse technologie. Kinderen en jongeren werken (binnen en buiten de schoolmuren) hier met plezier aan, getuige de populariteit van wedstrijden als First Lego League en de RoboCup.

Een veel gehoorde veronderstelling is dat het gebruik van deze leermiddelen in het onderwijs kan bijdragen aan de ontwikkeling van technische geletterdheid. Maar er zijn op dit gebied nog heel wat onderzoeksvragen te beantwoorden. In dit hoofdstuk verduidelijken wij hoe leerlingen via DME's probleemoplossend kunnen manipuleren en discussiëren. Ze doen een intensief beroep op denkvaardigheden en denkhoudingen en ontwikkelen daardoor beter inzicht in moderne technologie. Tegelijkertijd worden ze vaardiger in het gebruik en toepassen van technologie.

Onderzoeksvragen

Onderzoek naar de bijdrage van DME's aan de ontwikkeling van technische geletterdheid (TG) is een complex geheel. Het vraagt allereerst een nadere theoretische uitwerking van het begrip TG. Ten tweede vraagt het een antwoord op de bijdragen die het gebruik van DME's kan hebben aan de ontwikkeling van de samenstellende componenten van TG. Ten derde vraagt het een antwoord op kenmerken van een adequate leeromgeving met DME's (zoals de aard van de taken en de ondersteunende informatie en materialen). Ten vierde vraagt het onderzoek naar de rol van de leraar in dit geheel en, tot slot, naar de retentie- (blijvend) en transfereffecten. Voor het onderzoek op dit gebied komen we voorlopig tot het volgende onderzoeksmodel dat gedurende onze studies verder verfijnd zal worden:

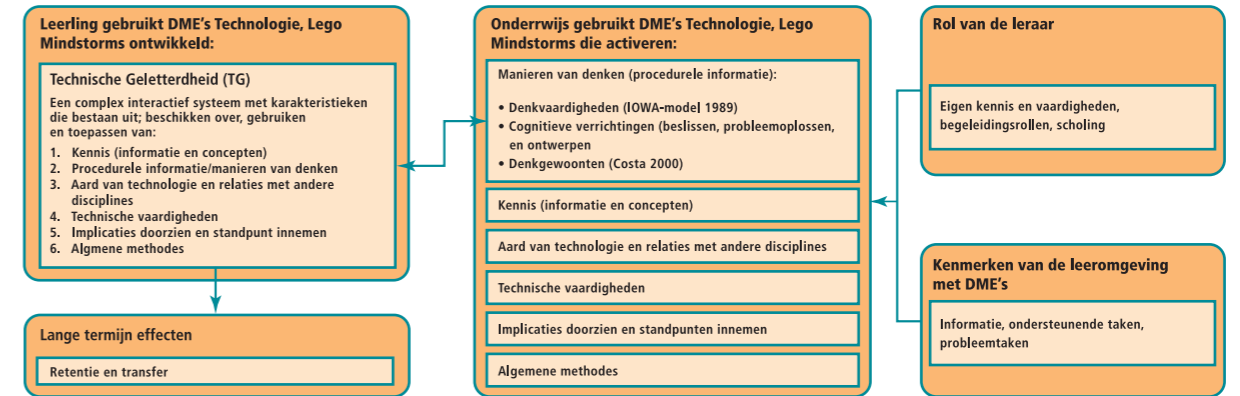
We gaan in op twee vragen:

1. Wat is technische geletterdheid en hoe kunnen we komen tot een werkbare definitie?
2. Draagt het werken met DME's bij aan het activeren van hogere orde cognitief handelen dat we als een onderdeel van technische geletterdheid beschouwen?

We verduidelijken hoe leerlingen via dergelijke leermiddelen probleemoplossend kunnen manipuleren en discussiëren. Ze doen een intensief beroep op denkvaardigheden en denkhoudingen en ontwikkelen daardoor een beter inzicht in moderne technologie. Tegelijkertijd worden ze vaardiger in het gebruik en toepassen van technologie.

Opzet van het hoofdstuk:

We specificeren allereerst de onderliggende concepten van Mindtools en DME's en beschrijven twee toepassingen. Vervolgens wordt het begrip TG in relatie tot het gebruik van DME's beschouwd, waarbij we kort ingaan op de stand van het wetenschappelijk onderzoek op dit gebied. Vervolgens besteden we aandacht aan het gebruik van denkvaardigheden en denkhoudingen als een aspect van technische geletterdheid. We geven dan een beschrijving van een casestudie met enkele eerste onderzoeksresultaten en een vooruitblik. We sluiten af met de conclusies en voornemens voor verder onderzoek.



Wat zijn Mindtools en DME's?

Een mindtool stelt een leerling in staat een representatie maken van wat hij/zij weet en/of kan. De leerling construeert modellen (Jonassen, 2006) die vervolgens op verschillende manieren aan de werkelijkheid getoetst kunnen worden. Zo stimuleren mindtools leerlingen om hogere orde denkvaardigheden aan te spreken (Jonassen, 2000), zoals causaal redeneren, analyseren, synthetiseren. Mindtools initiëren en faciliteren daarmee het inhoudelijk redeneren.

De grondslag voor het toepassen van mindtools in het (basis)onderwijs sluit nauw aan bij de opvattingen over constructivistisch leren. Een mindtool zet de leerling namelijk uitdrukkelijk aan tot interpreteren van informatie en (re)organiseren van zijn of haar kennis. Immers: door de ervaringen met de mindtools ziet de leerling discrepanties met zijn bestaande kennis (zijn vigerende mentale concepten). Als gevolg hiervan past de leerling deze mentale concepten voortdurend aan (Jonassen, 2006). Leerlingen gebruiken mindtools pas goed wanneer ze erdoor aangemoedigd worden om kritisch en creatief te denken over en met de inhoud die ze bestuderen. Dit betekent dat mindtools het leren niet gemakkelijker maar wel beter maken (Slangen & Sloep, 2005).

Volgens Jonassen (2000, 2006) zijn vooral computerapplicaties geschikt om als mindtool te functioneren. Voorwaarde is dat de applicatie de leerling uitnodigt om op basis van specifieke karakteristieken van die software en de (probleemoplossende) taak al redenerend mentale modellen te bouwen. Dit impliceert dat ook andere leermiddelen al dan niet in combinatie met computertoepassingen als mindtool kunnen functioneren. Jonassen categoriseert ICT-gebaseerde mindtools als volgt: concept mapping software, databases, spreadsheets, expert systemen, simulatie software, constructie software, hypermedia, visualisatie middelen en de Direct Manipulation Environments (DME).

In een DME bouwt een leerling op basis van een gesteld probleem een virtueel en/of materieel model rondom een specifiek fenomeen, waarbij variabelen en direct te beïnvloeden parameters ingebracht worden. Door deze directe beïnvloeding kan de werking van het model meteen waargenomen worden.

Toepassingen

Wij richten ons op de DME's TechnoLogica en Lego Mindstorms. Deze zijn gebaseerd op een hybride omgeving die zowel uit een virtueel als een materieel deel bestaat. Met software wordt een virtueel besturingsmodel (het programma) gebouwd dat via een interface (de PLC) een materieel (mechanisch) model autonoom aanstuurt of daarmee interacteert. De TechnoLogica software (genaamd Leonardo) bevat vier niveaus van complexiteit namelijk: de directe, automatische, interactieve en samenwerking modus. De Lego software (genaamd RCX en onlangs opgevolgd door NXT) kent geen niveaus, maar heeft diverse versies die met uitgebreide digitale handleidingen en instructies worden ondersteund.

Afhankelijk van de taak kunnen de leerlingen zelf virtuele en/of materiële modellen ontwerpen en construeren. Voor de materiële modellen kunnen zij bouwcomponenten gebruiken van constructiespeelgoed zoals Lego Technic, Fisher Techniek of K'NEX (blokken, staven, tandwielen, verbindingdelen, motoren en sensoren). De PLC programmeren ze met behulp van een computer en software die gebruik maakt van pictogrammen. Op hun computerscherm zien de leerlingen eenvoudige icoontjes van de beïnvloedbare objecten (zoals een motor, ultrasoon sensor, aan/uit schakelaar, een klok), parameters, beslisregels (zoals een 'als dan' keuze, een 'herhaal' keuze, of 'wacht tot') en de variabelen. De leerlingen kunnen de objecten naar wens combineren en instellen door parameters te veranderen. De software biedt dezelfde mogelijkheden als tekst georiënteerde programmatuur, maar het visuele karakter ervan helpt de leerlingen gemakkelijker een programma te maken (Lavonen, Meisalo, & Lattu, 2001). Het leren van de programmeeromgeving is overigens niet het doel op zichzelf maar onderdeel van het leren over en met technologie. Het gaat om inzichten in ICT als techniek, om logisch redeneren, verkortingen leren gebruiken, opbouwen van beslisroutines en structureren.

Via dergelijke hybride microwerelden kunnen leerlingen met materiële middelen experimenteren en kennis en concepten van techniek en wetenschap opdoen, redeneringen opbouwen, de werkelijkheid onderzoeken, enzovoorts. Ze kunnen het effect van hun interventies meteen observeren en ter plekke wijzigingen doorvoeren en uittesten. Dat roept bij veel leerlingen een hoge mate van betrokkenheid op. De grote inzet van leerlingen tijdens wedstrijden zoals de First Lego League en de RoboCup is daar een goed bewijs van. Het bouwen en het manipuleren van een werkend model (robot, machine) geeft kinderen een gevoel van realiteit.

De veronderstelling is dat leerlingen door het actief manipuleren van deze DME's hun TG vergroten. DME's bevorderen het actieve denken van leerlingen door het manipuleren van een concrete wetenschappelijke en technische wereld, wat bijvoorbeeld leidt tot het leren van concepten uit de fysica. Leerlingen krijgen zo een toenemend inzicht in wetenschappelijke en technische concepten en worden aangezet tot logisch denken binnen deze contexten. Ten slotte bieden DME's leerlingen vele kansen om in de praktijk problemen op te lossen en generieke denkvaardigheden te versterken.

Wat is Technische Geletterdheid?

De term Technische Geletterdheid (TG) verwijst naar hetgeen een gemiddelde deelnemer (niet-expert) aan de hedendaagse samenleving zoal zou moeten weten en kunnen met betrekking tot techniek. Vanuit de wetenschap worden regelmatig bijdragen geleverd om beter grip te krijgen op de karakteristieken en definiëring van TG, maar er is nog geen voldoende uitgekristalliseerd en algemeen geaccepteerd kader. Een dergelijk kader is noodzakelijk als basis om onderwijs vorm te geven. Onderwijs dat leidt tot meer en betere technische geletterdheid en dat leerlingen laat zien dat technologie meer is dan (de productie van) artefacten (door mensen gemaakte of bewerkte voorwerpen), namelijk dat het gebaseerd is op kennis en processen en dat de technologische wereld van vandaag van eenieder een kritisch bewustzijn vraagt (Dakers, 2006). Een dergelijk kader is tevens nodig om de waarde van nieuwe educatieve methodes en middelen te kunnen onderzoeken en taxeren.

Over wat een technisch geletterd persoon precies kan en weet bestaat dus (nog) geen eenduidige definitie. In de dagelijkse realiteit hebben we te maken met een continuüm, met aan de ene zijde de technische experts, die zich vooral richten op de technologie zelf, de inhoud van de zwarte doos, en aan de andere zijde de niet-technici, die zich beperken tot de wereld buiten de zwarte doos, het leven in de context van technische activiteiten (Barnett, 1995). Participeren in een moderne technologische maatschappij vraagt echter meer dat. Van een technisch geletterde persoon mag verwacht worden dat deze beschikt over een min of meer volgroeid besef van technologie dat het mogelijk maakt actief te functioneren in een maatschappij die afhankelijk is van technologie (Garmire & Pearson, 2006). Technisch geletterde personen beschikken over middelen (kennis, kritisch denken & beslissen en bekwaamheden) om intelligent en bedachtzaam te participeren in een technologische wereld om hen heen (Garmire & Pearson, 2006).

Analoog aan deze opvattingen stellen wij dat een technisch geletterd individu kennis heeft over eenvoudige technologie en wel op zo een wijze dat hij/zij deze technologie kan begrijpen, gebruiken en creëren. Dit standpunt impliceert dat TG zich niet beperkt tot weten en begrijpen alleen, maar ook kunnen, gebruiken en toepassen vereist.

Hoewel technische geletterdheid en technisch competent zijn regelmatig als synoniem worden gebruikt beschouwen we deze twee begrippen niet als identiek. Technisch competent zijn verwijst eerder naar een specifiek van een persoon vereist niveau van expertise om succesvol doelgericht en adequaat technisch te kunnen handelen binnen een bepaalde situatie. Aanvankelijke technische geletterdheid kan door vergroten van inzichten en bekwaamheid steeds verder overgaan in technisch competent zijn.

Jones & Moreland (2004) omschrijven onderwijs gericht op ontwikkeling van TG als een uitgebreid gebied dat betrekking heeft op de exploratie en het oplossen van complexe en onderling samenhangende technische problemen, die meerdere conceptuele, procedurele, maatschappelijke en technische variabelen betreffen. In het verlengde hiervan en op grond van het voorgaande definiëren wij technische geletterdheid voorlopig als het geheel van de volgende zes onderling samenhangende componenten:

1. **Beschikken over en doen toenemen van kennis**, informatie verfijnen of uitbreiden (feiten, gegevens, observaties en ervaringen), concepten leren doorzien (theorieën, definities, axioma's, weten, principes en modellen) en **capabel zijn deze te gebruiken en toe te passen**.
2. **Ontwikkelen en toepassen van relevante procedurele informatie** (strategieën met betrekking tot het weten hoe iets te doen, wat te doen en wanneer) en **manieren van denken** (cognitieve vaardigheden gebaseerd op kritisch denken en beslissingen nemen);
3. **De aard van technologie begrijpen en haar (multidisciplinaire) relatie met wetenschap, mathematica, ICT en andere gerelateerde disciplines en deze gebruiken en toepassen**;
4. **Ontwikkelen en verfijnen van technische vaardigheden** (manueel, praktisch) en **deze gebruiken en toepassen**;
5. **De implicaties en consequenties begrijpen en een standpunt innemen** met het oog op de relatie tussen technologie en mensen;
6. **Zich bewust zijn van algemene methodes** zoals ontwerpen en onderzoeken om technische problemen op te lossen en deze kunnen **gebruiken en toepassen**.

Op grond van literatuuronderzoek (Slangen & Sloep, 2005) en een casestudie (Slangen, Fanchamps, & Kommers, 2008) vermoeden wij dat het educatief toepassen van DME's zoals Lego Mindstorms en TechnoLogica bruikbaar is om een bijdrage te leveren aan de ontwikkeling van technische geletterdheid. Er zijn echter nog weinig onderzoeksresultaten over de werkelijke bijdrage van dergelijke tools aan de ontwikkeling van technische geletterdheid.

Wat wel is onderzocht, is de meer algemene vraag welke educatieve bijdrage DME's kunnen leveren aan sommige componenten ervan, waaronder denkvaardigheden.

De bijdrage van DME's aan TG en dan met name denkvaardigheden

In verschillende studies wordt het educatief gebruik van DME's beschreven. Krumholtz (1998) gebruikte bij leerlingen in de leeftijd van 8-14 jaar TechnoLogica software in combinatie met technisch constructiemateriaal en constateert een stijgend intuïtief en formeel inzicht bij leerlingen in concepten van fysica, zoals snelheid, versnelling, zwaartekracht, wrijving, kracht en evenwicht. Bers e.a. (2002) tonen ons hoe aankomende leraren met behulp van Lego Mindstorms beter thuis raken in het technisch jargon (technische welbespraaktheid, of technical fluency) en er beter met kinderen over kunnen communceren. Ook laten zij zien hoe, met behulp van Lego Mindstorms, aan jonge kinderen moeilijke concepten zoals de levenscyclus kunnen worden onderwezen. Hierbij wordt gesteld dat ook principes van constructivisme gerealiseerd worden, zoals het leren door ontwerpen, manipuleren van objecten om mee te denken, exploreren van krachtige ideeën en zelfreflectie. Savage, Sánchez, O'Donnell, & Tagney (2003) beschrijven een onderzoek naar Problem Based Learning (probleem gebaseerd leren, PBL) met robo-

tica onder niet-technische studenten. Hun conclusie is dat de combinatie van constructivisme, mindtools en discussie een hoog potentieel heeft om hogere orde denkvaardigheden te bevorderen. Ook signaleren zij veelbelovende verwachtingen met betrekking tot het cognitieve, emotionele en sociale leren van leerlingen en leraren in het basisonderwijs en op scholen voor speciaal onderwijs, als resultaat van het manipuleren (construeren en programmeren) met Lego Mindstorms robots (Eronen, Sutinen, Vesisenaho, & Virnes, 2002; Kärrä-Lin, Pihlainen-Bednarik, Sutinen, & Virnes, 2006; Sutinen, Virtajoki-Tyrväinen & Virnes, 2005).

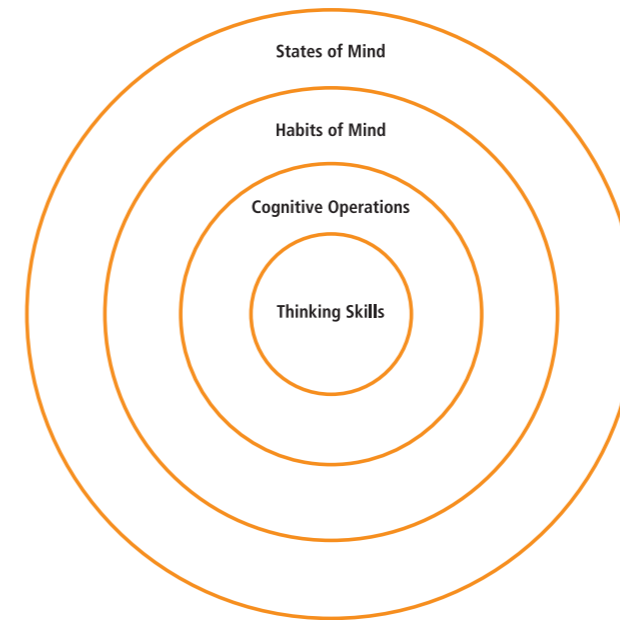
Maar er zijn ook minder positieve onderzoeksresultaten. Lavonen, Meisalo et al. (2001) bestudeerden hoe 14 jaar oude leerlingen met behulp van science en technisch materiaal en software van Empirica Control problemen oplosten. Met betrekking tot het formele leren van probleemoplossend handelen vonden de onderzoekers geen effecten die toegeschreven konden worden aan het programmeren met Empirica Control. De leerlingen toonden weinig planning, weinig reflectief en creatief denken, en gebruikten vaak trial and error strategieën. Deze onderzoekers constateerden ook dat zelfs wanneer besturingssoftware op pictogrammen gebaseerd is, het toch noodzakelijk blijft om sommige grondbeginselen voorafgaand aan een opdracht te leren - en niet tijdens de uitvoering van de problemtaak. Als dat gebeurt kunnen leerlingen tijdens de taak het probleem zelfstandiger oplossen. Lindh & Holgersson (2006) onderzochten de gevolgen van een Lego training op de prestaties van leerlingen bij wiskunde en technische taken. De resultaten toonden een onduidelijk effect op het vermogen van leerlingen om logische problemen op te lossen. Er was geen (statistisch) bewijsmateriaal dat de gemiddelde groep profiteerde van de Lego trainingstaken, daarentegen was er wel enig bewijsmateriaal dat subgroepen met gemiddeld goede leerlingen er voordeel van hadden.

Denkhoudingen en denkvaardigheden als component van technische geletterdheid

Technische geletterdheid zoals we die hiervoor hebben gezien bestaat uit diverse veelomvattende componenten. Garmire & Pearson (2006) onderscheiden drie overkoepelende dimensies: de kennisdimensie (inhoud zoals feiten, concepten, voorschriften), de vaardigheidendimensie (de praktijk zoals het handelen, het materiële, het doen en realiseren) en de dimensie kritisch denken en beslissen. Hieronder kunnen denkvaardigheden en denkhoudingen gerekend worden.

Denkprocessen zijn geliefde onderzoeksobjecten. Wetenschappers trachten denkprocessen nauwkeurig te bestuderen en deze te beschrijven in hanteerbare termen (Bransford, Brown, & Cocking, 2004). Het bereikte inzicht zou moeten helpen onderwijs te realiseren dat leerlingen stimuleert om beter en effectiever te denken. Resnick (1987) vermeldt dat er bewijzen zijn dat leren denken onderwijsbaar is, maar dat er geen bewijsmateriaal is dat de hogere orde denkvaardigheden geleerd worden door specifieke componenten (zoals samenvatten, het genereren van ideeën en het vergelijken van oplossingen) te verwerven en te oefenen. Als leraren hogere orde denken willen stimuleren kunnen zij de leerlingen slechts activeren door ze met materialen, situaties of contexten te confronteren die zij nooit eerder hebben ervaren (Boostrom, 2005). Een rijke leeromgeving dus. Gebaseerd op theorieën van de neurobiologie en het brain-based leren beschrijft Kok (2003) dat rijke leeromgevingen realistisch en holistisch moeten zijn, waardoor ze intensieve leerervaringen opwekken.

Voorgaande conclusies pleiten aldus voor een aanbod van complexe en unieke taken die een hoge graad van uitdaging, authenticiteit en actieve betrokkenheid hebben, aangeboden in een veilige leeromgeving, en daarmee het denken bevorderen. Wij veronderstellen dat het voorleggen van probleemoplossingstaken met DME's (TechnoLogica en Lego Mindstorms) aan leerlingen hun denkhouding en denkvaardigheden (als component van TG) bevordert. Immers: deze taken bieden mogelijkheden om - uitgaande van authenticiteit, betrokkenheid en probleemoplossend handelen - het hogere orde denken te activeren en intensiveren. In een casestudy met TechnoLogica hebben we onderzocht welke denkvaardigheden en denkhoudingen leerlingen lieten zien. We verduidelijken eerst het gebruikte theoretische kader en gaan dan verder in op de studie en resultaten.



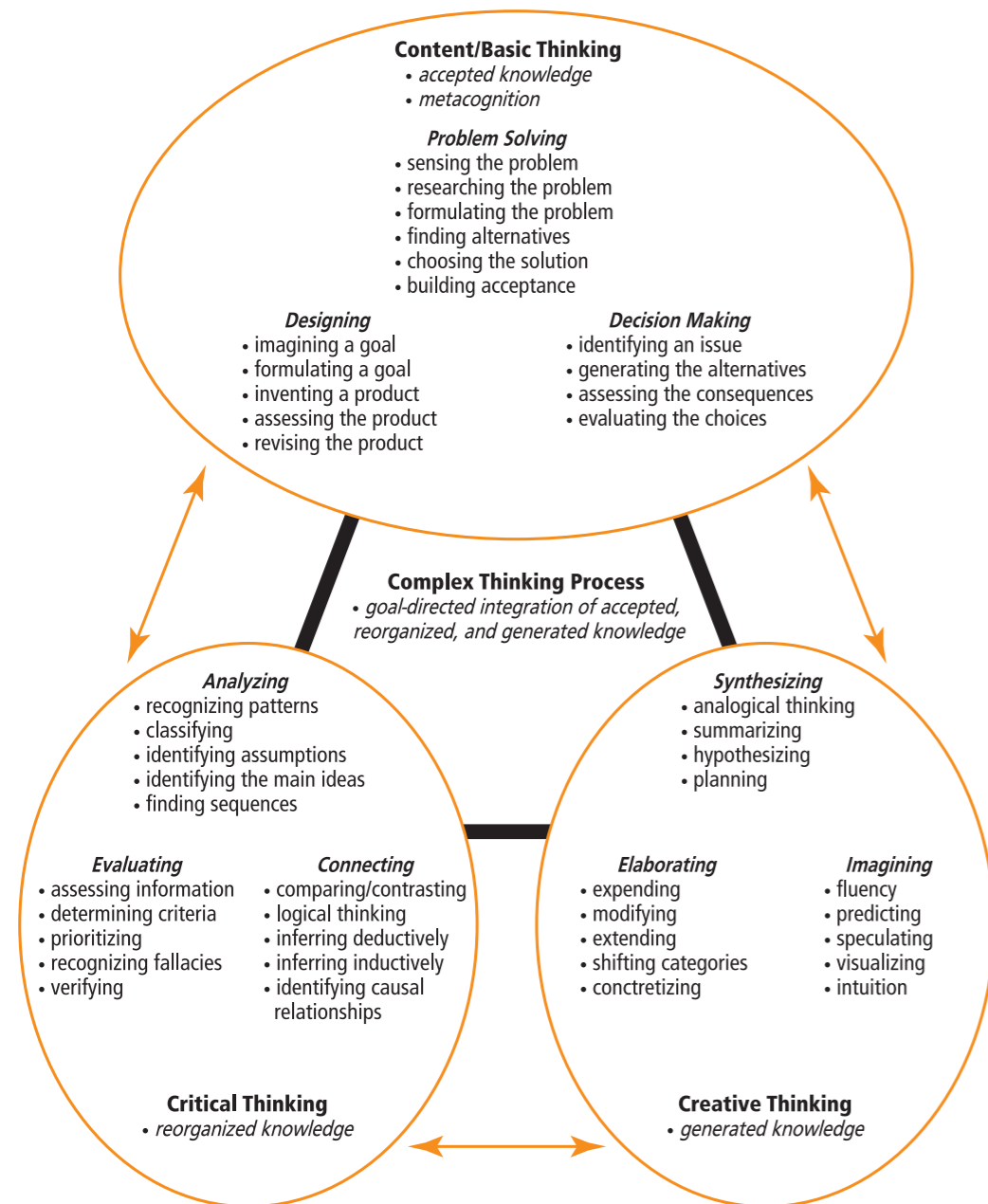
Figuur 1 Denkmodel van Costa

Costa (2000) heeft in een model met vier concentrische cirkels de samenhang tussen denkvaardigheden, cognitieve handelingen, denkgewoonten en gemoedstoestanden beschreven (Figuur 1). In het centrum staan de denkvaardigheden (vergelijken, classificeren, enz.). Deze denkvaardigheden functioneren binnen de cognitieve verrichtingen (de tweede cirkel), die omvangrijkere en complexere strategieën betreffen (probleem oplossen, besluitvorming, enz.). De derde cirkel die de vorige twee omvat bevat 16 denkgewoonten (flexibel zijn, streven naar nauwkeurigheid, enz.), die kenmerken van intelligent acteren zijn. De vierde cirkel bevat de gemoedstoestanden (motivatie, stabiliteit, enz.)

Het IOWA Integrated Thinking Model (Burklund, Garvin, Lawrence, & Yoder, 1989) (figuur 2) biedt een gedetailleerdere uitwerking van de componenten van de twee binnencirkels die Costa als denkvaardigheden en cognitieve verrichtingen aanduidt. Cognitieve verrichtingen (complexe denkprocessen, zoals het oplossen van problemen, ontwerpen, besluitvorming) vereisen twee denkvaardigheden: kritisch denken (analyseren, evalueren, verbinden, enz.) en creatief denken (synthetiseren, verbreden, veronderstellen, enz.). Beide hogere orde denkvaardigheden verwijzen opeenvolgend naar het reorganiseren van bestaande kennis en het genereren van nieuwe kennis. Deze denkvaardigheden vereisen een op inhoud gebaseerd denken waarbij het gaat om feiten, regels, vaardigheden, concepten en principes uit dat inhoudelijke domein.

Beide benaderingen hebben gemeenschappelijk de veronderstelling dat het intelligente denken een complex interactief systeem is en geen verzameling van afzonderlijke vaardigheden, houdingen en strategieën. Het actief inzetten van denkvaardigheden en denkhoudingen bij het oplossen van technische problemen zijn belangrijk voor de mate van succes. Tijdens onderwijsmomenten waarin we leerlingen in tweetallen lieten werken met Lego Mindstorms NXT om problemen op te lossen constateerden we dat leerlingen, zowel in situaties met instructie van de leraar als in situaties zonder instructie, onderling intensieve en diepgaande discussies voerden over de aanpak van de taak. In beide situaties kwamen de meeste leerlingen tot oplossing van het probleem.

Figuur 2 IOWA Integrated Thinking Model



Casestudy - TechnoLogica als leermiddel voor het ontwikkelen van TG

In een pilotstudy is het hogere orde denken onderzocht aan de hand van de discussies tussen leerlingen bij het oplossen van probleemtaken met de DME TechnoLogica. We beschrijven hier de opzet van het onderzoek en de eerste resultaten. Het onderzoek werd uitgevoerd in 2005 bij 24 leerlingen van groep 8, die nooit met TechnoLogica of een vergelijkbaar product hadden gewerkt. De leraar had willekeurig tweetallen samengesteld, die zelfstandig werkten. Er was tijdens het uitvoeren van de taak een begeleider (student of onderzoeker) aanwezig, die vooral een coachende rol had (frustratie vermijden, indirecte vragen stellen, hints geven, enz.).

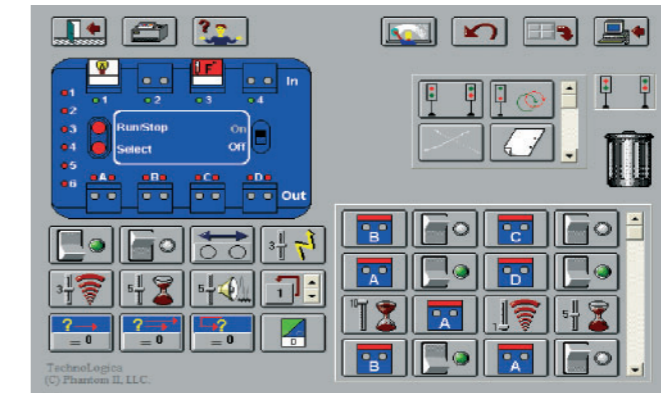
De uitingen van denkvaardigheden en denkhoudingen zijn tijdens het uitvoeren van probleemoplossingstaken met TechnoLogica op een systematische wijze in beeld gebracht. Hiervoor gebruikten we een werkboekje met instructies en twee opdrachten, het PLC interface Leonardo, voorwerpen (lampjes, motoren, grondplan van een wegversmalling, verkeerslichten en een reuzenrad met motor en sensor gebouwd met K'nex) en een computer met de TechnoLogica software. De handleiding is zelfinstruerend en geeft voor de eerste drie van de vier niveaus uitleg over de werking van het programma. Hiermee verwerven de leerlingen voldoende kennis van de werking van de software (Figuur 3 en 4) om vervolgens een oplossing voor een echt nieuw en concreet probleem te bedenken en programmeren. Dit volgde aan het einde van de instructie van het tweede en derde niveau (automatische, interactieve mode) in de vorm van een open, authentieke en contextrijke taak.

De bij de taken horende materiële modellen waren vooraf geconstrueerd, maar uitdagend genoeg om de leerlingen aan te zetten tot het zelfstandig bedenken en programmeren van een oplossing. Op niveau twee, was de taak het ontwerpen van een werkend programma om verkeerslichten bij een wegversmalling goed te laten functioneren. Op dit niveau, gebruikten de leerlingen de automatische mode en vier outputpoorten voor de verkeerslichten. Het probleem van het reuzenrad op niveau 3 (interactieve mode) was een vooraf beschreven wijze waarop het reuzenrad zou moeten draaien en de sierverlichting moest reageren. Om deze taak op te lossen, moesten de leerlingen twee outputpoorten (een voor de lampjes en een voor de motor) en één input poort (magnetische sensor) gebruiken. De magnetische sensor telt het aantal omwentelingen op grond waarvan de leerlingen beslissingen in het programma kunnen laten uitvoeren. Er wordt gesteld dat de taak van het reuzenrad voor de leerlingen complexer is dan de taak met het verkeerslicht. De reuzenradtaak is moeilijker omdat hier sprake is van interactie tussen de virtuele en materiële wereld van het model en er gebruik moeten worden van variabele inputgegevens. Bij de taak van het verkeerslicht is er slechts sprake van eenrichtingscommunicatie: een rechtstreekse besturing van de virtuele wereld naar het materiële model.

Zeven tweetallen hebben beide probleemtaken (niveau twee en drie) uitgevoerd, drie tweetallen alleen de problemtaak van niveau twee en twee tweetallen alleen de problemtaak van niveau drie.



Figuur 3 Interface Leonardo en verkeerslicht



Figuur 4 Schermafbeelding van de besturingssoftware TechnoLogica

Het manipuleren van deze hybride microwereld veronderstelt dat leerlingen een echt denkproces activeren en een model ontwikkelen dat vervolgens in concrete programmeerstappen wordt vertaald en door het materiële model te testen wordt geverifieerd. De kwesties (de verkeerslichten en het reuzenrad) zijn niet gemakkelijk op te lossen. Daarom ontstaat er tussen de leerlingen een intense mondelinge talige interactie. Het denkproces van de leerlingen wordt via hun talig gedrag waarneembaar. De interactie is doelgericht en leidt tot ontwikkeling van nieuwe kennis (Slangen & Sloep, 2005) en strategieën. Via deze steeds voortgaande discussies (Bereiter, 1994), onderzoeken de deelnemers constant ideeën, doen veronderstellingen, onderzoeken alternatieven en verklaringen, die bijdragen aan voortgang in het oplossen van het probleem.

Tijdens het oplossen van de probleemtaken zijn van ieder tweetal video-opnames gemaakt. Met behulp van twee zelfontwikkelde gestructureerde observatie-instrumenten zijn de talige interacties gescoord. De scoringscategorieën zijn gebaseerd op de denkhoudingen (lijst 1) Van Costa (2000) en denkvaardigheden (lijst 2) Burklund e.a. (1989).

Denkhoudingen (Costa 2000)	Denkvaardigheden (selectie uit IOWA model)	
<ol style="list-style-type: none"> 1. doorzettingsvermogen 2. impulsiviteit beheersen 3. luisteren met begrip en empathie 4. flexibel denken 5. denken over denken (Metacognitie) 6. streven naar nauwkeurigheid 7. vragen stellen en problemen opperen 8. oude kennis toepassen in nieuwe situaties 9. helder en precies denken en communiceren 10. gegevens verzamelen door alle zintuigen te gebruiken 11. creëren, innoveren en fantaseren 12. reageren met verwondering 13. verantwoorde risico's nemen 14. gebruik humor 15. denken in samenhang 16. openstaan voor levenslang leren 	<p>Analyseren</p> <ul style="list-style-type: none"> • Patronen herkennen • Classificeren • Veronderstellingen herkennen/doen • Hoofd ideeën herkennen • Volgordes ontdekken 	<p>Evalueren</p> <ul style="list-style-type: none"> • Informatie toetsen/vaststellen • Criteria achterhalen • Prioriteiten stellen • Misvattingen herkennen • Verifiëren
	<p>Samenhangen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vergelijken en contrasteren • Toepassen van algemene regels • Formuleren van algemene regels • Oorzaak gevolg redeneren 	<p>Synthetiseren</p> <ul style="list-style-type: none"> • Denken in analogieën • Opsommen • Hypotheses formuleren • Plannen

Omdat we aannemen dat leren voortkomt uit het deelnemen aan een sociale context, is de interactieve dialoog tussen leerlingen, en tussen leraar en leerlingen van groot belang. Slangen en Sloep (2005) benadrukken dat het belangrijk is dat het denken wordt omgezet in woorden die dat denken tot een expliciet gebeuren maken. Daardoor kan een andere leerling of leraar hierop reageren. Van de te scoren taaluitingen zijn per categorie denkvaardigheid en denkgewoonte korte omschrijvingen gemaakt van kenmerkende aspecten waarop de talige uiting geïnterpreteerd kan worden. Elke minuut zijn de mondelinge en daarmee gepaard gaande non-verbale interacties geïnterpreteerd. De vier opvallendste denkgewoonten en denkvaardigheden zijn gescoord. De scoring is gebaseerd op het vaststellen van de frequentie van voorkomen van de veronderstelde denkhoudingen.

Resultaten en vooruitblik

Door middel van een beschrijving van de waarnemingen en een analyse van de data zijn drie vragen beantwoord. Wij refereren hiervoor aan onze eerdere casestudy (Slangen et al., 2008).

- ***Is TechnoLogica een bruikbare Mindtool om leraar-onafhankelijk probleemoplossend leren te realiseren?***

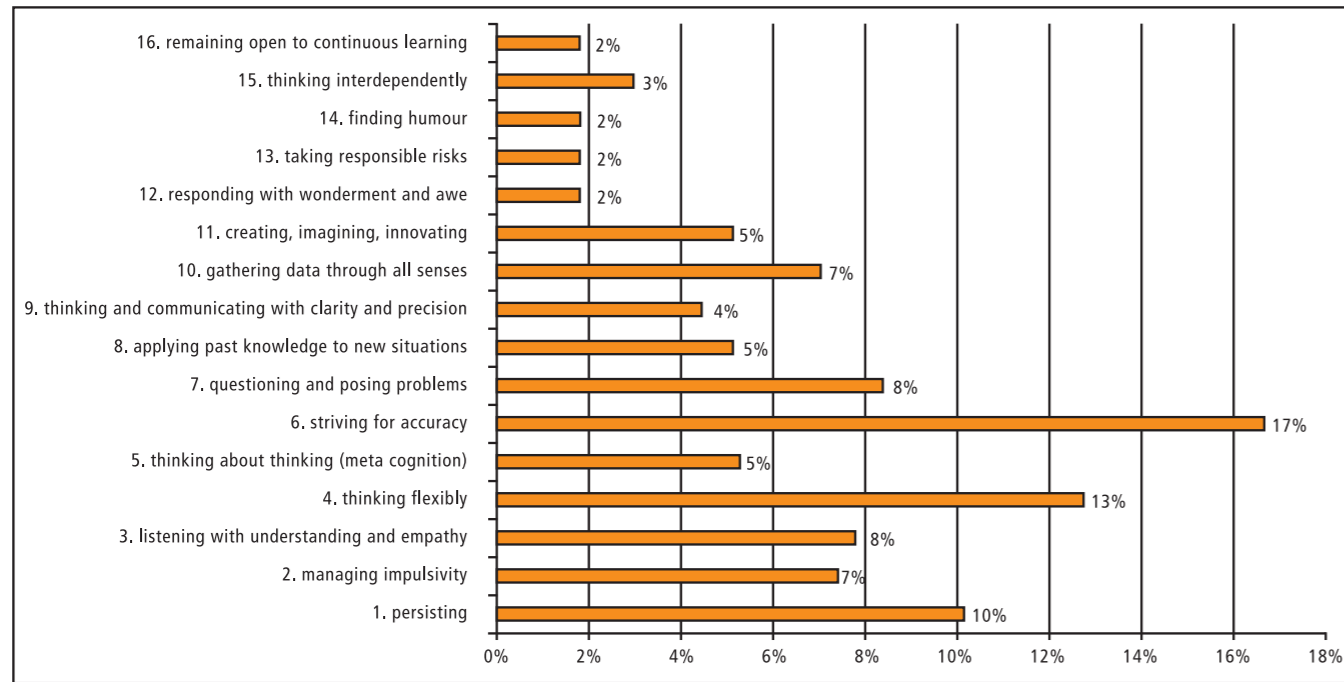
Uit de uitvoering van de taak blijkt dat er sprake is van echt probleemoplossend leren. De taken zijn uitdagend en de leerlingen worden er volledig door geabsorbeerd. De meeste leerlingen blijven gemotiveerd ook als er een tijd geen vooruitgang lijkt te zijn in het oplossen van het probleem. Ze zijn enthousiast en hunkeren naar het oplossen van de taak. Het instructieboekje is voldoende leraar-onafhankelijk, maar we constateerden dat de fysieke nabijheid van de begeleider er toe leidde dat sommige leerlingen snel om hulp vroegen en soms was de begeleider dan niet terughoudend genoeg. De taak bleek niet gemakkelijk op te lossen en soms raakten leerlingen in een impasse. Nu en dan moest de begeleider een doorbraak of ondersteuning realiseren. Wij troffen dan begeleidingsgedrag aan zoals: korte wenken geven, open vragen stellen, motiverende commentaren geven en positief terugkoppelen. Het gebruiken van dit soort taken in het dagelijkse onderwijs lijkt mogelijk maar vereist een flexibele leraar die in staat is een of meer kleine groepen te begeleiden terwijl de hele groep wordt onderwezen. De rol van de leraar en zijn mogelijkheden in de groep en het klaslokaal moet bestudeerd worden.

- ***Is actief hogere orde denken gebaseerd op denkgewoonten en denkvaardigheden in de leeromgeving met TechnoLogica waar te nemen?***

Het antwoord op deze vraag is met 'ja' te beantwoorden. In het totaal werd tijdens 19 sessies (10 sessies met het verkeerslicht en 9 reuzenradsessies) 8 scores per minuut (4 denkgewoonten en 4 denkvaardigheden) gemaakt, wat in ongeveer 9.000 scores resulteerde. Tijdens het oplossen van de probleemtaak, merkten wij een intensieve discussie met veel verwijzingen naar actief denken en continue reflectie op het handelen. Door hun programma's te testen, worden de leerlingen naar het herhaald reflectief denken geleid, ze bespreken steeds opnieuw (tussen)oplossingen, verifiëren uitkomsten, enzovoorts. Norman (1993) maakt onderscheid tussen het empirisch denken en reflectieve denken. Beide soorten denken worden verondersteld aanwezig te zijn tijdens het oplossen van probleemtaken. Het empirisch denken wordt nauwkeuriger tijdens de zelfstudie en neemt toe als effect van het leerproces tijdens probleem oplossen.

- ***Welke types hogere orde denken kunnen we onderscheiden?***

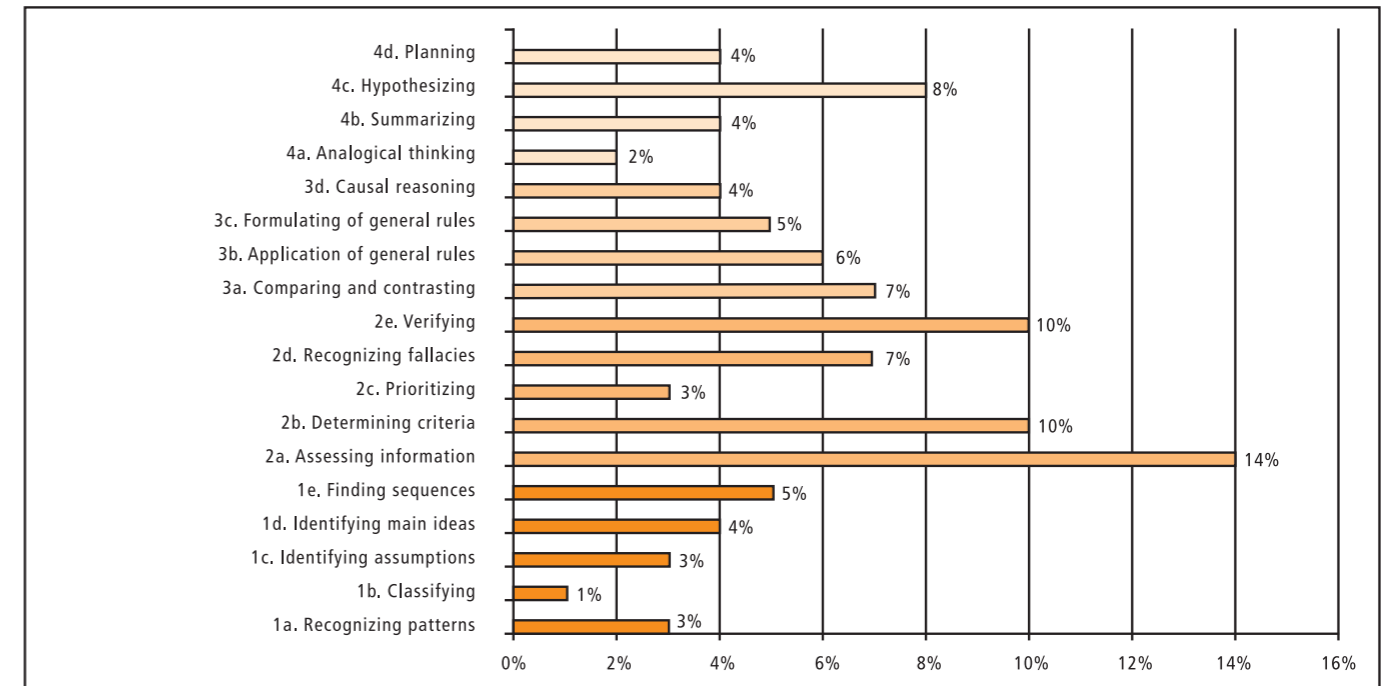
Met de observatie-instrumenten en de beschrijving van de categorieën is het mogelijk een eerste analyse te maken van de tijdens de taakuitvoering getoonde denkvaardigheden en denkgewoonten.



Figuur 5 Frequenties van denkgewoontes

Er zijn aanzienlijke verschillen tussen de frequenties van de verscheidene categorieën van denkgewoonten (Figuur 5). Het meest gebruikt zijn: 'streven naar nauwkeurigheid' (17%), 'flexibel denken' (13%), 'volharding' (10%), 'vragen en problemen stellen' (8%) en 'luisteren met begrip en empathie' (8%). Het minst gebruikt zijn: 'antwoorden met verwondering en ontzag' (2%), 'verantwoordelijkheid en risico's nemen' (2%), 'humor hanteren' (2%), 'onafhankelijk denken' (3%) en 'blijven openstaan voor permanent leren' (2%). Wij veronderstellen dat de diversiteit in frequenties tussen de categorieën het resultaat is van de soort mindtool en het type probleemaak. Vergelijkbare resultaten zien we ook bij het onderdeel denkvaardigheden.

TechnoLogica en de opzet van de probleemtaken bieden de leerlingen mogelijkheden om het programma zo vaak te testen als gewenst. Elke testsessie geeft een terugkoppeling op de kwaliteit van de laatste wijzigingen. Dit testgedrag zou als trial and error leren kunnen worden geïnterpreteerd. Wij verklaren het als expliciete acties om de oplossing van het probleem te bereiken. Leerlingen benutten feedback-informatie uit de testsessies en leren van hun correcte of verkeerde redeneringen door het verzamelen en het interpreteren van die gegevens. De categorie 'risico's nemen' scoort dan ook laag. Het is de vraag wat de score zou zijn als er een vastgesteld maximum aantal testsessies en een concurrentie-element ingebouwd was. Zouden leerlingen dan zorgvuldiger en langer overwegen alvorens ze een situatie zouden testen? Wij verwachten dat er expliciet meer redeneren en abstract verifiëren zou zijn alvorens de leerlingen het concrete model testen.



Figuur 6 Scores of hoofdcategorieën denkvaardigheden

We constateren ruime frequentieverschillen tussen de verschillende hoofdcategorieën van denkvaardigheden. (Figuur 6). De hoogste frequentie (44%) werd aangetroffen in de categorie 'evalueren'. Een lagere (22%) maar niettemin toch nog ruime score werd gevonden in de categorie 'samenhangen', de categorie 'synthetiseren' (18%) en 'analyseren' (16%). We concluderen dat de DME voornamelijk evaluerende denkvaardigheden activeert. De meeste gebruikte evaluerende vaardigheden zijn: 'informatie beoordelen' (13%), 'criteria vaststellen' (10%), 'verifiëren' (10%) en 'herkennen van misvattingen' (7%). 'Prioriteiten stellen' scoort het laagst (3%). We signaleren ook opmerkelijke uitersten binnen eenzelfde hoofdcategorie, zoals bij 'synthetiseren': 'een hypothese opstellen' (8%) en 'denken in analogieën' (2%). In de categorie 'evalueren' is groot verschil tussen 'informatie beoordelen' (13%) en 'prioriteiten stellen' (3%). De verklaring voor de resultaten lijkt te vinden te zijn in kenmerken van de probleemaak en de aard van de DME. Zo leidt het voortdurend testen van een programma tot evalueren van het denkproces. En de leerlingen hadden onbeperkt de mogelijkheid om het programma en het model te testen en daarvan te leren.

Ten aanzien van de bijdrage van DME's aan de ontwikkeling van de TG van leerlingen zijn er veel onbeantwoorde vragen. Hoe verhoudt de denkvaardigheden en denkhoudingen zich binnen het geheel van TG tot andere aspecten daarvan, zoals procedurele informatie, kennis, of de aard van technologie? En: is het mogelijk om met DME's verschillende typen probleemtaken te realiseren die verschillende denkvaardigheden bevorderen? Hoe zijn de meer generieke denkvaardigheden en denkhoudingen aan te merken als componenten van TG?

Wij stellen dat het flexibel kunnen hanteren van diverse denkvaardigheden in verschillende probleemsituaties een belangrijke kwaliteit is van goede probleemoplossers. Het is daarmee de vraag of er in deze casestudy aanwijzingen zijn voor verschillen tussen de taak met het verkeerslicht (mode 2) en het reuzenrad (mode 3). Het zijn dezelfde soort taken, maar het reuzenrad bevat meer complexiteit in het probleem en de programmeerwijze. Vooral het interactieve aspect van

de reuzenradtaak, het werken met een variabele (de sensorinput) en het daarop de juiste acties formuleren is voor de leerlingen moeilijk.

Wij hebben de tijd die leerlingen nodig hadden om de twee problemen op te lossen gemeten. De oplossing van het eerste probleem (verkeerslicht) bleek voor enkele tweetallen erg moeilijk. Wij bemerkten een grote spreiding (96 min) tussen het snelste tweetal (24 min) en langzaamste tweetal op (120 min). Bij het complexere, tweede probleem constateerden wij - in tegenstelling tot onze verwachting - een lagere spreiding van de tijd (78 min) tussen het snelste tweetal (46 min) en langzaamste tweetal (124 min).

Wij veronderstellen dat de leerlingen door het gebruik van de DME leren om efficiënter en sneller volgende (nieuwe) problemen op te lossen. Ondanks het kleine aantal tweetallen lijkt deze conclusie ook door een dalende SD (standaarddeviatie) van 29 (verkeerslicht) naar 24 (reuzenrad) te worden ondersteund. Beschouwen we de gemiddelde scores van de zeven tweetallen die beide probleemtaken hebben uitgevoerd dan zien we dat ze bij beide taken 45% van hun denkacties besteden aan de hoofdcategorie 'evalueren'. De score op de categorie 'synthetiseren' toont een (licht) stijgend patroon van 16% naar 18% (respectievelijk voor verkeerslicht en reuzenrad), net als de categorie 'samenhang': van 18% naar 23%. Maar de categorie 'analyseren' daalt van 21% naar 14%. Hoe verklaren we dergelijke verschillen? Is de eerste taak (het verkeerslicht) verwarrender dan de tweede (het reuzenrad) en gebruiken de leerlingen daarom verschillende strategieën en denkvaardigheden? Hebben de leerlingen een efficiëntere strategie geleerd om het reuzenrad-probleem aan te pakken? Hebben ze inhoudelijke kennis van de software en het model opgebouwd? Snappen ze beter de aard van het soort technologie?

Wij achten het aannemelijk dat de geleerde kennis, strategieën en inzicht in de aard van de technologie hebben geleid tot meer inzicht en kennis over het computerprogramma, het type taak en de relevante inhoud van het concrete technische domein. Daarom hoefden de betreffende leerlingen minder te analyseren en dus vroeg de tweede taak, de de complexere reuzenradtaak niet méér, maar juist mínder analyserend gedrag. Het toenemen van de categorieën 'samenhangen' en 'synthetiseren' is wellicht het resultaat van een efficiëntere manier om van geleerde kennis gebruik te maken en nieuwe problemen op te lossen. Dit lijkt in overeenstemming met de constatering dat ondanks de ingewikkeldheid van de reuzenradtaak er gemiddeld minder tijd nodig was om dit probleem op te lossen.

Conclusies

De vraag waar dit onderzoek om draait is of innovatieve leermiddelen als DME's kunnen bijdragen aan de ontwikkeling van technische geletterdheid (TG) van basisschoolkinderen. Voorstanders van het gebruik van DME's wijzen op het feit dat leerlingen veel leren op het gebied van technologie. De instrumenten en leertaken lijken didactisch zeer bruikbaar vanwege de contextrijke en uitdagende aard die leerlingen aanzet tot hoge activiteit en hun technologische geletterdheid doet toenemen. Tijdens het uitvoeren van de taken zien we veel voortgaande en constructieve dialoog tussen leerlingen die wijst op een ontwikkeling van doelgericht denken. We constateren dat de aard van de probleemtaak en de gebruikte DME leiden tot het divers inzetten van bepaalde denkvaardigheden en denkhoudingen. Op dit punt van onze studie weten wij niet hoe deze diversiteit samenhangt met het oplossen van de probleemtaak en met de ontwikkeling van technische geletterdheid.

Een voorlopige conclusie mag zijn dat de gebruikte DME en probleemtaken geschikt lijken om hogere orde denken (kritisch denken en beslissingen nemen, als een aspect van TG) te activeren en dan vooral de evaluatieve denkvaardigheden.

Aanbevelingen voor verder onderzoek

In de toekomst willen wij de fenomenen van TG verder bestuderen. We zouden graag beter zicht krijgen op de veronderstelde educatieve kracht van DME's. Daarvoor willen we weten in relatie tot de gebruikte DME's welke componenten naast het hogere orde denken er daadwerkelijk toe doen om de TG van leerlingen te vergroten. We zouden graag willen weten hoe een leeromgeving met DME's (leermiddelen en begeleiding) er uit zou moeten zien en welke langdurigere effecten verwacht mogen worden. Een kernvraagstuk is nu: Hoe laat technische geletterdheid zich met betrekking tot de gebruikte DME's het beste in een meet-instrument operationaliseren, zodat effecten van de inzet van DME's betrouwbaar en valide vastgesteld kunnen worden?

Referenties

- Barnett, M. (1995). **Literacy, Technology and 'Technological Literacy'**. International Journal of Technology and Design Education, 5(2), 119-137.
- Bereiter, C. (1994). **Implications of postmodernism for science, or, science as progressive discourse**. Educational Psychologist, 29(1), 3-12.
- Bers, M. U., Ponte, I., Juelich, C., Viera, A., & Schenker, J. (2002). **Teachers as designers: Integrating robotics in early childhood education**. **Information Technology in Childhood** Education Annual, 1(2002), 123-145.
- Boostrom, R. (2005). **Thinking, The Foundation of Critical and Creative Learning in the Classroom**. New York: Teachers College Press.
- Bransford, J. D., Brown, A. L., & Cocking, R. R. (2004). **How People Learn, Brain, Mind, Experience and School**. Washington D.C.: National Academy Press.
- Burklund, C., Garvin, K., Lawrence, N., & Yoder, J. (1989). **A Guide to Developing Higher Order Thinking across the Curriculum**. Des Moines: Iowa department of Education
- Costa, A. L. (2000). **Describing the Habits of Mind**. In A. L. Costa & B. Kallick (Eds.), **Discovering & Exploring Habits of Mind** (Vol. 1, pp. 21-41). Alexandria, Virginia: ASCD.
- Dakers, J. R. (2006). Introduction: Defining Technological Literacy. In J. R. Dakers (Ed.), **Defining Technological Literacy; Towards an Epistemological Framework**. New York: Palgrave Macmillan.
- Dugger, W. E., & Gilberti, A. F. (2002). **Standards for technological literacy: content for the study of technology**. Virginia: International Technology Education Association (ITEA).
- Eronen, P. J., Sutinen, R., Vesisenaho, M., & Virnes, M. (2002). Kids' Club as an ICT-Based Learning Laboratory **Informatics in Education**, 1, 61-72.
- Garmire, E., & Pearson, G. (Eds.). (2006). **Tech Tally; Approaches to Assessing Technological Literacy**. Washington D.C. : National Academic Press.
- Jonassen, D. H. (2000). **Computers as Mindtools for schools: Engaging critical thinking**. Columbus, Ohio: Prentice Hall.
- Jonassen, D. H. (2006). **Modeling with technology, Mindtools for conceptual change** (3 ed.). Columbus, Ohio: Pearson Prentice Hall.
- Jones, A., & Moreland, J. (2004). **Enhancing Practicing Primary School Teachers' Pedagogical Content Knowledge in Technology**. International Journal of Technology and Design Education, 14(2), 121-140.
- Kärnä-Lin, E., Pihlainen-Bednarik, K., Sutinen, E., & Virnes, M. (2006). **Can Robots Teach? Preliminary Results on Educational Robotics in Special Education**. Paper presented at the ICALT 2006, Kerkrade.
- Kok, J. J. M. (2003). **Talenten transformeren: Over het nieuwe leren en nieuwe leerarrangementen**. Eindhoven: Fontys Hogescholen.
- Krumholtz, N. (1998). **Techno-logic: A Micro-world for Constructivist Science and Technology learning**. Paper presented at the ICCE98, Beijing.
- Kuijpers, J., & Walma van der Molen, J. (2007). **Wetenschap en techniek een rijke leeromgeving, professionalisering wetenschap en techniek in het basisonderwijs**. Den Haag: Programma VTB & VTB-Pro.
- Lavonen, J. M., Meisalo, V. P., & Lattu, M. (2001). **Problem Solving with an Icon Oriented Programming Tool: A Case Study in Technology Education** [Electronic Version]. Journal of Technology Education, Digital Library and Archives, 12,
- Lindh, J., & Holgersson, T. (2006). **Does lego training stimulate pupils' ability to solve logical problems?**
- Norman, D. A. (1993). **Things that make us smart: Defending human attributes in the age of the machine**. Reading, MA: Addison-Wesley.
- Resnick, L. B. (1987). **Education and learning to think**. Washington D.C.: National Academy Press.
- Rogers, C., & Portsmore, M. (2004). **Bringing Engineering to Elementary School**. Journal of STEM Education 5(3&4), 17-28.
- Savage, T., Sánchez, I. A., O'Donnell, F., & Tagney, B. (2003). **Using Robotic Technology as a Constructionist Mindtool in Knowledge Construction**. Paper presented at the ICALT'03.

- Slangen, L. A. M. P., Fanchamps, L. J. A., & Kommers, P. A. M. (2008). **A case study about supporting the development of thinking by means of ICT and concretization tools** Int. J. Cont. Engineering Education and Lifelong Learning, 18(3), 18.
- Slangen, L. A. M. P., & Sloep, P. B. (2005). **Mind tools contributing to an ICT-rich learning environment for technology education in primary schools.** Int. J. Cont. Engineering Education and Lifelong Learning, 15(3-6), 225-239.
- Sutinen, E., Virmajoki-Tyrväinen, M., & Virnes, M. (2005). Physical learning objects improve social skills in special education. In A. Antikainen (Ed.), **Transforming a learning society; The case of Finland.** Bern: Peter Lang.

9. TalentenKracht brengt talent voor wetenschap en techniek van jonge kinderen in kaart

Henderien Steenbeek en Willem Uittenbogaard ¹

Samenvatting

Kinderen tussen de drie en zes jaar oud zijn leergierig. Ze stellen vragen, proberen dingen uit en bedenken verklaringen voor wat ze zien en beleven. Opmerkelijk genoeg lijken deze interesses te verdwijnen of op de achtergrond te raken wanneer kinderen ouder worden. Het is alsof bepaalde talenten van kinderen (logisch nadenken, redeneren, probleemoplossen en ruimtelijk inzicht) zich niet verder kunnen ontwikkelen en veel spontaniteit, nieuwsgierigheid en creativiteit verloren gaan in de vaste en instructieve patronen van school en het dagelijks leven. Dat is jammer, want daardoor gaat veel van het sprankelende kind verloren. Het onderzoeksprogramma TalentenKracht is op zoek naar het antwoord op de vraag welke talenten, mogelijkheden en kwaliteiten kinderen (3-5 jaar) hebben, hoe deze talenten op verschillende gebieden onderling verweven zijn, en op welke manier deze talenten verder ontwikkeld kunnen worden.

Aan TalentenKracht werkt een zeer interdisciplinaire groep wetenschappers mee, specialisten op het gebied van de pedagogiek, (neuro en ontwikkelings)psychologie, onderwijskunde, reken- en science-educatie en taalverwerving. In totaal zijn er zes universitaire instellingen bij betrokken. Dit hoofdstuk gaat in op het werk van de onderzoeksgroepen (satellieten) in Utrecht en Groningen. De satelliet Utrecht richt zich met name op het in kaart brengen van de talenten van jonge kinderen op het gebied van wetenschap en techniek. In dat kader worden activiteiten ontwikkeld (een vorm van spelend leren), die de kinderen samen met een onderzoeker uitvoeren. Er zijn al meer dan 100 activiteiten ontwikkeld en inmiddels hebben er al meer dan 150 kinderen aan deelgenomen. De onderzoeker fungeert als 'coach' die de kinderen vragen én antwoorden ontlokt. Deze interactie wordt op video vastgelegd. Dit videomateriaal wordt, in samenwerking met de onderzoeksgroep in Groningen, geanalyseerd. In dit hoofdstuk worden voorbeelden gegeven van zowel de ontwikkelde activiteiten als van de analyses van het videomateriaal.

In dit hoofdstuk komen twee onderzoeksvragen aan de orde: Hoe kan talent worden ontlokt tijdens een taaksituatie en hoe kan het worden gestimuleerd? En: Wat zijn kenmerken van een talentvol redeneerproces binnen een taaksituatie. In antwoord op de eerste onderzoeksvraag laten Steenbeek en Uittenbogaard zien dat TalentenKracht werkt aan een scholingstraject voor leraren, waarbij talentontlokking en -stimulering centraal staan. Hierbij is het doel leraren te leren productieve vragen te stellen en probleemsituaties op een geschikte manier te presenteren. Dit zijn de nascholingsmodules die de satelliet Utrecht ontwikkelt, op verzoek van het Programma VTB-Pro. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van het beschikbare videomateriaal. Een voorbeeld van zo'n module wordt beschreven in paragraaf 4. Het uitgangspunt daarbij is dat de componenten 'kind', 'volwassene' en 'taak' samen talentvol probleemoplossen bewerkstelligen. Door hierop in te zoomen wordt een belangrijke bijdrage geleverd aan het inzichtelijk maken van hoe talentvol redeneren zich nu eigenlijk ontvouwt (de tweede onderzoeksvraag). Dat doen de onderzoekers door video-opnamen te analyseren op bepaalde talentkenmerken (gedragmatige en inhoudelijke aspecten van de interactie, zoals enthousiasme en getoond inzicht van het kind, en het bieden van structuur en het stellen van vragen door de volwassene). Daarbij zijn zij vooral geïnteresseerd in het samen voorkomen in de tijd van deze verschillende variabelen, en hoe ze eventueel met elkaar samenhangen. Bijvoorbeeld: is het zo dat als een volwassene meer aanmoedigt het kind enthousiaster wordt?

Deze beschrijvingen leveren een bijdrage aan de good practice voorbeelden die het project TalentenKracht kan bieden, met als doel leraren op het gebied van wetenschap en techniek te scholen.

¹ Dit hoofdstuk is tot stand gekomen in nauwe samenwerking met Els Feijs, Daan Franken, Paul van Geert, Jan de Lange, Fokke Munk en Anneleen Post

Inleiding

Dit boek richt zich op de professionalisering van leraren in het basisonderwijs op het gebied van wetenschap en techniek. Dit hoofdstuk beschrijft hoe het programma TalentenKracht hieraan een bijdrage levert met behulp van een *good practice* methode om talentvol gedrag aan kinderen te ontlocken en te stimuleren. De voorbeelden zijn afkomstig van de onderzoeksgroepen Utrecht en Groningen van het programma TalentenKracht (Van Benthem, Dijkgraaf & De Lange, 2005). Deze onderzoeksgroepen (satellieten) maken en analyseren video-opnamen van kinderen tussen drie en zes jaar, die samen met een onderzoeker/begeleider, een speciaal voor dit doel geconstrueerde talentontlokkende probleemsituatie op het gebied van bètatechniek en wiskunde (BTW) oplossen. Op basis van deze video-opnamen worden meerdere activiteiten uitgevoerd. Twee daarvan worden in dit hoofdstuk beschreven. De eerste activiteit is het ontwikkelen van modules voor professionalisering van leraren in het basisonderwijs. De tweede activiteit bestaat uit het maken van inzichtelijke beschrijvingen bij deze *good practice* videovoorbeelden. Deze beschrijvingen maken duidelijk dat talentvol probleemoplossen een sociaal gesitueerd proces is, waarbij kind, volwassene en taak gezamenlijk een rol spelen. De insteek is dat deze combinatie - het geven van *good practice* voorbeelden met daarbij inzichtelijke beschrijvingen - belangrijke informatie kan geven aan opvoeders en begeleiders van jonge kinderen.

De centrale vragen van TalentenKracht

De uitdaging voor TalentenKracht is hoe we de bètatalenten van jonge kinderen het best kunnen observeren buiten de gangbare disciplines (zoals 'rekenen') en in een alledaagse, natuurlijke (spel)situatie. De hoofdvragen die TalentenKracht zich stelt zijn:

1. Welke talenten, mogelijkheden en kwaliteiten laten kinderen in de leeftijd van drie tot vijf jaar zien?
2. Hoe kunnen deze talenten op een optimale manier verder worden ontwikkeld?
3. Hoe kan talent worden ontlockt tijdens een taaksituatie en hoe kan het worden gestimuleerd?
4. Wat zijn kenmerken van een talentvol redeneerproces binnen een taaksituatie?
5. Wat zijn proceskenmerken van talent op de lange termijn: is er bij kinderen sprake van opgang of neergang?

In dit hoofdstuk gaan wij in op de vragen 3 en 4. Voor bespreking van de vragen 1, 2 en 5 verwijzen wij naar andere (nog te verschijnen) publicaties van TalentenKracht.

De structuur van dit hoofdstuk is als volgt: de nu volgende paragraaf schetst kort het onderzoeksprogramma TalentenKracht (1). Dan komt aan de orde wat talent eigenlijk is (2). In paragraaf 3 volgt een beschrijving van het project 'modulen in het kader van VTB-Pro'. Daarin gaan wij in op onderzoeksvraag 3. In paragraaf 4 - de (pilot)studie 'het talentproces in kaart' - komt het onderzoek naar de bètatalenten van jonge kinderen aan de orde, waarbij we ingaan op onderzoeksvraag 4. Een samenvatting betreffende talentvol gedrag en *good practices* in talentontlokkende en -stimulerende situaties besluit dit hoofdstuk.

1. TalentenKracht

Kinderen tussen de drie en zes jaar oud zijn leergierig en willen alles weten over dingen als de zon, maan en sterren, onweer, vulkanen, dinosauriërs en astronauten. Ze stellen vragen, proberen dingen uit en bedenken verklaringen voor wat ze zien en beleven. Hoe vliegen vliegtuigen, drijven boten en rijden auto's? Hoe bouw je een sterke dijk of een stevige brug? Waarom loopt je schaduw met je mee? Wat opmerkelijk is, is dat het vaak lijkt of deze interesses verdwijnen of op de achtergrond raken wanneer kinderen ouder worden. Het is alsof bepaalde talenten zich niet verder kunnen ontwikkelen en veel spontaniteit, nieuwsgierigheid en creativiteit verloren gaan in de vaste en instructieve patronen van school en het dagelijks leven. Het huidige schoolsysteem lijkt zich meer bezig te houden met de

overdracht van feiten dan met vaardigheden als onderzoeken, vragen stellen en experimenteren. 'Verleren' we kinderen dingen waarvan we later willen dat ze die weer aanleren?

Wetenschappelijk gezien is er weinig bekend over de talenten van jonge kinderen in het gebied dat we bèta noemen (wiskunde, natuurwetenschappen, techniek en logica - in het Engels STEM: Science, Technology, Engineering and Mathematics genoemd). Op het gebied van taal en rekenen, en in sommige landen 'science', is wel meer bekend over het leren van jonge kinderen, maar daarbij geldt vaak dat het onderzoek uitgaat van de volwassen blik op de wereld en het huidige schoolcurriculum. Verschillende onderzoekers waarschuwen echter voor de kloof die zij hebben waargenomen bij het begin van de schooltijd tussen de informele, intuïtieve kennis en belangstelling van kinderen en de formele ontwikkeling op school (cf. Griffin & Case, 1997; Hughes, 1986; Murphy, 2006). Zoals een rapport van de National Research Council (NRC, 2005, p. 3) concludeerde: "(...) *early childhood education, in both formal and informal settings, may not be helping all children maximize their cognitive capacities.*" Door kinderen zelf, met hun verwondering en benadering van de dingen, als centraal uitgangspunt te nemen, komen we naar verwachting veel meer te weten over hoe kinderen nadenken, redeneren en leren, en hoe we in het onderwijs hierbij beter aan kunnen sluiten.

De belangstelling voor de ontwikkeling van kinderen in de voorschoolse leeftijd lijkt de laatste tijd wel toe te nemen. Zo vroeg de Franse astrofysicus Pierre Léna speciale aandacht voor jonge kinderen met zijn opmerking: "(...) *there is evidence that children, from the youngest age, are capable of building upon the natural and insatiable curiosity to develop logical and rational thought*" (Léna, 2006, p. 11). Of, zoals Dijkgraaf (2007) opmerkt: "Vaak wordt gezegd dat kinderen ideale wetenschappers zijn. Ze zijn nieuwsgierig naar wat er om hen heen gebeurt. Ze stellen vragen, bedenken theorieën, en doen experimenten." Ook Gopnik (Gopnik, 2004; Gopnik, Meltzoff & Kuhl, 1999) vergelijkt in haar werk de talenten van jonge kinderen met het gedrag van wetenschappers. De Lange legt de nadruk op stimulering van de "curious minds of young children" (De Lange, geciteerd in Ros, 2006, p. 9).

Op zoek naar de 'sprankelcoëfficiënt'

TalentenKracht wil het exacte 'vakgebied' zo breed mogelijk benaderen, met nadrukkelijk het kind als uitgangspunt. De bedoeling is om zo de talenten die kinderen laten zien in kaart te brengen. Hierbij staat 'talent' niet voor 'excellent', maar voor iets wat ieder kind lijkt te hebben: nieuwsgierigheid, de wil om een oplossing te vinden, het zoeken naar een optimale strategie en het sprankelende enthousiasme waarmee kinderen dit doen. Het onderzoek van TalentenKracht richt zich dan ook niet op 'weetjes', maar op redeneerwijzen van kinderen. Doel is in de eerste plaats om meer inzicht te krijgen in de processen en vaardigheden die kinderen aan de dag leggen tijdens alledaagse gebeurtenissen. Welke talenten vertonen kinderen in de leeftijd van drie tot vijf jaar op gebieden als logisch nadenken, redeneren, probleemoplossen en ruimtelijk inzicht? Het gaat hierbij nadrukkelijk niet om bollebozen, maar om alle kinderen in de genoemde leeftijdsgroep. Ook kinderen met een auditieve of visuele beperking, en kinderen met ontwikkelingsstoornissen zijn in het onderzoek betrokken.

De wetenschap

Uniek aan het programma TalentenKracht is dat het wordt uitgevoerd door een brede groep wetenschappers met zeer verschillende achtergronden. Wiskundigen en ontwikkelingspsychologen, hersenwetenschappers en natuurkundigen, taalkundigen en pedagogen: zes groepen bij zes universiteiten voeren het onderzoek uit, ieder vanuit de eigen ervaring maar in nauwe samenwerking met elkaar. Dat levert niet alleen interessante discussies op over onderzoeksmethoden, maar heeft ook echte uitwisseling van kennis en ervaring tot gevolg. De universiteiten van Amsterdam, Maastricht en Utrecht hebben vanaf de start van TalentenKracht in 2006 onderzoek gedaan. Vanaf 2008 zijn er in totaal zes universiteiten betrokken: Amsterdam, Groningen, Leiden, Maastricht, Nijmegen en Utrecht. Deze groepen geven in ieder geval tot eind 2010 het onderzoek vorm.

De praktijk

Onder de noemer 'Ouders ogen geven' is binnen TalentenKracht veel aandacht voor ouders, verzorgers en begeleiders in de kinderopvang. Zij hebben bij uitstek

de mogelijkheid om de nieuwsgierigheid van kinderen te stimuleren. De juiste vragen op het juiste moment moedigen kinderen aan om zich verder te ontwikkelen in hun spel. Stimulering van de nieuwsgierigheid, zowel op het kinderdagverblijf als thuis, zijn voorwaarden voor de optimale ontwikkeling van jonge kinderen. TalentenKracht probeert te inventariseren welke activiteiten en welke vragen ouders en professionals kunnen helpen om recht te doen aan de onderzoekende houding van kinderen.

Naast het bewust maken van ouders, grootouders, verzorgers en leraren van de onverwachte en onvermoede talenten van hun kinderen, hoopt TalentenKracht ook te kunnen profiteren van hun ervaringen. Zij komen immers dagelijks in contact met kinderen en hebben daardoor de beste praktijkvoorbeelden, die meege-nomen kunnen worden in het onderzoek. Vanuit deze twee sporen en door alle aanwezige kennis bijeen te brengen, wil TalentenKracht een brede basis leggen voor de resultaten van het totale project. Het doel is uiteindelijk om zo goed mogelijk aan te sluiten bij de talenten van onze jongste kinderen, zodat ieder kind zo goed mogelijk tot zijn recht kan komen binnen zijn eigen mogelijkheden.

2. Wat wordt eigenlijk bedoeld met talent?

Talent is het vermogen van een persoon te excelleren op een bepaald gebied, bijvoorbeeld wetenschap, sport, muziek of kunst. Het is dus een domeinspecifiek vermogen. De steeds groeiende literatuur over talent en begaafdheid (*giftedness*) geeft het beeld dat talent een dynamisch en ontwikkelend kenmerk van een persoon is (Simonton, 1999, 2001; Howe, Davidson, Moore & Sloboda, 1998; Harrison, 2004). Talent kan zich vroeg, maar ook laat manifesteren, het kan verschijnen maar ook weer verdwijnen. Een op het oog vrijwel identiek talent kan heel verschillende ontwikkelingstrajecten hebben gevolgd en gebaseerd zijn op verschillende onderliggende componenten (intellectuele, motivationele, biologische). Talent is niet iets dat is aangeboren en zichzelf los van de omstandigheden tot bloei brengt, hoewel genetische factoren een rol spelen en talenten soms tegen de verdrukking in kunnen groeien.

Kenmerken van talent

Talent kenmerkt zich in veel (maar zeker niet in alle) gevallen al op jonge leeftijd door kwalitatieve kenmerken als leeftijdoverstijgende prestaties op het specifieke talentgebied, creativiteit en originaliteit in het talentspecifieke handelen, een hoge leer- en ontwikkelingssnelheid op het talentgebied, het veel beter dan andere kinderen gebruik kunnen maken van instructie op het specifieke talentgebied. In informatieverwerkingstermen gesteld kunnen we hierbij spreken van een grote *depth-of-processing* (diepte-van-verwerking) van informatie op het talentgebied in kwestie (bijvoorbeeld wetenschappelijk of wiskundig denken). Ten slotte kenmerkt talent zich door een sterke, vooral intrinsieke motivatie en gedrevenheid en de bereidheid veel tijd aan het talentgebied te besteden (Skollingsberg, 2003; Ee, Moore & Apathasamy, 2003; Olszewski-Kubilius & Lee, 2004).

Talent kenmerkt zich vooral door een hoog leerpotentieel (Winner, 2000; Harrison, 2004; Hammond, McBee & Hébert, 2007). Dit houdt in dat talentvolle kinderen meer uit dezelfde situatie kunnen leren dan niet of minder getalenteerde kinderen, maar ook dat ze in staat zijn omgevingen uit te lokken of te creëren die tot beter leren aanleiding geven. Dat wil zeggen dat ze intensiever, langer en creatiever bezig zijn met een probleemsituatie, en aan andere personen (opvoeders, leraren, andere kinderen) intensievere en informatievere interacties kunnen ontlokken. De eigenschap van een hoog leerpotentieel is echter dat dit het beste functioneert in een context die een hoog instructiepotentieel heeft, met andere woorden, een instructie- of onderwijscontext die optimaal aan het hoge leerpotentieel is aangepast (Morelock, Brown & Morrissey, 2003; Harrison, 2004; Gallagher, 2004). Talent kan dus worden gezien als een 'gedistribueerde' eigenschap, dat wil zeggen een eigenschap die gedeeltelijk in het talentvolle kind en gedeeltelijk in de talentbevorderende omgeving zit, en dus over kind en omgeving verdeeld ('gedistribueerd') is. Talent groeit in de transactie tussen een talentvol kind en een talentbevorderende omgeving (Barab & Plucker, 2002; Yun Dai, 2005), waarbij het talent van het kind er mede uit bestaat dat het aan de materiële en sociale omgeving een hoge kwaliteit van informatie en instructie kan ontlokken.

Een kenmerk van talent is verder dat het, naast de hierboven genoemde universele kenmerken, ook zeer sterke individuele variatie vertoont in het ontwikkelings-traject (Simonton, 1999). Er zijn thans diverse case studies over talentontwikkeling van jonge kinderen gepubliceerd die de individualiteit van de ontwikkelings-

trajecten duidelijk aantonen (Hu, 2003; Neu, Baum & Cooper, 2004; Hoh, 2005; Sankar-de Leeuw, 2007). Ten slotte dienen we ons te realiseren dat de ontwikkeling van talent mede afhankelijk is van toeval, toevallige ontmoetingen en ervaringen die het talent een extra impuls geven (Howe, Davidson & Sloboda, 1998; Gagné & Schader, 2006; Gagné, 2004).

Hoe wordt talent onderzocht?

Het meeste onderzoek over talent gaat uit van een retrospectief perspectief, waarbij talent wordt gedefinieerd als een hoog ontwikkeld vermogen dat meestal is ontwikkeld als resultaat van grote inspanningen (Howe, Davidson & Sloboda, 1998). Het unieke van het onderzoek binnen TalentenKracht is dat talent daar wordt gedefinieerd vanuit een prospectief perspectief. Dit betekent dat er wordt uitgegaan van de begintoestand van ontwikkeling van talent, en dat de kenmerken van het ontwikkelingsproces zelf het verdere ontwikkelingsverloop bepalen (Breeuwsma, 1993). Hierbij is er veel ruimte voor het bestuderen van de rol van stimuleren en ondersteunen van de expressie en ontwikkeling van talent.

Het zoeken naar indicatoren van talent heeft al een lange geschiedenis (Brody & Mills, 2005; Simonton, 1999). Er is echter weinig bekend over de jonge leeftijdsgroep waarop TalentenKracht zich richt. Recent zijn screeningsinstrumenten ontwikkeld voor talentvolle jonge kinderen, zoals de Gifted Rating Scales-Preschool/Kindergarten Form (GRS-P) (Pfeiffer, Petscher & Jarosewich, 2007; Lee & Pfeifer, 2006; Margulies & Floyd, 2004) en ook om de effecten van talentbevorderend onderwijs goed te documenteren (Feng et al., 2005). Deze screeningsinstrumenten hebben echter twee soorten beperkingen. Ten eerste geven ze geen inzicht in het concrete gedrag waarin talent tot uiting komt, dat wil zeggen de proximale kenmerken van het talentvolle probleemoplossende gedrag van het kind. 'Proximale' kenmerken zijn die kenmerken die we in het concrete gedrag kunnen observeren. Screeningsinstrumenten beperken zich vaak tot distale kenmerken, dat wil zeggen algemene kenmerken als intelligentie of motivatie. Een tweede beperking is dat de screeningsinstrumenten zich vaak alleen maar op het kind richten, en onvoldoende ingaan op de manier waarop de omgeving het kind in zijn talent steunt (of hindert), of op de manier waarop het kind van zijn omgeving steun en instructie van hoge kwaliteit kan ontlokken (het co-regulerende karakter van de interactie).

Een werkdefinitie van talent

Op basis van de hierboven beschreven kenmerken en vraagstellingen komen we tot de volgende werkdefinitie van talent:

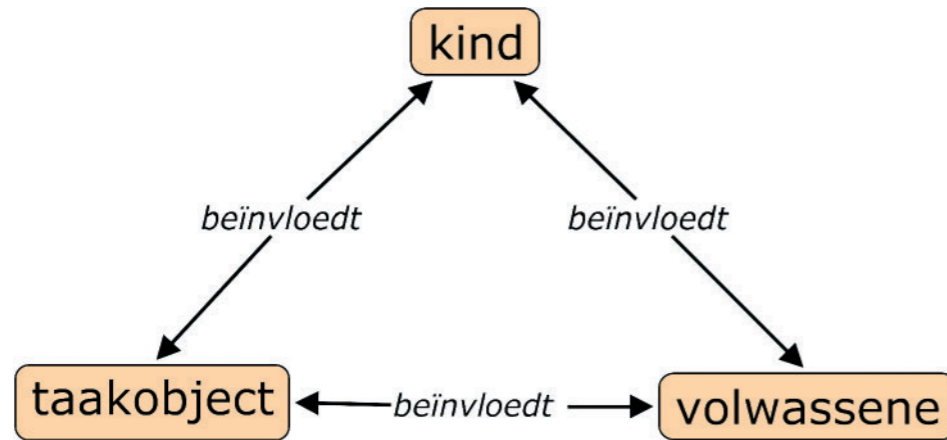
Talent is een vermogen van een kind tot hoge ontwikkeling op een specifiek gebied met als kenmerken:

1. een hoog leerpotentieel op het betreffende gebied,
2. samenhangend met het vermogen aan de sociale en materiële omgeving een hoge kwaliteit van ondersteuning en hulp te ontlokken,
3. een grote diepte-van-verwerking, (dat wil zeggen: verwerking vindt plaats op een niet-oppervlakkig, diep niveau, waarbij het kind onder andere verbanden legt met andere geleerde concepten)
4. originaliteit,
5. een hoge waargenomen (leer)competentie bij het kind (de overtuiging in staat te zijn ook moeilijke talentspecifieke vaardigheden te kunnen leren),
6. een sterke drijfveer en positieve waardering voor het talentgebied (zich onder andere uitend in nieuwsgierigheid, doorzettingsvermogen, en plezier).

Talent is niet alleen een proces binnen de korte termijn van een concrete taaksituatie, maar op de lange termijn ook het behoud en de verdere ontwikkeling van deze vorm van probleemoplossend gedrag. Talent is dus geen eenmalig 'succes' of het eenmalig de talentkenmerken laten zien in een taakje. In een concrete taaksituatie komt talent tot uitdrukking in een bepaalde manier van waarnemen, handelen en redeneren. Voorbeelden van taaksituaties zoals gebruikt in

TalenteKracht, zijn de luchtsput en de knikkerbaan. Talent is dus een proces dat te zien is in de concrete interactie tussen het kind, de taakobjecten en de volwassene (en eventueel ook een ander kind), mits de situatie en taak voldoende talentontlokkend, open en tegelijk ondersteunend zijn.

In de figuur is te zien dat de drie componenten van het proces (de 'driehoek' kind, taakobject en volwassene) elkaar in de loop van een taaksituatie beïnvloeden.



Figuur 1: De talent-driehoek

In de deelprojecten die in het vervolg van dit hoofdstuk worden beschreven, komen de verschillende componenten van deze 'driehoek' aan bod. De nu volgende paragraaf bespreekt het ontwikkelen van modules voor leraren, waarbij de nadruk ligt op de component taakobjecten. In paragraaf 5 wordt een pilotstudy beschreven, waarin de nadruk ligt op de componenten volwassene en kind.

3. Modulen in het kader van VTB-Pro

Een voorbeeldmodule: Combinaties en Kansen

De eerste voor het scholingstraject VTB-Pro ontwikkelde module neemt de deelnemer mee in de spannende onderzoeksweld van de combinatoriek (het systematisch tellen van mogelijke combinaties) en kansrekening. Een onderzoeksweld waarin de onderzoekers, deelnemers en kinderen uitgedaagd worden om bezig te zijn met speciale telproblemen en na te denken over de volledigheid van hun antwoorden. De telproblemen bereiden voor op de wereld van statistiek en kansrekening uit het dagelijks leven. Hierbij valt te denken aan de kans op een prijs bij een loterij, maar ook aan het gebruik van het begrip waarschijnlijkheid in het verzekeringswezen.

Bij het zoeken naar oplossingen van telproblemen wordt een appel gedaan op een wiskundige attitude. Deze kenmerkt zich door activiteiten als ordenen, systematiseren, redeneren en modelleren. Dit lijkt niet iets voor jonge kinderen. Maar niets is minder waar: al op heel jonge leeftijd wordt het wiskundig denken op gang gebracht. Kinderen onderzoeken de hun omringende werkelijkheid op eigen wijze, waarbij alle zintuigen worden opengezet. Opvattingen over het hoe en waarom van fenomenen krijgen een eerste invulling. De jonge onderzoeker wordt aan het denken gezet door een motiverende probleemsituatie en door gerichte vragen. Het leren stellen van gerichte of productieve vragen en het op zoek gaan naar geschikte representaties van de probleemsituatie, zijn belangrijke doelen van deze module.

De keuze om de serie modules voor VTB-Pro te starten met wiskundige activiteiten, is ingegeven door de kracht van de wiskunde als beschrijvingstaal voor probleemsituaties, door de eenvoud van de experimenten en door de spelcontext die voor veel kinderen bekend is. De leraren basisonderwijs en pabo-studenten die de module volgen, bekijken en analyseren gesprekken met kinderen op video en gaan daarmee op hun eigen niveau aan de slag. In de opzet van de module wordt toegewerkt naar ideeën om het geleerde binnen de eigen groep toe te passen. Het werk op eigen niveau is bedoeld om als leraar in de rol van onderzoeker te kruipen. Lol krijgen in het zelf uitzoeken, het gevoel van nieuwsgierigheid beleven en geconfronteerd worden met notatievragen zijn daarbij belangrijke en motiverende aspecten. De begeleider van de jonge onderzoeker heeft immers zelf ook een wetenschappelijke houding nodig. Een belangrijk doel is om deze als begeleider ook (verder) te ontwikkelen. Kenmerken zijn een kritische houding, nieuwsgierigheid en 'willen weten hoe het zit', onderzoekend of vragend zijn, niet snel tevreden zijn met een antwoord. Dit doel stijgt boven de inhoud uit.

Experimenteren en analyseren

Deze module omvat twee bijeenkomsten. In de eerste bijeenkomst maken de deelnemers kennis met het doen van onderzoek. Allereerst zetten zij een experiment op, waarbij zij voorspellingen formuleren. Dit gaat met behulp van een muntprobleem. Bij gooien met een munt komt óf 'kop' óf 'munt' boven te liggen en intuïtief wordt ervan uitgegaan dat de kans op kop boven even groot is als de kans op munt. Als er meerdere munten tegelijk opgegooid worden heeft de uitkomst meer dan twee mogelijkheden. In het eerste onderzoek wordt de situatie 'met drie munten gooien' nader onderzocht. De deelnemers doen voorspellingen, experimenteren en trekken hieruit conclusies. Na uitvoering van het experiment en beantwoording van de vragen presenteren de cursisten hun gegevens aan elkaar en bespreken zij de verschillende werkwijzen, argumentaties en conclusies.

Vervolgens gaan de deelnemers aan de slag met een andere taak waarbij, net als bij de munttaak, de vraag naar de mogelijke combinaties wordt gesteld. Hiervoor wordt het kinderboekje *Bond* gebruikt. Het boekje *Bond* is een prentenboekje met vijf pagina's, waarvan elke pagina een afbeelding van een dier bevat. Elke pagina is horizontaal in tweeën gedeeld: de tekeningen zijn zo gemaakt dat elke bovenkant aansluit op elke onderkant. Op die manier kunnen de kinderen zelf nieuwe dieren maken. Bijvoorbeeld een hond met een stierenkop (een Stond) of een poes met een schapenkop (een Schoes).



Dit boekje is voorgelegd aan kinderen van drie tot vijf jaar oud. De deelnemers krijgen hiervan een video-opname te zien. Voordat ze de beelden bekijken krijgen ze de volgende vragen voorgelegd:

- Voorspel eerst op het eigen niveau:**
- Hoeveel dieren zijn er te maken?
 - Hoe kunt u uitzoeken welke dieren te maken zijn?

- Voorspel vanuit de kinderen:**
- Hoe zou u de kinderen het probleem voorleggen?
 - Hoe gaan kinderen met de vraag aan de slag?

Vervolgens bekijken de deelnemers het videofragment en worden ze gevraagd om de taak, het gebruikte materiaal, de door de onderzoeker gestelde vragen en de taal van de leerling te analyseren.

Na deze twee taakjes en een discussie krijgen de deelnemers andere videofragmenten te zien die ze op dezelfde wijze analyseren: het meisje Flox dat een puzzeltje krijgt voorgelegd en Daan en Loes die samen aan de slag gaan met bloemetjes van schuimachtig plastic. In deze gesprekken ligt het onderzoek naar alle mogelijke combinaties op tafel. Elke taak biedt op eigen wijze ondersteuning aan de leerling wat betreft het komen tot een systematiek van het aantal combinaties.

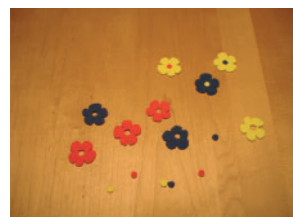


Gesprek met Flox:

Een poppetje in puzzelstukjes. Het poppetje bestaat uit drie stukjes: kop, romp en benen. Elk stuk kent twee varianten. De onderzoeksvraag is hoeveel verschillende poppetjes er te maken zijn.

Gesprek met Daan en Loes:

Bloemen zijn samen te stellen uit blaadjes en hartjes. Er zijn drie kleuren bloemblaadjes (aan elkaar vast in een rondje) en drie kleuren hartjes. De onderzoeksvraag is hoeveel verschillende bloemen er samen te stellen zijn.



Door middel van de analyse van deze filmfragmenten proberen de deelnemers in de huid van de leerling te kruipen tijdens uitvoering van de onderzoekstaak. Het doel ervan is dat zij zicht krijgen op mogelijke vraagstellingen voor de eigen praktijk en op de essentiële elementen van taak en gesprek.

Uitdagende taken

In de tweede bijeenkomst wordt combinatoriek toegepast in de context van kansrekening. In de basisschool is er niet veel aandacht voor kansbegrip, maar kinderen komen op intuïtieve wijze vaak in aanraking met het begrip kans, vooral vanuit de vraag of iets eerlijk is. 'Eerlijk' betekent dan zoiets als 'voor iedereen evenveel kans of mogelijkheid'. Een loterij is eerlijk als iedereen evenveel kans heeft op een prijs. Ook een bordspel waarin met een dobbelsteen wordt bepaald hoeveel vakjes je verder mag, wordt als eerlijk ervaren, aangezien de kans op elk van de ogen aantallen even groot is.

De koppeling van het intuïtieve gevoel 'eerlijk' en het kansbegrip vormt een rijk onderzoeksterrein. Om dit onderzoeksterrein in beeld te brengen en hier geschikte taken voor te ontwerpen, wordt een aantal situaties op eigen niveau onderzocht vanuit de vraag 'Is het eerlijk?'. Vervolgens kijken de deelnemers naar gesprekken over dezelfde vragen met kinderen van groep 5 en 7. Het bekijken van de beelden geeft informatie over hoe dit onderzoeksterrein met kinderen te betreden is, van 'rommelfase' naar een meer systematische aanpak.

Didactische implicaties

In de module worden de onderwerpen combinatorisch tellen en kans als onderzoeksterrein voor kinderen van drie tot twaalf jaar oud verkend. Het doel van de module is te laten zien en ervaren dat onderzoeksmatig bezig zijn binnen een specifiek terrein, zoals combinatoriek en kansrekening, kan bijdragen aan stimulering van een wetenschappelijke attitude bij kinderen. De taken weerspiegelen de zoektocht van de onderzoekers van TalentenKracht naar essentiële elementen voor een goede taak. Onder een goede taak wordt verstaan: een taak waarin een kind uitgedaagd wordt tot onderzoeken en waarbij het materiaal ondersteunend is en geen belemmeringen in zich heeft voor het vinden van oplossingen. Het is aan de leraar of begeleider om aantrekkelijke en uitdagende taken te maken en goede vragen te stellen. De ruimte die het kind voelt om exploratief aan de gang te gaan hangt vooral af van de kwaliteit van de taak en de interactie met de begeleider/leraar.

Het aanbieden van een taak, in combinatie met het begeleidingsgesprek over de uitvoering, is dan ook een belangrijk element in het succes. Het vraagt van een begeleider onder andere kennis van het doel van de taak, van mogelijke aanpakken, maar ook de vaardigheid om aan te sluiten bij het taalniveau van een kind. Kijkend naar het onderzoeksproces van het kind is, net als in de wetenschap, de eerste fase van brede verkenning nodig om duidelijk te krijgen wat precies de vragen zijn die er toe doen. Binnen het wiskundig terrein van deze module liggen nieuwe taken voor het oprapen. Het is zeker niet de bedoeling om een leerlijn 'combinatoriek en kansrekening' in de basisschool te gaan promoten. Wel zijn er genoeg aanwijzingen om te komen tot aanbevelingen voor onderzoeksvragen op bovengenoemde terreinen vanaf de voorschoolse periode tot aan het einde van de basisschool.

In antwoord op de (derde) onderzoeksvraag "hoe kan talent worden ontlokt tijdens een taaksituatie en hoe kan het worden gestimuleerd" hebben we in deze paragraaf laten zien hoe we werken aan een scholingstraject voor leraren, waarbij talentontlokking en -stimulering centraal staan. Hierbij is het doel leraren te leren productieve vragen te stellen en probleemsituaties op een geschikte manier te presenteren. Het uitgangspunt is dat de leraar zelf een onderzoekende houding nodig heeft, waarmee een wetenschappelijke attitude bij het kind kan worden gestimuleerd. Tijdens het scholingstraject kan de leerkracht hiermee oefenen, onder andere door te kijken naar videoclips en daarover vragen te beantwoorden, bijvoorbeeld de vraag hoe zij zelf een dergelijk probleem zouden oplossen.

4. De (pilot)studie 'Het talentproces in kaart'

Het uitgangspunt in de studie van de onderzoeksgroep TalentenKracht in Groningen is dat talent een 'gedistribueerde' eigenschap is, een transactie tussen een talentvol kind en een talentbevorderende omgeving (Barab & Plucker, 2002; Yun Dai, 2005). Het talent van het kind bestaat er dan uit dat het van de materiële en sociale omgeving informatie en instructie van hoge kwaliteit kan ontlokken.

Op basis van deze definitie van talent als 'vermogen' (zie ook paragraaf 2), zijn een aantal aspecten van talent als proces te onderscheiden. Ten eerste het in-

houdelijke aspect: welke inhoudsaspecten van een taaksituatie begrijpt een kind, waar maakt het gebruik van, et cetera. Ten tweede het gedragsaspect, met het onderscheid tussen enerzijds betrokkenheid (de mate en vorm van betrokkenheid van het kind bij de taak, de objecten, de proefleider) en anderzijds het aspect positieve waardering (de taak bijvoorbeeld leuk, spannend en uitdagend vinden). Ten slotte de vorm waarin het redeneren en handelen plaatsvindt, via zowel verbale, non-verbale als emotionele expressie.

De onderzoekers richten zich niet alleen op de korte-termijn proceskenmerken van talentvol redeneren binnen een taaksituatie, maar ook op het onderscheiden van lange-termijn proceskenmerken van talent, en wel specifiek op de vraag of er sprake is van opgang of neergang. De hypothese hierbij is dat er bij kinderen in de leeftijd van drie tot zes jaar 'gemiddeld' meer proceskenmerken van talent voor bètaonderwerpen aanwezig zijn dan op latere leeftijd. Het is alsof het talentproces zich niet verder kan ontwikkelen en veel spontaniteit, nieuwsgierigheid en creativiteit verloren gaat in de vaste en op instructie gerichte patronen van school. Als deze hypothese klopt, komt vervolgens de vraag op wat er in het talentproces precies gebeurt en hoe dit proces kan worden omgebogen om de tendens tot krimp om te zetten in groei.

Beantwoording van deze vragen levert naast het wetenschappelijke doel om kennis over vroege talentontwikkeling en -bevordering te verkrijgen, ook een bijdrage aan twee praktische doelen. Het onderzoek zou het mogelijk moeten maken observeerbare criteria voor talent te formuleren die gebruikt kunnen worden bij 'talent scouting'. Daarnaast kan een analyse van het interactiegedrag met volwassenen, andere kinderen en het materiaal, een bijdrage te leveren aan de formulering van adviezen over leeromgevingen waarin jong talent het beste en het prettigste kan gedijen.

Onderzoeksmethode

In een pilot-studie heeft de satelliet Groningen 16 video-opnamen geanalyseerd van interacties tussen een kind en de volwassen onderzoeker. Deze video's zijn gemaakt door onderzoekers van de satelliet Utrecht. De leeftijd van de kinderen op het videomateriaal varieert tussen de drie en zes jaar. Zij zijn afkomstig van verschillende kinderdagverblijven en basisscholen, verspreid over heel Nederland.

De video-opnamen zijn geanalyseerd met behulp van een digitaal gedragsobservatiesoftwarepakket (Mediacoder, 2007), uitgaand van een theoretisch raamwerk dat is ontwikkeld door Fischer & Dawson (2002) en Granott (1994, 2002). Hierbij zijn de belangrijkste gedragsaspecten gecodeerd die een rol spelen bij talentvol probleemoplossen. Dit zijn bijvoorbeeld: plezier (Steenbeek & van Geert, 2007), enthousiasme, taakoriëntatie, initiatieven en uitingen van ervaren competentie van het kind. Maar ook verschillende soorten verbale uitingen van de volwassene: het stellen van vragen, het geven van instructies en het aanbrenge van structuur. Deze gedragsvariabelen zijn afkomstig uit de werkdefinitie van talent zoals hierboven beschreven. Deze gedragsaspecten kunnen zowel verbaal als non-verbaal naar voren komen.

Daarnaast codeerden de onderzoekers *inhoudelijke aspecten* die een rol spelen bij talentvol probleemoplossen, waarbij inzicht in het oplossen van een probleem centraal staat. Hierbij is eerst een 'grove' inzichtschaal gemaakt, dat wil zeggen een prestatieschaal, en is vervolgens begonnen met het maken van 'verfijnde' inzichtschalen, waarbij het soort inzichten in onderliggende principes die kinderen laten zien naar voren komen. In de volgende paragraaf wordt een schets gegeven van de analyses die worden uitgevoerd.

Exploratieve analyses

Het analyseren van de videobeelden gebeurt volgens twee analysestappen.

De eerste stap is het maken van een kwalitatieve descriptie van het gedrag van het kind, van de volwassene en van de taak. Deze descripties worden samengevat in een zogenaamd 'profiel'. Een voorbeeld van zo'n individueel profiel van een specifiek kind is:



Voorbeeld: 'Wesley en de luchtspuit'

"Wesley (5 jaar, 6 maanden) is een vrolijke, extraverte jongen, die veel plezier heeft in het oplossen van het probleem. Hij neemt veel initiatieven, is heel enthousiast en laat voortdurend grote betrokkenheid bij de taak zien. Hij gebruikt actief de ondersteuning van de onderzoeker; de interactie is continu en gebalanceerd. Wesley weet dat hij niet alle antwoorden kent op de vragen. De vragen worden door hem gebruikt als startpunt voor exploratie van het probleem. Hij praat veel en maakt voortdurend opmerkingen over de taak." (De bijbehorende videoclip is te bekijken op www.TalentenKracht.nl).

De tweede analysestap is het doen van tijdseriële analyses, waarbij het verloop van het probleemoplossingproces tijdens het maken van één taak centraal staat. Het doel hiervan is een beeld te krijgen van hoe de gedragsaspecten en de inhoudelijke aspecten van het probleemoplossen, van zowel het kind als de volwassene, in de tijd samen voorkomen en hoe ze eventueel met elkaar samenhangen. Zo kan er bijvoorbeeld onderzocht worden of uitspraken betreffende de eigen competentie ("Ik kan dit heel goed" of "Ik word later uitvinder") samenhangen met goede prestaties als het doen van correcte voorspellingen of manipulaties. Of er kan gekeken worden naar de samenhang tussen de aanmoedelingen die de volwassene geeft en het enthousiasme van het kind.

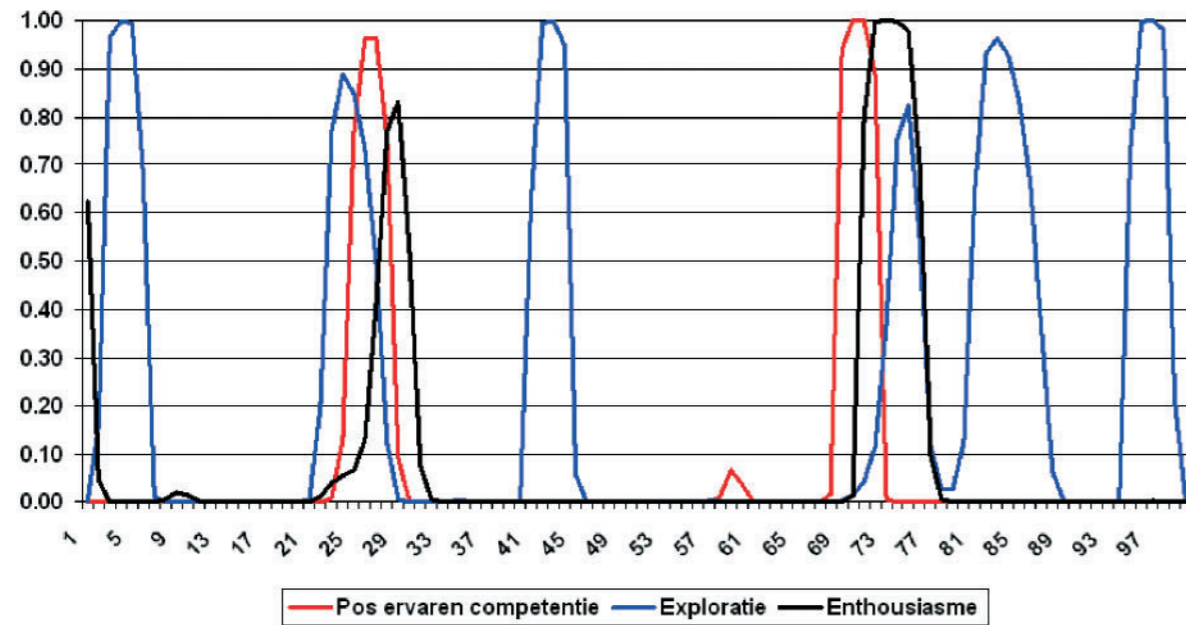
De gebruikte technieken staan ook vergelijkingen van meer dan twee variabelen toe, dus is te vergelijken hoe verschillende kind-, begeleider-, taak- en prestatieaspecten samenhangen in de tijd. De werkwijze is hierbij als volgt. Eerst worden de ruwe scores omgezet in zogenaamde 'gladde' ('gesmoothde') scores. Hierbij wordt met behulp van een smoothing procedure (via Excel of via programma Table Curve 2D, 2002) voor elk tijdstip berekend hoe groot de kans is dat de betreffende variabele voorkomt. Het resultaat van deze bewerking is een curve waarbij een hogere piek betekent dat er omstreeks dit tijdstip meer observaties van deze variabele zijn. Het 'samen voorkomen' wordt dan berekend als de minimumwaarde van de absolute waarde van beide tijdseries. Met andere woorden: de absolute waarde van beide tijdseries wordt over elkaar gelegd, en de minimumwaarde wordt voor elk tijdstip bepaald. Dus op tijdstippen waarop beide variabelen hoge waarden hebben, is het 'samen voorkomen' hoog. Hierbij wordt gezocht naar betekenisvolle samenhangen.



Voorbeeld: 'Jaap en de knikkerbaan'

Onderstaande figuur geeft een voorbeeld van een tijdserieel patroon van de variabelen 'exploratie', 'enthousiasme' (lachen), en 'uitingen van ervaren competentie' van één specifiek kind (video: Jaap en de knikkerbaan, zie de website). Hierbij worden alleen hoogfrequente waarden van de variabelen afgebeeld. De x-as geeft de tijd in seconden weer: in totaal duurt de interactie een kleine twee minuten. Op de y-as staat de mate van exploratie, enthousiasme en uiting van ervaren competentie afgebeeld. Hierbij staat 1 voor het maximaal voorkomen van deze variabelen rond dit tijdstip (een piek) en 0 staat voor het niet voorkomen van deze variabelen rond dit tijdstip.

De grafiek laat zien dat er twee pieken zijn in het 'samen voorkomen' van de drie variabelen: een piek op tijdstip 30 en de andere piek op tijdstip 70. We gaan ervan uit dat dergelijke pieken typisch zijn voor kinderen die een hoge mate van talent laten zien in deze specifieke probleemsituatie.



Figuur 2: behorend bij video 'Jaap en de knikkerbaan'

In antwoord op de (vierde) onderzoeksvraag "wat zijn kenmerken van een talentvol redeneerproces binnen een taaksituatie" hebben we in deze paragraaf laten zien hoe we werken aan het beantwoorden van deze vraag door video-opnamen te analyseren. Hierbij gaan we uit van een werkdefinitie van talent, waarbij we proberen de daarin genoemde talentkenmerken in de video-opnamen terug te zien. Het gaat daarbij om gedragsmatige en inhoudelijke aspecten van de interactie, zoals enthousiasme en getoond inzicht van het kind, en het bieden van structuur en het stellen van vragen door de volwassene. Daarbij zijn we vooral geïnteresseerd in het samen voorkomen in de tijd van deze verschillende variabelen, en hoe ze eventueel met elkaar samenhangen. Bijvoorbeeld: is het zo dat als een volwassene meer aanmoedigt het kind enthousiaster wordt?

Tot slot

In dit hoofdstuk is een beknopte beschrijving gegeven van het werk van de onderzoeksatellieten Utrecht en Groningen van het programma TalentenKracht. De satelliet Utrecht richt zich met name op het in kaart brengen van de talenten van jonge kinderen op het gebied van wetenschap en techniek. Daarvoor worden activiteiten ontwikkeld (nu al meer dan 100) en kinderen in de leeftijd van drie tot zes jaar geïnterviewd (thans meer dan 150 kinderen). De video-opnames hiervan worden in samenwerking met de onderzoeksgroep Groningen geanalyseerd. In vervolpublicaties zal verslag worden gedaan van de resultaten hiervan. Verder worden de video-opnames gebruikt als basis voor de VTB-Pro nascholingsmodules voor leraren basisonderwijs die de satelliet Utrecht ontwikkelt.

20-20 plan

Om inzicht te verkrijgen in het lange-termijn verloop van talent bij kinderen is begin 2008 een begin gemaakt met het zogenaamde 20-20 plan. Dit houdt in dat een groep van ongeveer 20 kinderen gevolgd zal worden tot ze 20 jaar zijn. Is het inderdaad zo dat bij veel kinderen het talent vermindert bij de intrede en het doorlopen van de basisschool? Dit proces zullen we niet alleen volgen bij zich normaal ontwikkelende kinderen, maar ook bij kinderen met problematische ontwikkelingstrajecten. Belangrijke vragen zijn daarbij of er bij hen ook BTW-talent (bètatechniek en wiskunde) te zien is en, zo ja, of er bij deze kinderen specifieke kenmerken te onderscheiden zijn.

Al met al kunnen de beschreven activiteiten van TalentenKracht worden beschouwd als de eerste stappen in de richting van het doel leraren, ouders en onderzoekers inzicht te geven in de talenten van jonge kinderen en talentbevorderende of talentbehoudende activiteiten en materialen te ontwikkelen.

Zie voor meer informatie: www.talentenkracht.nl

Referenties

- Barab, S.A. & Plucker, J.A. (2002). **Smart people or smart contexts?** Cognition, ability, and talent development in an age of situated approaches to knowing and learning. - Educational Psychologist, 37, 165-182.
- Bos, J. & Steenbeek, H. (2007). **Mediacoder; a simple application for coding behavior within media files.** Faculteit voor Gedrags- en Maatschappijwetenschappen, Groningen, Rijksuniversiteit Groningen.
- Breeuwsma, G. (1993). **Over de grondslagen van de ontwikkelingspsychologie.** Boom, Amsterdam.
- Brody, L.E. & Mills, C.J. (2005). **Talent search research: What have we learned?** High Ability Studies, 16, 97-111.
- Dai, D.Y. (2005). **Reductionism Versus Emergentism: A Framework for Understanding Conceptions of Giftedness.** Roeper Review, 27, 144-151.
- Dijkgraaf, R. (2007). **Nieuwsgierigheid en Verwondering [Curiosity and Astonishment].** In: TalentenKracht Program. The Hague: VTB.
- Ee, J., Moore, P.J. & Atpathasamy, L. (2003). **High-achieving students: Their motivational goals, self-regulation and achievement and relationships to their teachers' goals and strategy-based instruction.** High Ability Studies, 14, 23-39.
- Feng, A.X., Vantassel-Baska, J., Quek, C., Bai, W. & O'Neill, B. (2005). **A Longitudinal Assessment of Gifted Students' Learning Using the Integrated Curriculum Model (ICM): Impacts and Perceptions of the William and Mary Language Arts and Science Curriculum.** Roeper Review, 27, 78-83.
- Fischer, K.W. & Dawson, T. L. (2002). **A new kind of developmental science: Using models to integrate theory and research: Comment.** Monographs of the Society for Research in Child Development, 67, 156-167.
- Gagné, F. (2004). **Transforming gifts into talents: The DMGT as a developmental theory.** High Ability Studies, 15, 119-147.
- Gagné, F. & Schader, R.M. (2006). **Chance and Talent Development.** Roeper Review, 28, 88-90.
- Gallagher, J. J. (2004). **No Child Left Behind and Gifted Education.** Roeper Review, 26, 121-123.

- Gopnik, A. (2004). **Finding our inner scientist**. *Daedalus*, 133 (1), 21-28.
- Gopnik, A., Meltzoff, A. & Kuhl, P. (1999). **The Scientist in the Crib: Minds, Brains, and How Children Learn**. Farfield, NJ: William Morrow and Company.
- Granott, N. (1994). **Microdevelopment of co-construction of knowledge during problem-solving: Puzzled minds, weird creatures, and wuggles**. ProQuest Information & Learning.
- Granott, N., Fischer, K.W. & Parziale, J. (2002). **Bridging to the unknown: A transition mechanism in learning and development**. New York, NY, US: Cambridge University Press.
- Hammond, D.R., McBee, M.T., & Hebert, T.P. (2007). **Exploring the motivational trajectories of gifted university students**. *Roeper Review*, 29(3), 197-205.
- Harrison, C. (2004). **Giftedness in early childhood: The search for complexity and connection**. *Roeper Review*, 26, 78-84.
- Hoh, P.S. (2005). **The Linguistic Advantage of the Intellectually Gifted Child: An Empirical Study of Spontaneous Speech**. *Roeper Review*, 27, 178-185.
- Howe, M.J.A., Davidson, J.W., Moore, D.G. & Sloboda, J.A. (1995). **Are there early childhood signs of musical ability?** *Psychology of Music*, 23, 162-176.
- Howe, M. J. A., Davidson, J.W. & Sloboda, J.A. (1998). **Innate talents: Reality or myth?** *Behavioral and Brain Sciences*, 21, 399-442.
- Hu, W., Lin, C., Shen, J. & Philip, A. (2003). **A developmental research on the scientific creativity of British adolescents**. *Psychological Science (China)*, 26, 775-777.
- Jolles, J., De Groot, R., Van Benthem, J., Dekkers, H., De Gloppe, C., Uijlings, H. et al. (2006). **Brain Lessons**. Maastricht: Neuropsych Publishers.
- Lee, D. & Pfeiffer, S.I. (2006). **The Reliability and Validity of a Korean-Translated Version of the Gifted Rating Scales**. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 24, 210-224.
- Margulies, A. S. & Floyd, R. G. (2004). **Review of Gifted Rating Scales (GRS)**. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 22, 275-282.
- Morelock, M.J., Brown, P.M. & Morrissey, A.M. (2003). **Pretend Play and Maternal Scaffolding: Comparisons of Toddlers With Advanced Development, Typical Development, and Hearing Impairment**. *Roeper Review*, 26, 41-51.
- National Research Council (2005). **Mathematical and Scientific Development in Early Childhood**. Washington DC: National Academic Press.
- Neu, T.W., Baum, S.M. & Cooper, C.R. (2004). **Talent Development in Science: A Unique Tale of One Student's Journey**. *Journal of Secondary Gifted Education*, 16, 30-36.
- Olszewski-Kubilius, P. & Lee, S.Y. (2004). **Gifted Adolescents' Talent Development Through Distance Learning**. *Journal for the Education of the Gifted*, 28, 7-35.
- Pfeiffer, S. I. & Petscher, Y., & Jarosewich, T. (2007). **The Gifted Rating Scales-Preschool/Kindergarten Form: An analysis of the standardization sample based on age, gender, and race**. *Roeper Review*, 29(3), 206-211.
- Sankar-DeLeeuw, N. (2007). **Case Studies of Gifted Kindergarten Children Part II: The Parents and Teachers**. *Roeper Review*, 29, 93-99.
- Simonton, D.K. (1999). **Talent and its development: An emergenic and epigenetic model**. *Psychological Review*, 106, 435-457.
- Simonton, D.K. (2001). **Talent development as a multidimensional, multiplicative, and dynamic process**. *Current Directions in Psychological Science*, 10, 39-43.
- Skollingsberg, G.E. (2003). **A comparison of intrinsic and extrinsic classroom motivational orientation of gifted and learning-disabled students**. ProQuest Information & Learning, US.
- Steenbeek, H. & Van Geert, P. (2007). **A Dynamic Systems Approach to Dyadic Interaction in Children: Emotional Expression, Action, Dyadic Play, and Sociometric Status**. *Developmental Review*, 27(1), 1-40.
- **Table curve 2D** (2002). Retrieved from <http://www.systat.com/products/TableCurve2D/>
- Van Benthem, J., Dijkgraaf, R. & De Lange, J. (2005). **TalentPower. A Summary**. Retrieved March 9, 2007, from <http://www.TalentenKracht.nl>.
- Van Geert, P. & Steenbeek, H. (2007). **Waar ligt de kracht?** Bijlage bij onderzoeksvoorstel satelliet Groningen TalentenKracht. Groningen: Rijksuniversiteit Groningen.
- Van Geert, P. & Steenbeek, H. (2007). **Onderzoeksvoorstel satelliet Groningen TalentenKracht; periode januari 2008 - december 2010**. Groningen: Rijksuniversiteit Groningen.
- Winner, E. (2000). **Giftedness: Current theory and research**. *Current Directions in Psychological Science*, 9, 153-156.
- Yan, Z. & Fischer, K. (2002). **Always under construction: Dynamic variations in adult cognitive microdevelopment**. *Human Development*, 45, 141-160.

Deel IV - Instrumentontwikkeling



10. Vakdidactische kennis op het gebied van techniek in het basisonderwijs: het meten van 'Pedagogical Content Knowledge'

Ellen Rohaan, Ruurd Taconis en Wim Jochems

Samenvatting

Wat moet een leraar in het basisonderwijs kennen en kunnen om goed techniekonderwijs te geven? En: welke kennis en vaardigheden daarvan hebben zij al in huis als zij beginnen aan een nascholingscursus? In dit hoofdstuk presenteren de onderzoekers de eerste schreden op het gebied van de ontwikkeling van een Techniek Didactiek Test waarmee dit in kaart kan worden gebracht. De test meet de Pedagogical Content Knowledge (PCK) van leraren, ofwel de vakdidactische kennis die zij nodig hebben om goed techniekonderwijs te kunnen geven. De PCK is een veelomvattend begrip: het bestaat uit vakinhoudelijke kennis gecombineerd met pedagogisch-didactische kennis, vertrouwen in eigen kunnen en een positieve attitude ten aanzien van het vakgebied. Die breedte van dit kennisdomein van leraren en de samenhang tussen de verschillende componenten laat meteen de moeilijkheid zien waar onderzoekers tegenaan lopen, want daardoor is PCK lastig te meten. Onderzoekers in het verleden zijn stukgelopen op de ontwikkeling van de juiste vragen én de formulering van de juiste antwoorden.

Rohaan, Taconis en Jochems hebben gekozen voor de ontwikkeling van een multiple choice test. Daarvoor maakten zij gebruik van een groep experts die samen de vragen, antwoorden én beoordelingscriteria formuleerden. Onderweg kwamen zij dezelfde moeilijkheden tegen als de pioniers op dit gebied. Desondanks hebben de onderzoekers een test kunnen samenstellen die voldoet aan de wetenschappelijke eisen op dit vlak. De test (bestaande uit 19 vragen) is afgenomen bij 101 leraren van de bovenbouw van scholen in Noord-Brabant en Limburg. Uit de testresultaten valt te concluderen dat het mogelijk is een PCK-test statistisch te valideren op basis van test-hertest betrouwbaarheid. Daarmee is een belangrijke stap gezet.

Inleiding

Goed onderwijs vraagt van leraren een diepgaand begrip en grondige kennis van de vakinhoud en van geschikte onderwijsactiviteiten om de juiste vragen aan leerlingen te kunnen stellen. Dit concluderen Bransford, Brown, en Cocking (2004) in hun toonaangevende boek 'How people learn'. Deze conclusie impliceert dat vakspecifieke kennis van een leraar heel belangrijk is voor goed techniekonderwijs.

Uit onderzoek naar de attitude van leerlingen ten aanzien van techniek blijkt dat een positieve attitude vaak samenhangt met een goed en volledig beeld van het vakgebied. Willen leraren een positieve attitude bij hun leerlingen kunnen stimuleren dan moeten zij zelf een goed en zo volledig mogelijk beeld van techniek hebben (De Vries, 2000).

Kortom, leraren hebben voldoende vakkennis nodig om zowel 'technologische geletterdheid' als een positieve attitude ten aanzien van techniek bij leerlingen te kunnen ontwikkelen. Het is belangrijk om te weten of, en zo ja hoe en in welke mate, de specifieke vakkennis van leraren op het gebied van techniek de attitudes van leerlingen beïnvloedt.

In dit hoofdstuk beschrijven we de ontwikkeling van een Techniek Didactiek Test waarmee we de vakdidactische kennis van leraren op het gebied van onderwijs in techniek kunnen meten. Daarvoor gaan we allereerst dieper in op kennis van leraren. Daarbij wordt een onderscheid gemaakt tussen vakinhoudelijke kennis, vakdidactische kennis en attitude ten aanzien van techniek. Er wordt een relatie gelegd tussen de kennis van leraren en de percepties en attitudes van leerlingen. Vervolgens wordt het bepalen van 'Pedagogical Content Knowledge' bij leraren besproken en beschrijven we de constructie en validatie van een test om deze kennis te meten. In de laatste paragraaf blikken we terug op de gevonden resultaten.

Kennis van leraren

Kennis van leraren is een veelomvattend begrip, dat een grote variatie aan cognities, normen en waarden, vaardigheden en kennisdomeinen behelst. Volgens Verloop, Van Driel, en Meijer (2001) is het kennisdomein van leraren het geheel van kennis en inzichten, dat ten grondslag ligt aan het gedrag van leraren in de onderwijspraktijk. Vakspecifieke kennis van leraren kan in drie domeinen worden onderverdeeld: 1) vakinhoudelijke kennis, 2) vakdidactische kennis en 3) attitude en vertrouwen. Hieronder worden deze drie domeinen achtereenvolgend toegelicht in het kader van techniekonderwijs.

1) Vakinhoudelijke kennis

Het kennisdomein 'vakinhoudelijke kennis' bevat twee aspecten:

- algemene vakinhoudelijke kennis van techniek
- het beeld van techniek

Leraren moeten goed op de hoogte zijn van de aangeboden vakinhoud om het leren van leerlingen positief te kunnen beïnvloeden (Davis, Ginns, & McRobbie, 2002; Parkinson, 2001). Daarnaast zijn ook metacognitieve strategieën en procedurele kennis van belang voor effectief techniekonderwijs. Metacognitieve strategieën, zoals reflectie en generalisatie, zijn vooral belangrijk bij het begeleiden van probleemgestuurde activiteiten. Procedurele kennis is nodig bij het ontwerpend leren, dat als een belangrijk onderdeel van techniekonderwijs wordt gezien (Garmire & Pearson, 2006). Resultaten van een Brits onderzoek (Jarvis & Rennie, 1996a) laten zien dat leraren vaak een grote variatie in percepties van techniek hebben. Deze variëren van nauwe beelden - 'techniek is toegepaste natuurwetenschap' - tot meer uitgebreide beelden - 'techniek is het ontwerpen en maken van producten die een bepaalde behoefte bevredigen'-. De onderzoekers concludeerden ook dat veel leraren geen goed onderscheid kunnen maken tussen natuurwetenschap en techniek. Een recenter Amerikaans onderzoek naar de percepties van leraren van techniek (Cunningham, 2006) is vergelijkbaar met deze bevindingen. Het beeld dat leraren van techniek hebben blijkt vaak gebaseerd op alledaagse, niet-wetenschappelijke, kennis en bevat veel misvattingen (zie ook hoofdstuk 6).

2) Vakdidactische kennis: 'Pedagogical Content Knowledge'

Een leraar moet in staat zijn om vakinhoudelijke kennis te combineren met pedagogisch-didactische kennis om het leerproces van leerlingen effectief te kunnen begeleiden. Dit betekent dat leraren kennis moeten hebben van vakspecifieke moeilijkheden en dat zij moeten weten hoe zij deze moeilijkheden in de klas het beste kunnen behandelen (Verloop et al., 2001). Dit specifieke kennisdomein van leraren wordt ook wel 'Pedagogical Content Knowledge' (PCK) genoemd. De Amerikaanse onderwijskundige Lee Shulman definieerde het als 'een speciale samensmelting van inhoud en didactiek dat het unieke terrein van leraren is, hun eigen speciale vorm van professionele kennis' (Shulman, 1987, p. 8).

PCK van techniekonderwijs omvat drie aspecten:

1. *Kennis van de percepties van leerlingen van techniek en de opvattingen en misvattingen van technische concepten.*

Verscheidene onderzoeken tonen aan dat kennis van de leraar over de percepties en misvattingen van leerlingen ten aanzien van techniek een positief effect heeft op de effectiviteit van techniekonderwijs (Davis et al., 2002; Jarvis & Rennie, 1996b; Lewis, 1999).

2. *Kennis van pedagogisch-didactische benaderingen en onderwijsstrategieën voor techniekonderwijs*

In een Amerikaanse studie werden vier pedagogisch-didactische benaderingen vergeleken. Daaruit bleek dat de verschillende benaderingen geen verschil opleverden in attitude van leerlingen ten aanzien van techniek (Boser, Palmer, & Daugherty, 1998). In een andere studie, waarbij een traditionele benadering (klassikaal onderwijs) werd vergeleken met een innovatieve benadering (het aanspreken van creativiteit, probleemoplossend leren, samenwerkend leren), werd wel een verschil

gevonden in attitude, in het voordeel van de innovatieve benadering. Echter, beide studies hadden betrekking op het voortgezet onderwijs.

3. *Kennis van de aard en de doelen van techniekonderwijs.*

Dit is een belangrijk aspect van PCK, omdat het invloed heeft op welke onderwerpen een leraar benadrukt en dus wat de leerlingen aangeboden krijgen.

De meeste onderzoekers beschouwen vakinhoudelijke kennis als een essentiële voorwaarde voor de ontwikkeling van PCK. Met andere woorden, 'diepgaande en zinvolle PCK kan niet gebouwd zijn op een instabiele fundering' (Smith, 1999, p. 181).

3) Attitude en vertrouwen

De attitude van een leraar ten aanzien van techniek en zijn/haar (zelf)vertrouwen als het gaat om het onderwijzen van techniek zijn belangrijk voor de attitude van leerlingen ten aanzien van techniek. Deze aspecten zijn anders dan vakinhoudelijke en vakdidactische kennis, omdat het meer affectieve dan cognitieve aspecten zijn. Desondanks kunnen zij beschouwd worden als onderdeel van het kennisdomein van een leraar (Verloop et al., 2001). Vertrouwen in het onderwijzen van techniek hangt nauw samen met vakinhoudelijke en vakdidactische kennis. Meer kennis van het vakgebied zorgt doorgaans voor een groter zelfvertrouwen (McRobbie, Ginns, & Stein, 2000). Ook een positieve attitude ten aanzien van techniek hangt hiermee samen (Johnston & Ahtee, 2006). Er wordt verondersteld dat een leraar met een negatieve attitude en weinig vertrouwen dit (ongewild) reflecteert in zijn gedrag en daardoor de attitudes van de leerlingen negatief beïnvloedt.

Het vaststellen van PCK bij leraren

We kunnen vakinhoudelijke kennis van techniek meten door middel van kennistoetsen, en voor het in kaart brengen van attitudes ten aanzien van techniek zijn speciale vragenlijsten ontwikkeld. Het vaststellen van PCK bij leraren is echter een stuk lastiger. Ten eerste omdat PCK vaak impliciete kennis is. Leraren zijn niet altijd in staat deze kennis te expliciteren of ze willen impopulaire denkbeelden liever niet uiten (geven sociaal wenselijke antwoorden in interviews). Ten tweede laat het gedrag van een leraar niet diens volledige PCK zien. Daarom zullen observaties alleen niet alle PCK van een leraar boven water kunnen halen. Ten derde is het beoordelen van PCK problematisch, omdat nog geen overstemming is bereikt over wat goede PCK precies is (Baxter & Lederman, 1999).

De gangbare methode om PCK te meten is meestal een combinatie van interviews, observaties en andere technieken, de zogenaamde 'multi-methoden aanpak'. Deze methode is tijd- en arbeidsintensief, ingewikkeld en moeilijk te repliceren. Daardoor worden steekproeven noodgedwongen klein gehouden en is generalisatie van de resultaten nauwelijks mogelijk. Bij gebruik van een multi-methoden aanpak voor het vaststellen van PCK zijn de onderzoekers vaak sterk betrokken bij het onderzoek, wat de resultaten mogelijk beïnvloedt. Daarnaast zijn er geen kwaliteitsindicatoren van deze multi-methoden aanpakken beschikbaar en zijn ze daardoor onderling moeilijk vergelijkbaar.

Een uitdaging op dit gebied is het ontwikkelen van een instrument dat het vaststellen van PCK eenvoudiger, sneller en beter vergelijkbaar maakt, waardoor het mogelijk wordt grotere steekproeven tegelijkertijd te onderzoeken. Eén manier om deze uitdaging aan te gaan is door het ontwikkelen van een multiplechoice test (mc test).

Er zijn in het verleden twee veelbelovende initiatieven voor het ontwikkelen van een mc test ontplooid. Eén van de onderzoekers die op dit terrein pionierde (Carlson, 1990) beschreef drie belangrijke aspecten die een rol spelen bij het ontwikkelen van een mc test voor het meten van PCK. Ten eerste is het belangrijk het doel en het niveau van de test van tevoren nauwkeurig te bepalen: zij zijn bepalend voor de vragen die in de test zullen worden opgenomen. Ten tweede is het van groot belang dat pedagogische kennis en vakinhoudelijke kennis zodanig geïntegreerd worden in de vragen dat daadwerkelijk PCK wordt gemeten. PCK-testvragen moeten de pedagogisch-didactische kennis van specifieke vakinhouden aanspreken, wat betekent dat een leraar genoeg inhoudelijke kennis van het onderwerp moet bezitten om het juiste pedagogisch-didactische principe toe te kunnen passen. Ten derde is het van belang overeenstemming te bereiken over de juistheid van het goede antwoord. Ondanks dat de onderzoeker twee criteria voor juistheid hanteerde, empirische ondersteuning en professionele con-

sensus, was het moeilijk om overtuigend goede antwoorden te bedenken. Als oplossing koos de onderzoeker voor het schrijven van vragen met één 'beste antwoord' in plaats van één juist antwoord.

Het tweede initiatief voor het ontwikkelen van een mc test kwam van de onderzoekers Kromrey en Renfrow (1991). Zij ervoeren dat het bedenken van vragen voor een PCK-test moeilijker is dan het bedenken van vragen voor een inhoudelijke kennistest. Ondanks dat het werk van deze pioniers niet is voortgezet en er geen statistische gegevens beschikbaar zijn, dienen hun bevindingen als een goed uitgangspunt voor het ontwikkelen van een PCK-test voor techniek in het basisonderwijs.

De 'Techniek Didactiek Test': testconstructie en -validatie

Voor het ontwikkelen van de PCK-test hebben we gebruik gemaakt van een constructiemethode die de oordelen van experts centraal stelt, de zogenaamde 'rationele methode' (Oosterveld & Vorst, 1996). Deze methode is vooral geschikt wanneer het te onderzoeken construct nog niet helder gedefinieerd is en als empirische gegevens schaars zijn. Dit is allebei van toepassing op PCK van techniek in het basisonderwijs.

De procedure van testconstructie kan chronologisch worden verdeeld in zeven fasen:

1. specificatie van het theoretische kader,
2. constructanalyse,
3. specificatie van eigenschappen van items (vragen),
4. productie (schrijven) van items,
5. beoordeling van items,
6. constructie van het instrument,
7. validatie van het instrument.

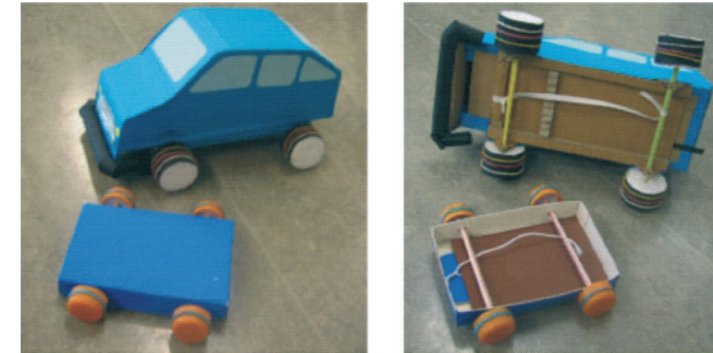
De expertgroep bestond uit zeven leden, die allemaal een zeer ruime ervaring en diepgaande kennis met betrekking tot techniek in het basisonderwijs hadden (zie voor samenstelling expertgroep achterin het hoofdstuk). In vier bijeenkomsten werden de stappen 1 tot en met 5 van de testconstructie-procedure doorlopen. In de eerste bijeenkomst werd een inleiding op het project gepresenteerd. Daarnaast werd het theoretische kader toegelicht en werd begonnen aan een eerste analyse van het construct PCK van techniek in het basisonderwijs. Van tevoren waren de experts gevraagd om na te denken over voorbeelden van PCK in de onderwijspraktijk. Deze praktijkvoorbeelden werden vervolgens in de groep besproken.

Tijdens de tweede bijeenkomst werd de constructanalyse vervolgd en werden de gewenste eigenschappen van de items (structuur en basisformulering) gespecificeerd. Tevens werd een werkdefinitie van het construct geformuleerd. De experts definieerden PCK van techniek in het basisonderwijs als: 'De kennis die je als leraar nodig hebt om al pendelend de vertaalslag van de eigen vakinhoudelijke kennis naar het leren van de leerlingen te maken'. Ze bereikten daarnaast overeenstemming over drie hoofdelementen: 1) kennis van de leef- en denkwereld van leerlingen met betrekking tot techniek, 2) kennis van aard en de doelen van techniekonderwijs en 3) kennis van pedagogisch-didactische werkwijzen van techniekonderwijs. Bij ieder hoofdelement werden verschillende subelementen geformuleerd, bijvoorbeeld (bij het tweede hoofdelement) 'weten wat de verschillen zijn tussen natuurkunde en techniek en beide domeinen kunnen integreren'.

Het centrale doel van de derde bijeenkomst was het produceren van items. Vooraf werden de experts gevraagd om ieder minimaal tien vragen te schrijven volgens de gezamenlijk opgestelde itemspecificaties. Het verzinnen van goede en waarschijnlijke afleiders (dat wil zeggen de 'foute' antwoorden) werd als moeilijk ervaren. Ter structurering van de antwoorden werden deze van tevoren gekarakteriseerd als representanten van 'veel PCK', 'weinig PCK', 'alleen pedagogische kennis' en 'alleen inhoudelijke kennis'. Tussen de experts ontstond veel discussie over de juistheid van het beste antwoord ('veel PCK'). Net zoals de pionierende onderzoekers op dit gebied hadden ervaren, hadden de experts moeite met het verzinnen van antwoorden die een juiste integratie van pedagogische en inhoudelijke kennis weergaven.

Tijdens de vierde bijeenkomst werden alle geproduceerde items beoordeeld door de experts en, indien nodig, voor een laatste keer herschreven. Met behulp van een lijst met beoordelingscriteria, beoordeelden de experts in tweetallen elkaars items. Van de 52 geproduceerde items werden er uiteindelijk 40 geaccepteerd voor de eerste versie van de PCK-test (zie Figuur 1 voor twee voorbeelditems).

Twee leerlingen maken samen een kartonnen autootje (zie de afbeeldingen hieronder), dat kan rijden door een draaibare as met wielen van plastic doppen. Door een elastiekje aan de as op te winden en los te laten, kan de auto vooruit bewegen. De leerlingen testen hun auto op een gladde tafel. De wielen draaien, maar de auto komt nauwelijks vooruit, wat ze erg vervelend vinden. De leerlingen veronderstellen dat hun auto te zwaar is, maar weten geen oplossing voor dit probleem.



Wat is van onderstaande manieren de beste om deze leerlingen verder te helpen?

- a. U sluit aan bij de gedachtegang van de leerlingen en probeert ze van daaruit de samenhang tussen wrijving, aandrijving en gewicht te laten ontdekken.
- b. U richt de aandacht van de leerlingen op het elastiek en het gewicht van de auto en zorgt dat ze zelf doorgaan met het zoeken van een oplossing.
- c. U laar de leerlingen hun auto vergelijken met die van de andere leerlingen om zo tot een oplossing te komen.
- d. U legt de leerlingen uit dat twee gladde voorwerpen gemakkelijk over elkaar schuiven door het gebrek aan wrijving. U adviseert hen elastiekjes om de wielen te bevestigen zodat de wielen meer grip krijgen.

Welke van de onderstaande uitgangspunten is het meest geschikt om leerlingen te motiveren voor techniekonderwijs?

- a. Leerlingen dienen een realistische en uitdagende probleemstelling, die hen motiveert de techniekopdracht zelfstandig uit te voeren, voorgelegd te krijgen.
- b. Door technieklessen te integreren met bijvoorbeeld wereldoriëntatie, kun je stukken theorie concretiseren en verdiepen door middel van praktische techniekopdrachten.
- c. Als een techniekopdracht voldoende technische uitdagingen bevat, zal de leerling gemotiveerd blijven om de opdracht in zijn geheel uit te voeren.
- d. Een helder omschreven stappenplan (instructie) ondersteunt en motiveert de leerlingen bij het uitvoeren van de techniekopdracht.

Figuur 1 Twee voorbeelden van items uit de TDT

Na de laatste bijeenkomst werden de goedgekeurde vragen samengevoegd tot een eerste versie van de 'Techniek Didactiek Test' (TDT). Omdat met 40 vragen de test te lang zou zijn voor afname, werd hij verdeeld in twee gelijke delen (versie A en B). Beide versies werden per e-mail naar ongeveer 120 VTB-scholen in Limburg gestuurd. In totaal retourneerden 34 leraren een ingevulde test (21x versie A, 13x versie B). Alle leraren gaven les in de bovenbouw (groep 6 t/m 8). Deze eerste afname diende voornamelijk om een eerste, grove selectie van items te kunnen maken op basis van statistische gegevens. Na zorgvuldige uitvoering van verschillende, statistische analyses werden 21 items verwijderd. De overgebleven 19 items van de A en B versies werden samengevoegd tot een nieuwe TDT. Deze nieuwe TDT werd door middel van een online vragenlijststelsel (CORF) afgenomen bij 101 leraren van de bovenbouw (groep 5 t/m 8) in Noord-Brabant en Limburg. De licht positieve en significante correlatie die werd gevonden tussen de testscore en het hebben gevolgd van een nascholingscursus op het gebied van techniek in het basisonderwijs, is een indicator voor de validiteit van de test. Een factoranalyse (met oblique rotatie) wees uit dat de test multi-dimensionaal is (6 dimensies met Eigenwaarde > 1). Als maat voor de betrouwbaarheid van de test werd de test-hertest betrouwbaarheid berekend. Het bleek dat de test gematigd betrouwbaar over de tijd is ($r = .641$, $p < .05$).

Conclusie en discussie

De strikt gehanteerde rationale methode aangevuld met statistische analyses vormden een solide en systematische procedure voor het ontwikkelen van de PCK-test voor techniek in het basisonderwijs. De overeenstemming tussen de experts over de vragen betekent dat de inhoudvaliditeit van de test hoog is. Daarom kan geconcludeerd worden dat de procedure van testconstructie zeer effectief is gebleken.

De resultaten wat betreft de multi-dimensionaliteit van de test (het resultaat van de factoranalyse) zijn in overeenstemming met de heterogene aard van PCK, die door verschillende onderzoekers gerapporteerd is (bijvoorbeeld Magnusson, Krajcik, & Borko, 1999; Van Driel & Verloop, 1998). Dat wil zeggen, PCK bevat verschillende elementen op verschillende niveaus, die nauw met elkaar verbonden zijn en als een geheel functioneren. Het is niet wenselijk deze elementen geïsoleerd te meten, omdat dit een onrealistisch beeld van PCK weergeeft. Uit de resultaten valt te concluderen dat het mogelijk is een PCK-test statistisch te valideren op basis van test-hertest betrouwbaarheid. In vergelijking met de onderzoekers die pionierden op dit gebied, hebben we hiermee een belangrijke stap vooruit gezet.

De resultaten laten ook zien dat het ontwikkelen van een PCK-test voor techniek in het basisonderwijs een gecompliceerde aangelegenheid is. Desondanks is het niet onmogelijk gebleken. Meer gegevensverzameling en grotere steekproeven zijn nodig voor een betere statistische onderbouwing van de psychometrische eigenschappen van de test.

Een succesvolle ontwikkeling van een multiplechoicetest voor het meten van PCK heeft tot gevolg dat PCK sneller en eenvoudiger kan worden vastgesteld. Dit houdt in dat grotere groepen leraren tegelijkertijd kunnen worden getest en de resultaten beter te generaliseren zijn. In de onderwijspraktijk zou een dergelijk instrument gebruikt kunnen worden als hulpmiddel bij assessments in de lerarenopleiding of in het kader van professionele ontwikkeling van zittende leraren. Inzicht in de PCK van leraren op het gebied van techniek in het basisonderwijs zal de efficiëntie en kwaliteit van techniekonderwijs verbeteren.

Met dank aan de expertgroep: Pol Demeurisse (projectmedewerker TOS21 departement Onderwijs Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap), Paul Feldbrugge (docent natuurkunde Pedagogische Academie Hanzehogeschool Groningen), Rudi Kleingeld (oud-docent techniek Pabo Dordrecht Hogeschool Rotterdam), Thijs Richter (docent natuur en techniek Pabo Hogeschool De Kempel), Lou Slangen (associate lector en docent natuur en techniek Fontys Pabo Limburg), Ruurd Taconis (universitair docent 'science education' Technische Universiteit Eindhoven) en Fons Vossen (techniekcoördinator en leraar speciaal basisonderwijs).

Referenties

- Baxter, J. A., & Lederman, N. G. (1999). **Assessment and measurement of pedagogical content knowledge**. In J. Gess-Newsome & N. G. Lederman (Eds.), **Examining pedagogical content knowledge. The construct and its implications for science education** (Vol. 6, pp. 147-161). Dordrecht/Boston/London: Kluwer Academic Publishers.
- Boser, R. A., Palmer, J. D., & Daugherty, M. K. (1998). **Students Attitudes Toward Technology in Selected Technology Education Programs**. Journal of Technology Education, 10(1), 4-19.
- Bransford, J. D., Brown, A. L., & Cocking, R. R. (Eds.). (2004). **How people learn. Brain, mind, experience and school**. Washington DC: National Academy Press.
- Carlson, R. E. (1990). **Assessing Teachers' Pedagogical Content Knowledge: Item Development Issues**. Journal of Personnel Evaluation in Education, 4(2), 157-173.
- Cunningham, C. M. (2006, March). **Elementary Teachers' Understanding of Engineering and Technology**. Paper presented at the ITEA Conference, Baltimore.
- Davis, R. S., Ginns, I. A., & McRobbie, C. J. (2002). **Elementary School Students' Understanding of Technology Concepts**. Journal of Technology Education, 14(1), 35-50.
- De Vries, M. J. (2000, December). **Can we train researchers and teachers to make a team? Win-win strategies in technology education**. Paper presented at the 1st Biennial International Conference on Technology Education Research, Brisbane.
- Garmire, E., & Pearson, G. (2006). Tech Tally. **Approaches to assessing technological literacy**. Washington, D.C.: National Academy of Engineering National Research Council.
- Jarvis, T., & Rennie, L. J. (1996a). **Perceptions about Technology Held by Primary Teachers in England**. Research in Science and Technology Education, 14(1), 43-54.
- Jarvis, T., & Rennie, L. J. (1996b). **Understanding technology: The development of a concept**. International Journal of Science Education, 18(8), 977-992.
- Johnston, J., & Ahtee, M. (2006). **Comparing primary student teachers' attitudes, subject knowledge and pedagogical content knowledge needs in a physics activity**. Teaching and Teacher Education, 22(4), 503-512.
- Kromrey, J. D., & Renfrow, D. D. (1991, February 13-16). **Using Multiple Choice Examination Items to Measure Teachers' Content-Specific Pedagogical Knowledge**. Paper presented at the Annual Meeting of the Eastern Educational Research Association, Boston.
- Lewis, T. (1999). **Research in Technology Education - Some Areas of Need**. Journal of Technology Education, 10(2), 41-56.
- 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.
- McRobbie, C. J., Ginns, I. A., & Stein, S. J. (2000). **Preservice Primary Teachers' Thinking About Technology and Technology Education**. International Journal of Technology and Design Education, 10(1), 81-101.
- Oosterveld, P., & Vorst, H. C. M. (1996). **Methoden voor vragenlijstconstructie**. Nederlands Tijdschrift voor de Psychologie, 51(1), 11-27.
- Parkinson, E. (2001). **Teacher Knowledge and Understanding of Design and Technology for Children in the 3-11 Age Group: A Study Focusing on Aspects of Structures**. Journal of Educational Psychology, 13(1), 44-58.
- Shulman, L. S. (1987). **Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform**. Harvard Educational Review, 57(1), 1-22.
- Smith, D. C. (1999). **Changing our Teaching : The Role of Pedagogical Content Knowledge in Elementary Science**. In J. Gess-Newsome & N. G. Lederman (Eds.), **Examining Pedagogical Content Knowledge. The Construct and its Implications for Science Education** (Vol. 6). Dordrecht/Boston/London: Kluwer Academic Publishers.
- Van Driel, J. H., & Verloop, N. (1998). **'Pedagogical Content Knowledge': Een verbindend element in de kennisbasis van docenten**. Pedagogische Studiën, 75(4), 225-237.
- Verloop, N., Van Driel, J., & Meijer, P. (2001). **Teacher knowledge and the knowledge base of teaching**. International Journal of Educational Research, 35(5), 441-461.

11. Wat vinden leraren basisonderwijs van wetenschap en techniek? De attitudemonitor maakt hun gevoelens, gedachten en gedrag inzichtelijk

Juliette Walma van der Molen

Samenvatting

Als we ervan uitgaan dat iemands attitude diens acties, denken, gevoelens en keuzes bepaalt is een positieve attitude ten aanzien van wetenschap en techniek de koepel boven het scholingstraject VTB-Pro. De vraag is echter of en hoe je kunt meten hoe iemand tegenover wetenschap en techniek staat. Binnen VTB is al vanaf de start het belang van een dergelijke meting onderkend. Zowel om veranderingen in de houding van leerlingen te kunnen meten, als in de houding van leraren. Tot voor kort gaven de directies van VTB-scholen de vorderingen en mogelijke knelpunten bij de integratie van techniek in hun onderwijs aan in een jaarlijkse zelf-rapportage. Om de attitude van leerlingen in kaart te brengen gebruikten sommige scholen een interessenmeting ontwikkeld door het Cito. Maar beide instrumenten brengen onvoldoende het veelomvattende begrip 'attitude' in kaart, dat een combinatie is van iemands gedachten, gevoelens en gedrag. Om die reden is voor de evaluatie van de VTB Programma's besloten een geïntegreerd meetinstrument te ontwikkelen dat ingaat op alle drie deze dimensies: de attitudemonitor. Er is een attitudemonitor ontwikkeld voor zowel leerlingen als voor leraren. In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de ontwikkeling van de attitudemonitor voor leraren en de eerste pilots hiermee.

Het uitgangspunt voor de attitudemonitor vormt de internationale wetenschappelijke literatuur over een bredere invulling van *attitudes towards science* en een voortschrijdende discussie over het belang van het verbreden van de aandacht van sec techniek naar wetenschap en techniek, met daarbij een focus op een onderzoekend-leren houding die bij leerlingen zou moeten worden gestimuleerd. Op basis hiervan ontwikkelde Walma van der Molen een vragenlijst bestaande uit een wetenschapsdeel en een techniekdeel, met voor leraren en leerlingen iets anders geformuleerde vragen. De vragen hadden betrekking op alle drie de dimensies van attitude en werden zoveel mogelijk gekoppeld.

De vragenlijst is in een pilot voorgelegd aan 79 leraren (38 mannen en 41 vrouwen) uit de bovenbouw van 60 basisscholen die ruim drie jaar geleden begonnen aan de eerste tranche van het VTB programma. De resultaten hiervan laten een redelijk beeld zien van hun attitude ten opzichte van wetenschap en techniek. De seksestereotype opvattingen zijn niet heel hoog, de leraren vinden wetenschap en techniek enigszins moeilijk maar beleven er wel redelijk plezier aan, ze hebben redelijk inzicht in het belang ervan voor de toekomst en hebben enige voornemens om er meer aan te gaan doen in de toekomst. Deze houding van leraren lijkt een gunstig effect te hebben op hun leerlingen. Zij lieten een significant groter plezier zien in techniek en hechtten er meer maatschappelijk belang aan dan leerlingen van leraren met een minder positieve attitude ten opzichte van techniek.

Inleiding

In hoofdstuk 2 hebben wij het theoretisch kader geschetst dat ten grondslag ligt aan de invulling van het scholingstraject VTB-Pro. Naast vakinhoudelijke kennis en vaardigheden én pedagogisch-didactische bagage hebben we beschreven dat een positieve attitude of houding ten opzichte van wetenschap en techniek een belangrijke derde pijler is. Sterker nog: uitgaande van de gedachte dat iemands attitude diens acties, denken, gevoelens en keuzes bepaalt is een positieve attitude ten aanzien van wetenschap en techniek de koepel boven het scholingstraject.

Binnen het programma VTB-Pro gaan we er vanuit dat een positievere attitude van leraren ten aanzien van wetenschap en techniek een gunstig effect heeft op de attitude van leerlingen. En dat is weer belangrijk omdat dit de kans vergroot dat zij kiezen voor een technische of natuurwetenschappelijke richting binnen het vervolgonderwijs. Meisjes verdienen hierbij speciale aandacht, omdat zij geneigd zijn om seksestereotype studieprofielen te kiezen, waarbij zij nóg meer dan

jongens de bètarichtingen uitsluiten (zie ook De Grip en Willems, 2003). Maar ook als een kind niet kiest voor een bètatechnische opleiding, dan nog speelt een positieve attitude een belangrijke rol bij het plezier dat beleefd wordt aan wetenschap en techniek op school en het maatschappelijk belang dat eraan wordt gehecht voor de samenleving.

Binnen het programma VTB is dan ook besloten om de attitude ten aanzien van wetenschap en techniek te meten, en wel bij zo veel mogelijk scholen die deelnemen aan het project. Tot voor kort gebeurde dat door middel van een jaarlijkse zelfrapportage, waarin de directies van scholen de vorderingen en mogelijke knelpunten bij de integratie van techniek in hun onderwijs aangaven. Eén van de einddoelen voor VTB-scholen is echter dat ook bij de leerlingen vorderingen worden bijgehouden op het gebied van techniek. Omdat scholen vrij zijn in de aanpak en inhoud die zij kiezen voor de verbreding van techniek in hun onderwijs, is het lastig om daartoe een instrument te ontwikkelen dat overkoepelend als monitor gebruikt kan worden om de geleerde concepten bij kinderen vast te stellen. Scholen kozen daarom tot nu toe af en toe voor een interessemeting ontwikkeld door het Cito, maar deze interessemeting gaat slechts in op een klein deel van het aspect 'attitude ten opzichte van techniek' en op veel scholen bleef een evaluatie onder leerlingen tot nu toe uit.

Om bovengenoemde redenen is besloten om voor de evaluatie van het VTB-programma een attitude-instrument (attitudemonitor) te ontwikkelen dat op meerdere dimensies zou meten wat de attitude is van leerlingen en van leraren ten aanzien van techniek en ten aanzien van wetenschap. Dit laatste werd gedaan op basis van internationale wetenschappelijke literatuur over een bredere invulling van *attitudes towards science* (zie hoofdstuk 2, p. 35) en een voortschrijdende discussie over het belang van het verbreden van de aandacht voor (bèta) techniek naar de aandacht voor wetenschap en techniek, met daarbij een focus op een onderzoekend-leren houding die bij leerlingen zou moeten worden gestimuleerd. De attitudemonitor werd opgezet aan de hand van verschillende dimensies die van belang zijn bij een positieve attitude ten opzichte van techniek en wetenschap. Beide instrumenten (voor leerlingen en leraren) gaan uit van dezelfde achterliggende dimensies.

In dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van de ontwikkeling van de attitudemonitor voor de leraren en worden resultaten gepresenteerd van een eerste pilot die hiermee werd uitgevoerd onder 79 leraren (38 mannen en 41 vrouwen) uit de bovenbouw van 60 basisscholen die ruim drie jaar geleden begonnen aan de eerste tranche van het VTB programma. Voor een uitgebreide beschrijving van de ontwikkeling van het leerling-instrument en de resultaten onder de 1570 deelnemende leerlingen verwijzen wij naar: Walma van der Molen, 2007.

Ontwikkeling van de attitudemonitor

De manier waarop attitude in verschillende studies wordt gemeten is vaak niet eenduidig en tot nu toe ontbrak het aan een geïntegreerd instrument dat ingaat op alle dimensies van attitude: gedachten, gevoelens en (voorgenomen) gedrag (zie hoofdstuk 2, p. 35 voor een uitgebreide definitie). In het huidige onderzoek werd daarom onder een attitude ten opzichte van techniek en wetenschap de volgende set van gedachten, gevoelens en gedragingen verstaan:

Gedachten:

- de eigen opvattingen over het moeilijkheidsniveau van techniek en wetenschap of de moeilijkheid om dit als vak in het basisonderwijs te geven
- de eigen opvattingen over het belang van techniek en wetenschap voor de samenleving en de economie
- de eigen gedachten over genderverschillen/seksestereotype opvattingen op het gebied van techniek en wetenschap

Gevoelens:

- gevoelens van eigen plezier of interesse in techniek en wetenschap

Gedrag:

- eigen voornemens om meer te gaan leren over techniek en wetenschap of daar meer aan te gaan doen in het eigen onderwijs

De vragenlijst voor zowel de leerlingen als de leraren bestond uit twee delen (een techniekdeel en een wetenschapsdeel), waarbij de vragen die horen bij de bovengenoemde dimensies voor beide gebieden zoveel mogelijk werden gekoppeld. De vragen voor de leraren waren iets anders geformuleerd dan voor de leerlingen. Alle aspecten uit de attitudemeting werden gemeten aan de hand van verschillende vragen waarbij respondenten hun mening konden geven op een schaal van 1 tot 4 (1 = helemaal niet mee eens, 2 = niet mee eens, 3 = mee eens, 4= helemaal mee eens).

Met behulp van Principale Componenten Analyse met Varimax rotaties werd vastgesteld dat de bovengenoemde aspecten van attitude zowel voor het techniekdeel als het wetenschapsdeel konden worden teruggevonden. Voor ieder aspect werd een goede interne consistentie voor de bijbehorende vragen gevonden. Na verwijdering van een aantal ambigue vragen die op geen enkele factor hoog laadden of hoge cross-ladingen hadden, werden voor zowel het techniekdeel als het wetenschapsdeel vijf factoren gevonden met een Eigenwaarde > 1, welke respectievelijk 68,06% en 67,54% van de variantie verklaarden. In Tabel 1 en 2 wordt een overzicht gegeven van de items en de bijbehorende factorstructuur.

Resultaten attitude van leraren

Op basis van de hierboven beschreven resultaten van de factoranalyses en betrouwbaarheids-analyses werden gemiddelde schaalscores berekend voor iedere dimensie. Verschillende aspecten van de attitudemeting bleken significant met elkaar samen te hangen. Positieve gevoelens ten opzichte van techniek en wetenschap waren daarbij vooral bepalend. Wat betreft techniek bleken leraren die hierin plezier hadden, veel meer voornemens te hebben om aan techniek te doen in hun onderwijs. Zij hadden ook meer inzicht in het maatschappelijk belang ervan en vonden techniek beduidend minder moeilijk dan leraren die er minder plezier aan beleefden. Vergelijkbare resultaten werden gevonden wat betreft wetenschap: leraren die meer plezier beleefden aan wetenschap gaven aan dat ze van plan waren meer te doen aan wetenschap in het onderwijs. Zij vonden wetenschap ook minder moeilijk en schatten het belang hoger in dan leraren die minder plezier beleefden aan wetenschap.

Tabel 1 Factorladingen en betrouwbaarheden per dimensie van attitude ten opzichte van techniek van leraren.

Stelling (Volgorde zoals in vragenlijst)	Factor				
	Opvatting Gender $\alpha = .74$	Opvatting Moeilijkheid $\alpha = .85$	Opvatting Belang $\alpha = .70$	Plezier in Techniek $\alpha = .88$	Voornemen Toekomst $\alpha = .75$
- Techniek is belangrijk voor de samenleving	,040	-,108	,826	,203	,055
- Jongens/mannen weten meestal meer van techniek dan meisjes/vrouwen	,696	,164	,037	,060	-,089
- Techniek heeft een grote invloed op mensen	-,205	-,020	,789	-,097	,061
- Ik vind het leuk om zelf dingen te ontwerpen	,028	-,164	,069	,845	,095
- Ik vind het leuk om dingen in elkaar te zetten	-,134	-,392	,222	,804	,099
- Ik wil graag meer leren over techniek in het basisonderwijs	,169	-,232	,022	,118	,780
- Het vak techniek kan alleen door speciaal opgeleide docenten worden gegeven	,040	,792	,054	-,171	-,164
- Ik wil graag meer gaan doen aan techniek in mijn onderwijs	-,080	-,186	-,072	,033	,763
- Jongens/mannen zijn meer geïnteresseerd in techniek dan meisjes/vrouwen	,780	,057	-,188	-,243	,049
- Techniek is een moeilijk vak om te geven	,130	,670	-,386	-,270	-,052
- Ik vind het leuk om meer te leren over techniek	,063	-,070	,005	,376	,735
- Ik zou graag een aanvullende specialisatie voor techniek in het basisonderwijs gaan doen	-,129	,033	,195	,002	,722
- Jongens/mannen kunnen beter omgaan met computers dan meisjes/vrouwen	,942	,026	-,032	,031	,002
- Ik vind het leuk om zelf iets te repareren	-,087	-,247	-,085	,797	,212
- Als een land veel aan techniek doet, is dat goed voor de economie	-,238	,016	,835	,074	,084
- Om goed in techniek les te kunnen geven, moet je eerst een gespecialiseerde opleiding volgen	,038	,883	,048	-,227	-,025
- Ik laat onderwijs geven over techniek liever over aan een collega	,081	,841	-,126	-,135	-,186
- Techniek is goed voor de economie van Nederland	,100	-,007	,834	,031	,139

Tabel 2 Factorladingen en betrouwbaarheden per dimensie van attitude ten opzichte van wetenschap van leraren.

Stelling (Volgorde zoals in vragenlijst)	Factor				
	Opvatting Gender $\alpha = .79$	Opvatting Moeilijkheid $\alpha = .75$	Opvatting Belang $\alpha = .65$	Plezier in Techniek $\alpha = .88$	Voornemen Toekomst $\alpha = .76$
- Het is moeilijk om wetenschap te integreren in het basisonderwijs	,065	,648	,091	-,026	-,321
- Ik vind het leuk om meer te leren over wetenschap	-,343	-,141	,265	,233	,710
- Jongens/mannen zijn betere onderzoekers dan meisjes/vrouwen	,831	-,001	-,216	,114	-,041
- Ik vind het leuk om nieuwe ideeën te bedenken	,174	,191	-,032	,731	-,011
- Ik wil graag meer gaan doen aan wetenschap in mijn onderwijs	-,003	-,344	,178	-,025	,814
- Wetenschap heeft een grote invloed op de samenleving	-,017	,019	,846	-,087	,072
- Ik vind het leuk om dingen uit te pluizen	,027	-,176	,132	,797	-,026
- Jongens/mannen zijn beter in wiskunde dan meisjes/vrouwen	,706	,035	-,035	,046	,021
- Wetenschappelijke kwesties kunnen alleen door speciaal opgeleide docenten aan kinderen worden geleerd	-,039	,837	-,196	-,073	,061
- Jongens/mannen zijn beter in proefjes doen dan meisjes/vrouwen	,883	,126	,012	-,013	,022
- Ik vind het leuk om dingen uit te vinden	,127	-,138	,022	,790	,103
- Door wetenschap zijn we steeds meer gaan weten over alles om ons heen	-,225	-,200	,643	-,022	,119
- Als in een land belangrijk onderzoek wordt gedaan, is dat goed voor de economie	,274	,125	,644	,265	,056
- Ik vind wetenschap interessant	-,021	-,043	-,113	,768	,286
- Ik vind het leuk om over nieuwe uitvindingen te lezen	-,026	-,123	,126	,817	,163
- Door wetenschap worden bestaande dingen steeds beter	-,246	-,083	,510	,090	,099
- Ik wil graag meer leren over wetenschap in het basisonderwijs	,204	-,021	,051	,197	,799
- Ik laat onderwijs geven over wetenschap liever over aan een collega	,247	,772	-,026	-,270	-,281
- Ik vind het leuk om dingen te onderzoeken	-,104	-,082	,075	,906	-,005

In de Tabellen 3 en 4 wordt een overzicht gegeven van de attitude van de deelnemende leraren ten opzichte van respectievelijk techniek en wetenschap.

Tabel 3 Attitude van leraren ten opzichte van techniek

	Mannen M (SD)	Vrouwen M (SD)	Totaal M (SD)
Seksestereotype opvattingen over techniek	2.30 (.54)	2.26 (.53)	2.28 (.54)
Inschatting dat techniek moeilijk vak is om te geven	2.29 (.65)	2.13 (.60)	2.21 (.63)
Inzicht in belang van techniek	3.46 (.41)	3.31 (.32)	3.38 (.37)
Plezier in techniek	2.97 (.74)	2.73 (.80)	2.84 (.78)
Voornemen om meer aan techniek te doen	2.93 (.37)	2.83 (.38)	2.88 (.37)

NB: Een score tussen de 1 en 2 geeft weer dat dit gemiddeld op leraren heel weinig tot weinig van toepassing is; een score tussen de 2 en 3 geeft aan dat dit op leraren enigszins van toepassing is; een score tussen 3 en 4 geeft aan dat dit gemiddeld ruim van toepassing is op leraren.

Tabel 4 Attitude van leraren ten opzichte van wetenschap

	Mannen M (SD)	Vrouwen M (SD)	Totaal M (SD)
Seksestereotype opvattingen over wetenschap	1.78 (.48)	1.82 (.47)	1.81 (.47)
Inschatting dat wetenschap moeilijk vak is om te geven	2.36 (.61)	2.27 (.56)	2.31 (.58)
Inzicht in belang van wetenschap	3.40 (.42)	3.31 (.30)	3.35 (.36)
Plezier in wetenschap	3.01 (.45)	2.91 (.58)	2.96 (.52)
Voornemen om meer aan wetenschap te doen	2.82 (.41)	2.91 (.44)	2.87 (.42)

Geen van de verschillen tussen de mannelijke en vrouwelijke leraren in de tabellen was statistisch significant. Opvallend is wel dat de seksestereotype opvattingen van de vrouwelijke leraren hoger waren dan van de meisjes waaraan zij les gaven (zie voor een overzicht van de attitude onder de leerlingen van deze leraren: Walma van der Molen, 2007). Vrouwelijke leraren vonden dus vaker dan hun eigen vrouwelijke leerlingen dat jongens beter zijn in techniek. Dit kan de manier waarop zij techniek in hun lessen aanbieden vooral voor de meisjes ongunstig beïnvloeden.

Conclusie

De resultaten van deze eerste pilot onder leraren laten een redelijk beeld zien van hun attitude ten opzichte van wetenschap en techniek. De seksestereotype opvattingen zijn niet heel hoog, de leraren vinden wetenschap en techniek enigszins moeilijk maar beleven er wel redelijk plezier aan, ze hebben redelijk inzicht in het belang ervan voor de toekomst en hebben enige voornemens om er meer aan te gaan doen in de toekomst. Deze houding van leraren lijkt een gunstig effect te hebben op hun leerlingen. Zij lieten een significant groter plezier zien in techniek en hechtten er meer maatschappelijk belang aan dan leerlingen van leraren met een minder positieve attitude ten opzichte van techniek.

Hoewel de gegevens zeker ruimte laten voor een attitudeverbetering, ontstaat hieruit niet een zeer slecht beeld van de attitude onder leraren. Hoewel niet uit te sluiten is dat leraren bij dit soort schalen gevoelig zijn voor het geven van sociaal-wenselijke antwoorden, lijkt aannemelijk dat deze leraren ook werkelijk een enigszins positieve attitude ten opzichte van wetenschap en techniek hebben ontwikkeld. Zij gaven immers allen les op scholen die al drie jaar deelnemen aan het programma VTB en hebben zodoende al meer ervaring opgedaan met wetenschap en techniek dan scholen waar dit geen speerpunt is.

Deze aanname lijkt te worden bevestigd door de observatie dat de leraren die meer uren besteden aan techniek in de les (zoals blijkt uit andere evaluaties van de school), er ook meer plezier aan beleven en techniek minder moeilijk vinden dan de leraren uit dit onderzoek die hieraan minder uren besteden. Ook beleven deze leraren meer plezier aan wetenschap en vinden zij wetenschap minder moeilijk dan leraren die er minder tijd aan besteden. Tot slot rapporteren leraren die meer tijd besteden aan techniek dat zij ook meer willen gaan doen aan wetenschap en techniek in de les. Hoewel er in dit onderzoek geen ruimte was voor het opnemen van een controlegroep van leraren van scholen die niet aan het VTB-programma deelnemen, suggereren deze gegevens toch dat daadwerkelijk meer doen aan techniek ook de attitude van leraren versterkt.

Het voor deze monitor ontwikkelde instrument blijkt goed te voldoen. Belangrijk is dat de factorstructuur van de items goed overeenkomt met wat op basis van theoretische inzichten aan achterliggende dimensies van attitude verwacht mag worden. De schalen die voortvloeien uit die dimensies hebben bovendien hoge interne consistenties. Het instrument bestrijkt een breed scala aan facetten die vallen onder verschillende dimensies van attitude ten aanzien van techniek en wetenschap en kan desgewenst in aangepaste vorm ingezet worden als monitorinstrument, zodat effecten van verschillende typen nascholingsarrangementen op de ontwikkeling in attitude van leraren kunnen worden bijgehouden. Op dit moment gebeurt dat nog niet op deze specifieke manier, wel wordt de attitudemonitor al ingezet in het VTB-Pro project om de brede ontwikkeling te meten van de attitude ten opzichte van wetenschap en techniek onder (aspirant) leraren die meedoen aan het project.

Referenties

- De Grip, A. en Smits, W. (red.) (2007). **Technotopics II**. Den Haag: Platform Beta Techniek.
- De Grip, A. en Willems, E. (2003), **Youngsters and technology**, Research Policy, 32, 1771-1781.
- Walma van der Molen, J. (2007). **Eindrapportage VTB Attitude Monitor**. De ontwikkeling van een attitude-instrument op het gebied van wetenschap en techniek voor leerlingen in het basisonderwijs. Den Haag: Platform Beta Techniek

Deel V - Terugblik en vooruitblik



12. Wetenschap en techniek in het basisonderwijs: de centrale rol van de leraar

Jan van Driel

Inleiding

Het is natuurlijk een cliché, maar de kwaliteit van onderwijs wordt, meer dan door wat ook, bepaald door de leraar. Dit blijkt al jarenlang uit internationaal onderzoek (bijvoorbeeld Hattie, 2003; Akiba, LeTendre & Scribner, 2007), maar het is in ons land recent ook weer tot de politiek doorgedrongen, getuige de aanbevelingen van de commissie Rinnooy Kan (Commissie Leraren, 2007) en de zorgen om de kwaliteit van de lerarenopleidingen (denk aan de invoering van de reken-toets als ingangseis voor de pabo's). In het onderzoek naar onderwijsvernieuwingen van de commissie Dijsselbloem (Commissie Parlementair Onderzoek Onderwijsvernieuwingen, 2008) lijkt bovendien sprake van een omslag in het denken over de rol van de leraar. Tot voor kort werd het mislukken van onderwijsvernieuwingen nogal eens op het bord van de leraar geschoven. Leraren vertoonden 'weerstand' (bijvoorbeeld tegen het idee van zelfstandig leren), of misten de nodige kennis en vaardigheden (bijvoorbeeld bij de invoering van ICT in het onderwijs). Geleidelijk breekt het inzicht door dat de rol van leraren bij onderwijsvernieuwingen niet kan en moet worden beperkt tot 'uitvoerder' van door anderen bedachte voorstellen of richtlijnen. Leraren hebben een eigen verantwoordelijkheid ten aanzien van het invullen van hun onderwijs en moeten ruimte hebben om een vernieuwing aan te passen aan hun eigen ideeën, rekening houdend met wat meer of minder geschikt is voor hun eigen leerlingen, binnen de mogelijkheden en faciliteiten van hun school, enzovoorts. Kortom, een erkenning van de leraar als professional.

De invoering van wetenschap en techniek in het basisonderwijs is in het licht van het bovenstaande een bijzonder uitdagende en ambitieuze operatie. Alle voortekenen wijzen immers in de verkeerde richting. Ten eerste is er in ons land vrijwel geen traditie als het gaat om wetenschap en techniek in het basisonderwijs, en dus ontbreekt het vrijwel geheel aan beproefde lesmethodes en -materialen, en eveneens aan 'good practices' en ervaren leraren die als rolmodel kunnen dienen. Ten tweede zijn de leraren in het basisonderwijs doorgaans slecht geëquipeerd om wetenschaps- en techniekonderwijs te verzorgen. Niet alleen is hun vak kennis vaak heel gering, ook hebben zij vaak een negatieve attitude, of zelfs een uitgesproken angst ten aanzien van techniek, en als gevolg hiervan ontbreekt het velen aan het vertrouwen om zelfs maar te beginnen aan het verzorgen van techniekonderwijs. Als schrale troost kan dienen dat de situatie in andere landen niet wezenlijk anders is, zelfs indien hier sprake is van een wat meer uitgesproken traditie ten aanzien van elementair natuur- en/of techniekonderwijs (zie bijvoorbeeld Jarvis & Rennie (1996, Engeland), Nilsson (2008, Zweden) en het werk van Hackling en collega's in Australië, waarover later meer). Betekent dit dat we er dan maar beter niet aan kunnen beginnen? Uiteraard niet! Elders in dit boek wordt overtuigend aangetoond waarom het uitermate belangrijk is dat jonge kinderen op school in aanraking met techniek komen, en wat hiervoor kansrijke en geschikte manieren zijn. Het betekent wel dat de invoering van wetenschap en techniek op de basisschool een grote investering vraagt, met name waar het gaat om de competenties van de betrokken leraren.

In dit hoofdstuk bespreek ik de bijdragen in dit boek waarin de rol van leraren basisonderwijs centraal staat. Ik zal me daarbij richten op hun houding, opvattingen en kennis in de context van de invoering van techniekonderwijs op basisschoolniveau.

Kennis en houding van leraren basisonderwijs ten aanzien van techniek

Een universele onderwijskundige regel luidt dat onderwijs alleen effectief kan zijn als het aansluit bij de voorkennis, opvattingen en attitudes van de lerenden (zie bijvoorbeeld Bransford, Brown & Cocking, 2004). Als we dus willen dat basisschoolleraars competenties gaan verwerven op het gebied van techniek en

techniekdidactiek, is het van groot belang om vast te stellen wat zij hiervan weten en vinden, zowel aan het begin als gedurende hun leerproces. In dit verband zijn vooral de bijdragen van Walma van der Molen, Van Cuijk en Rohaan in dit boek van eminent belang.

Walma van der Molen (hoofdstuk 11) beschrijft de ontwikkeling van een monitor waarmee de attitude van leraren in het basisonderwijs ten opzichte van wetenschap en techniek gemeten kan worden. Zij definieert attitude als een 'set van gedachten, waarden, gevoelens en gedragingen'; een attitude omvat dus zowel cognitieve als affectieve aspecten. Analyses van een pilot met het ontwikkelde instrument onder 79 leraren die al enkele jaren deelnemen aan het VTB-programma lieten zien dat in de attitude ten aanzien van techniek vijf aspecten, of dimensies, onderscheiden kunnen worden. Deze aspecten komen goed overeen met aspecten die in de literatuur gerapporteerd worden. Uit de analyses van deze pilot blijkt bovendien dat deze dimensies met elkaar samenhangen, waarbij vooral gevoelens ten opzichte van techniek bepalend blijken te zijn. Zo scoren leraren die veel plezier aan techniek beleven doorgaans ook hoger op de relevantie van techniek en op het voornemen om meer aan techniek te willen doen. Ook vinden zij het minder moeilijk om techniekonderwijs te geven. Bemoedigend is dat er ook een verband werd gevonden tussen de attitudes van leraren en die van hun leerlingen. Kort gezegd: hoe positiever de attitudes van leraren, hoe positiever hun leerlingen over techniek denken. Opvallend in deze pilot is dat mannelijke en vrouwelijke leraren niet noemenswaardig verschillen wat betreft hun gemiddelde scores op al deze aspecten. Bovendien zijn de gemiddelde scores op de dimensies zodanig dat Walma van der Molen concludeert dat hieruit bepaald 'geen slecht beeld' van de attitudes van leraren ten opzichte van techniek naar voren komt. Daarbij moet wel worden bedacht dat de deelnemende leraren al enige tijd ervaring hadden opgedaan met techniek in het basisonderwijs via het VTB-programma.

Uiteraard mogen aan de uitkomsten van de pilot als zodanig geen al te zware conclusies worden verbonden, maar het ontwikkelde instrument is zelf een belangrijk resultaat. Het instrument voldoet aan eisen van psychometrische kwaliteit (betrouwbaarheid, stabiele factorstructuur) en sluit goed aan bij de onderzoeksliteratuur over attitudes van leraren ten opzichte van wetenschap en techniek. Het instrument kan (in licht verschillende versies) zowel bij leraren als hun leerlingen worden afgenomen. Daarmee kan het een belangrijke functie vervullen bij het in kaart brengen van de attitudes van leraren, leerlingen (en eventueel wellicht ook ouders) op allerlei momenten gedurende het proces van de invoering van wetenschap techniek in het basisonderwijs.

In haar bijdrage beschrijft Van Cuijk (hoofdstuk 6) eveneens een onderzoek naar leraren met VTB-ervaringen. Zij heeft bij 19 leraren basisonderwijs een vragenlijst en een interview afgenomen, waarbij zij gericht was op houdingen, opvattingen over techniek en ervaringen met techniekonderwijs. Tot haar eigen verrassing, maar overeenkomstig de bevindingen van Walma van der Molen, concludeert zij dat het draagvlak voor techniek bij deze leraren 'in voldoende mate aanwezig' is. Leraren hebben echter uiteenlopende opvattingen over wat onder 'techniek' verstaan moet worden. Vaak passen die opvattingen niet goed bij de ideeën van het VTB-programma. Van Cuijk vond ook dat de technieklessen doorgaans praktisch zijn ingericht, met als doel het laten maken door leerlingen van een of ander product. Leraren geven aan behoefte te hebben aan specifiek techniek-lesmateriaal en faciliteiten zoals een goed geoutilleerd technieklokaal.

Het onderzoek van Van Cuijk kan worden gezien als een inventarisatie van de stand van zaken op een bepaald moment, met als beperking dat zij een relatief kleine groep vrijwillige leraren basisonderwijs, allemaal uit dezelfde regio, heeft bevroegd. Haar uitkomsten ondersteunen de bevindingen van Walma van der Molen voor zover het attitudes van leraren in globale zin (draagvlak voor techniek) betreft. Van Cuijk heeft deze attitudes weliswaar met een minder verfijnd en specifiek instrument gemeten, maar daar staat tegenover dat zij breder heeft gekeken: naar opvattingen over techniek en naar praktijkervaringen van leraren. Het zou met name interessant zijn om nader onderzoek te doen naar de verschillen in techniekconcepten die zij rapporteert. Hiervoor zou dan een specifiek instrument ontwikkeld moeten worden.

De bijdrage van Rohaan (hoofdstuk 10) is primair gericht op de ontwikkeling van zo'n instrument. In dit geval gaat het om het meten van kennis van leraren, meer specifiek de zogenoemde pedagogical content knowledge (PCK). Dit begrip is in de jaren '80 door Lee Shulman geïntroduceerd om de nadruk te leggen op de kennis die leraren nodig hebben om vakinhouden zodanig te onderwijzen dat deze effectief worden geleerd door de leerlingen (Shulman, 1986). Onder PCK

valt dan ook het inzicht dat leraren hebben in de manieren waarop leerlingen met vakinhouden omgaan, welke begripsmoeilijkheden hierbij kunnen optreden, welke typische redeneringen of aanpakken leerlingen vertonen, en hoe je daar als leraar optimaal op kunt inspelen. Op deze manier gedefinieerd kan PCK worden gezien als een equivalent van wat we in onze taal vaak als vakdidactische kennis aanduiden (Van Driel, 2008). Voldoende vakinhoudelijke kennis is een belangrijke basisvoorwaarde om PCK te kunnen ontwikkelen. Tegelijkertijd gaan ontwikkeling van PCK en vakinhoud doorgaans hand in hand: door herhaaldelijk les te geven over een bepaald onderwerp ontwikkelt de leraar niet alleen PCK maar ook zijn of haar vakinhoudelijke kennis over dat specifieke onderwerp.

De onderzoeksliteratuur is niet bepaald eenduidig als het gaat om definities of afbakening van het begrip PCK en mede als gevolg hiervan zijn er nogal wat verschillende manieren om de PCK van leraren te meten in omloop gebracht. Kenmerkend is dat ze allemaal nogal tijdrovend en complex zijn. Als het gaat om PCK op het gebied van elementair techniekonderwijs, is eigenlijk geen bestaand instrument voorhanden. Reden genoeg voor Rohaan om een dergelijk instrument te willen ontwerpen, en daarbij ook nadrukkelijk te willen mikken op efficiëntie en hanteerbaarheid. Ze heeft hierbij ingezet op een meerkeuze vragenlijst, waarbij ze een strikt rationele methode (Oosterveld & Vorst, 1996) voor de ontwikkeling heeft gevolgd. Een sterk en essentieel aspect hierbij is het werken met een groep van (in dit geval) zeven experts op het gebied van techniek in het basisonderwijs. Tezamen met deze groep werden items geconstrueerd, en per item antwoordalternatieven geformuleerd, die werden getypeerd als blijk gevend van 'veel' of 'weinig' PCK, ofwel 'slechts pedagogische kennis' respectievelijk 'slechts vakinhoudelijke kennis'. Dit bleek een gecompliceerd maar uiterst leerzaam proces voor de hele groep! Het leidde (na een pilot) tot een instrument met 19 items. Dit instrument, de 'Techniek-Didactiek-Test' (TDT) is uitgetest onder 101 leraren basisonderwijs. Factoranalyses op de gegevens lieten zien dat er liefst zes dimensies van PCK onderscheiden kunnen worden. Een gunstig gegeven in verband met de validiteit van de test is de licht positieve, en significante, correlatie tussen de score op de TDT en deelname aan nascholing op het gebied van techniek in het basisonderwijs. De betrouwbaarheid van het instrument over de tijd (bepaald via de test-hertest methode) bleek matig.

De bijdrage van Rohaan verdient alle lof vanwege de systematische wijze waarop zij een instrument heeft ontwikkeld om PCK te meten op een valide, betrouwbare en efficiënte wijze. Hoewel het nog te vroeg lijkt om te kunnen concluderen dat het ontwikkelde instrument aan al deze eisen voldoet, zijn de uitkomsten tot dusver bemoedigend. Er zullen nog enkele vervolgstappen gezet moeten worden om te kunnen bepalen wat de werkelijke waarde van dit instrument is. Afname onder groepen leraren met duidelijk verschillende expertise als het gaat om techniek in het basisonderwijs, en herhaald over een aantal tijdstippen is daarbij cruciaal. Tegelijkertijd zou een nieuwe groep (internationale!) experts op het gebied van techniek in het basisonderwijs ingeschakeld moeten worden om de inhoud-validiteit van de test verder te onderzoeken. Mocht Rohaan slagen in haar poging, dan heeft zij niet alleen een instrument ontwikkeld dat, samen met dat van Walma van der Molen en een eventueel te ontwikkelen instrument voor het meten van techniekconcepten, van grote praktische waarde is bij in het kaart brengen en monitoren van de kennis en opvattingen over techniek van basisschoolleraren. Haar instrument en haar werkwijze kunnen dan bovendien model staan voor de ontwikkeling van instrumenten waarmee de PCK van andere leraren over andere onderwerpen gemeten en gevolgd kan worden. Zulke instrumenten zijn zeer welkom voor zowel de opleiding van, als het (internationale) onderzoek naar leraren.

Nascholing van leraren basisonderwijs op het gebied van techniek

In dit boek wordt in twee bijdragen ingegaan op de effecten van nascholing voor basisschoolleraren op het gebied van techniekonderwijs. De bijdrage van Van Eijck en Van den Berg betreft een evaluatie onder een groep leraren uit de regio Amsterdam die in het verleden had deelgenomen aan nascholing op dit gebied, onder meer in vergelijking met een groep leraren die geen nascholing heeft gevolgd. Hackling, Peers en Prain beschrijven het Australische project Primary connections, en gaan daarbij onder andere in op de effecten van een nascholingsprogramma op de PCK, het zelfvertrouwen en de lespraktijk van de deelnemende leraren. Ik ga hieronder kort in op deze twee bijdragen.

Van Eijck en Van den Berg (hoofdstuk 5) wilden weten of er verschillen zijn in de dagelijkse lespraktijk van basisschoolleraren die de afgelopen jaren hebben

deelgenomen aan de nascholingsprojecten LOOL (Leren Onderzoekend en Ontwerpend Leren) en 'Pollen', en leraren die hieraan niet hebben deelgenomen. Zij hebben voor deze vergelijking gebruik gemaakt van een korte enquête. Daarnaast hebben zij bij de leraren met nascholingservaring een interview afgenomen. Zij rapporteren dat de nageschoolde leraren significant meer tijd aan techniek en 'hands-on' werk besteden dan hun niet-nageschoolde collega's, maar merken daarbij op dat dit verschil niet zonder meer aan de effecten van nascholing kan worden toegeschreven. Bovendien moet worden aangetekend dat alle antwoorden over de lespraktijk gebaseerd zijn op zelfrapportages door de leraren. Op grond van de interviews stellen de onderzoekers vast dat geen sprake is van blijvende effecten van de nascholing als het gaat om didactiek en vakinhoud, maar wel op het gebied van attitudes ten aanzien van onderzoekend en ontwerpend leren. De auteurs concluderen op grond hiervan dat de didactiek die in de nascholing is gepropageerd 'niet goed geschikt' was voor de praktijk van de deelnemers en dat een andere, meer langdurige, opzet van de nascholing noodzakelijk is om blijvende effecten in lespraktijk en opvattingen van leraren te realiseren.

Dit onderzoek heeft nogal wat beperkingen. Ten eerste wordt de nascholingsaanpak niet inhoudelijk, maar slechts in algemene en organisatorische zin omschreven, waarbij eventuele verschillen tussen de twee projecten (LOOL en Pollen) niet goed naar voren komen. Ten tweede was de responsgroep klein en heterogeen: er waren slechts 11 leraren met nascholingservaring betrokken, die 'LOOL dan wel Pollen' hadden gevolgd. Ten derde was de wijze van bevraging, zowel in de vragenlijst als in het interview nogal globaal. Als gevolg hiervan is de waarde van het onderzoek niet goed vast te stellen. Met name de relatie tussen de antwoorden van de leraren en hun deelname aan de nascholing is niet goed te bepalen. In een vervolgstudie zou een strakkere uitlijning van het onderzoek, waarbij de instrumenten nauw aansluiten bij de doelstellingen en de werkwijze in de nascholing, wenselijk zijn. Om (blijvende) effecten te kunnen vaststellen is dan bijvoorbeeld een design met een pre-test een post-test en een delayed post-test aan te bevelen.

De bijdrage van Hackling, Peers en Prain (hoofdstuk 3) leest als een succes story. Primary Connections betreft een nationaal Australisch project met een looptijd van 2004-2008, gericht op het bevorderen van 'science' in het basisonderwijs. Het project is opgezet rondom de professionele ontwikkeling van de leraar. In het licht van wat bekend is over het welslagen van vernieuwingen van onderwijs is dit een zeer verstandige keuze. Tot dusver lag in veel vernieuwingspogingen het accent op een nieuw curriculum en/of nieuwe lesmaterialen en methodieken, waarbij de leraar altijd op het tweede plan kwam. Via een nascholingstraject werd de leraar dan 'klaargestoomd' om de vernieuwing in de praktijk te brengen. In de inleiding van dit hoofdstuk is al opgemerkt dat dergelijke aanpakken gedoemd zijn te mislukken (zie ook Van Driel, Beijaard en Verloop, 2001). In het Primary Connections professional learning model daarentegen, staat de leraar centraal. Nascholing is gekoppeld aan het werken in de praktijk met lesmateriaal en bijpassende toetsen. Dit materiaal is gebaseerd op een uitgesproken didactisch model (5Es). Dit model is op theoretische leest geschoeid, maar in een voor leraars hanteerbare praktische vorm omgezet. Opvallend in het model is de consequente koppeling tussen onderwijsactiviteiten en beoordeling. De opbrengsten van het project, hoewel ze in beknopte vorm worden gerapporteerd, zijn indrukwekkend. Leraren rapporteerden een sterk toegenomen zelfvertrouwen en 'self-efficacy'. Bovendien gaven zij aan allerlei les- en beoordelingsmethodieken veel vaker te gebruiken. Hoewel de doelstelling van het programma ook nadrukkelijk gericht was op de bevordering van de PCK van de leraren, wordt op dit punt weinig bewijs aangedragen. Hiernaast, maar niet minder belangrijk, werden duidelijke effecten in de prestaties van leerlingen gevonden. Volgens schoolleiders heeft het project bovendien geleid tot een sterk gestegen status van het domein 'science' in de scholen.

Een paar kritische kanttekeningen bij dit project mogen wel gemaakt worden. Met name hebben de gerapporteerde resultaten betrekking op het eerste cohort leraren, zodat altijd rekening gehouden moet worden met bekende Hawthorne-effect, ofwel het gegeven dat het meedoen aan een interventie of vernieuwing (iedere vernieuwing) bij de eerste deelnemers altijd een positief effect uitlokt. Dit wordt toegeschreven aan het idee dat men zich bijzonder voelt als men aan bijzonder experiment deelneemt. Metingen op langere termijn en bij volgende cohorten zouden dit effect kunnen uitschakelen, waardoor de werkelijke meerwaarde beter kan worden beoordeeld. Een andere beperking is het accent op zelf-rapportages van leraren. Daar staat tegenover dat de prestaties van leerlingen en bevindingen van schoolleiders ook in kaart zijn gebracht. Een en ander neemt niet weg dat de opzet van Primary Connections wel degelijk navolging verdient. Daarbij is het natuurlijk de vraag of deze aanpak in onze cultuur, en gericht op wetenschap en techniek in plaats van alleen science, een vergelijkbare opbrengst zal hebben.

Slotwoord

Er zijn veel goede argumenten die pleiten voor de invoering van wetenschap en techniek in het basisonderwijs in ons land. In andere landen zijn ervaringen op dit gebied opgedaan waar we profijt van kunnen hebben. Essentieel bij deze ambitieuze vernieuwing is de rol van de leraar. Een goed doordachte aanpak van de professionalisering van leraren zou de volgende ingrediënten kunnen omvatten:

- In kaart brengen wat leraren al weten en kunnen, en wat ze vinden en willen, of niet willen!
- Aansluitend hierop leraren ondersteunen met een geïntegreerde aanpak in de vorm van workshops, (beproefde) lesmaterialen, en coaching. Deze aanpak moet recht doen aan de verschillen tussen leraren voor wat betreft hun aanwezige kennis en ervaring, hun wensen en mogelijkheden.
- Het opzetten van netwerken van leraren die gedurende langere tijd (minstens 5 jaar) actief blijven bij het uitwisselen van praktijkervaringen, waarbij ze ondersteund worden door experts op het gebied van (de didactiek van) wetenschap en techniek.
- Het inbedden van de activiteiten in de schoolcontext, bijvoorbeeld door de leraren voldoende tijd en ruimte te geven om hun activiteiten uit te voeren en hen hierover te laten rapporteren. Daarbij kunnen ook verbindingen ontstaan tussen wetenschap en techniek en andere vakken uit het curriculum. Uiteindelijk moeten school en leraren trots kunnen zijn op wat bereikt is!

Het hele vernieuwingsproces moet, indachtig de aanbevelingen van de commissie Dijsselbloem, ondersteund worden door onderzoek, om zo de kennisbasis, de professionaliteit van leraren en de onderwijspraktijk te versterken. Een combinatie van grootschalig en kleinschalig onderzoek kan inzicht geven in de effecten die worden bereikt bij zowel leerlingen en leraren, als op schoolniveau, en waaraan deze effecten kunnen worden toegeschreven. Dergelijke inzichten kunnen worden toegepast bij het vormgeven van (verdere) professionaliseringsactiviteiten. Wat dat betreft zijn de bijdragen in dit boek al een stap in de goede richting.

Referenties

- Akiba, M., LeTendre, G. K., & Scribner, J. P. (2007). **Teacher quality, opportunity gap, and national achievement in 46 countries**. Educational Researcher, 36, 369-387.
- Bransford, J. D., Brown, A. L., & Cocking, R. R. (2004). **How people learn**. Washington DC: National Academy Press.
- Commissie Leraren (2007). **LeerKracht**. Den Haag: Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap.
- Commissie Parlementair Onderzoek Onderwijsvernieuwingen (2008). **Tijd voor Onderwijs**. Den Haag: SDU.
- Hattie, J. (2003). **Teachers make a difference: What is the research evidence?** Paper presented at the Australian Council for Educational Research Annual Conference on Building Teacher Quality, Melbourne.
- Jarvis, T. & Rennie, L. J. (1996). **Perceptions about technology held by primary teachers in England**. Research in Science and Technology Education, 14, 43-54.
- Nilsson, P. K. (2008). **Learning to teach and teaching to learn. Primary science student teachers' complex journey from learners to teachers**. PhD dissertatie, Linköping University/Högskolan Halmstad (Zweden).
- Oosterveld, P. & Vorst, H. C. M. (1996). **Methoden voor vragenlijstconstructie**. Nederlands Tijdschrift voor de Psychologie, 51, 11-27.
- Shulman, L. S. (1986). **Those who understand: Knowledge growth in teaching**. Educational Researcher, 15 (2), 4-14.
- Van Driel, J. H., Beijaard, D., & Verloop, N. (2001). **Professional development and reform in science education: The role of teachers' practical knowledge**. Journal of Research in Science Teaching, 38, 137-158.
- Van Driel, J. H. (2008). **Van een lerende vakdocent leer je het meest**. Oratie, Universiteit Leiden.

13. Vragen voor onderzoek naar wetenschap en techniek in het primair onderwijs

Hanno van Keulen

Met enige tevredenheid mogen we vaststellen dat er anno 2009 daadwerkelijk sprake is van onderzoek op het terrein van wetenschap en techniek in het primair onderwijs. Onderzoek dat zowel 'praktijkgericht' is in de terminologie van de hogescholen als 'wetenschappelijk' in de zin dat het voldoet aan algemeen geaccepteerde kwaliteitscriteria voor onderzoek. Tegelijk valt op hoe weinig we nog gevorderd zijn. Als we kijken naar de invulling van het theoretisch kader, naar de leraar en de school, naar de inhoudelijke ontwikkeling van lessen en curricula, of naar de instrumenten die gebruikt worden, is er nog maar weinig 'evidence' waar keuzes op gebaseerd kunnen worden. In deze bijdrage wordt nagegaan wat de onderzoeksvragen voor de komende jaren kunnen zijn, waarbij de relevantie voor de onderwijspraktijk en de professionaliteit van de leraar centraal staan.

Het kader voor onderwijs in wetenschap en techniek

Belangrijke kaderstellende vragen zijn: Weten we voldoende precies wat we bedoelen met 'wetenschap en techniek in het primair onderwijs'? Hebben we daarover al consensus bereikt? En: hoe stevig is het theoretisch fundament onder het bouwwerk?

Onder 'primair onderwijs' verstaan we vanzelfsprekend het onderwijs zoals dat op de basisscholen in Nederland gegeven wordt. Dat moet dan inclusief het speciaal basisonderwijs zijn: techniek lijkt het goed te doen bij kinderen met bepaalde gedragsproblemen (Slangen, 2008). Nader onderzocht is dit nog niet, en hier doemt meteen een eerste braakliggend terrein op. Hoe dan ook, het onderwijs komt niet uit de lucht vallen. Leraren komen de school binnen na te zijn opgeleid op de pabo. Wat er al dan niet op de pabo gebeurt om hen in staat te stellen onderwijs te geven op het gebied van wetenschap en techniek, rekenen we ook expliciet tot het relevante domein voor onderzoek. Hier is consensus over: onderzoek moet zich richten zowel op leerlingen als op (aspirant)leraren en zowel op de basisschool als op de pabo.

Minder duidelijk is in hoeverre onderzoek zich moet richten op, of beperken tot, onderwijs in Nederland, of dat het zich tevens moet of kan oriënteren op het buitenland. Om hier te lande het inhoudelijke domein aan te duiden zijn diverse woorden in gebruik: 'natuur', 'science', 'bèta', 'natuurwetenschap', 'techniek', 'technologie', 'bètatechniek'. Het blijkt lastig één Nederlands woord te vinden. Het Platform Bèta Techniek heeft gekozen voor de term 'wetenschap en techniek'. Dit is een verdedigbare keuze, die echter wel de vraag oproept wat we bedoelen met de 'en' in 'wetenschap en techniek'. Duidt dit op inhoudelijke samenhang en verwantschap? Of gaat het om twee goed onderscheidbare en afzonderlijk te onderwijzen domeinen? En zo ja, wat zijn dan de criteria om iets in te delen bij techniek, dan wel wetenschap, en dan zodanig dat dit onderscheid betekenis heeft voor het basisonderwijs?

Ervaringen in het buitenland zijn niet eenduidig. Hackling (2007) laat zien dat in Australië een en ander bereikt is met Primary Connections door zich te beperken tot 'science' en 'science education', en dit niet te mengen met 'technology education'. Hierachter schuilt een inhoudelijk motief: 'science' combineert goed met onderzoekend leren, terwijl techniek/technologie meer een ontwerp- en probleemoplossende activiteit is. Een andere verschilargumentatie is dat wetenschap zich richt op het zo ver mogelijk veralgemeniseren van verklaringen, terwijl techniek zich juist richt op het oplossen van unieke problemen (zie Verkerk et al., 2007). Ook in diverse andere landen zijn wetenschap en techniek twee soms zeer gescheiden schoolvakken. Denk bijvoorbeeld aan de Verenigde Staten of aan het Verenigd Koninkrijk (zie bijvoorbeeld Barlex & Trebell, 2007; Harlen, 2006), waar science education geheel losstaat van *design and technology*

education. Hierdoor kan juist de eigenheid van wetenschap dan wel technologie tot haar recht komen. Aan de andere kant zien we dat technologie-onderwijs, ten opzichte van *science education*, in deze landen een betrekkelijk marginale plaats inneemt (Williams, 2008)

In Nederland kiest VTB-Pro voor wetenschap in samenhang met techniek, of misschien juist, technologie. Voor deze samenhang pleiten ook anderen, zoals het Franse programma 'la main à la pâte' (Léna, 2005). Deze keuze kan nog wel wat onderbouwing gebruiken. Nader onderzoek naar de motieven voor scheiden en verbinden in internationaal perspectief kan helpen om in Nederland de juiste keuzes te maken.

Vooralnog lijkt het dan ook consequent het onderzoeksdomein niet voortijdig in te perken maar het hele bètatechnische domein in de volle breedte te beschouwen, inclusief de wiskunde, de informatietechnologie en onderdelen van de (para)medische sector. Lastig is dat dit geen convergerend en eindig domein is, zoals spelling of rekenen: er is geen vaste inhoud of eenduidig te bepalen niveau van competentie. We hebben het over een hoeveelheid cumulatieve kennis, ervaringen, contexten, en werkwijzen die ronduit gigantisch is. Hoe bepaal je wat hiervan thuis hoort in het wetenschaps- en techniekonderwijs op de basisschool?

In het theoretisch kader dat geschreven is ten behoeve van de nascholing van leraren in het kader van VTB-Pro (zie hoofdstuk 2) wordt een kennisbasis geschetst van vijf 'systemen' met daarin dertig 'concepten'; twaalf wetenschappelijke en vier technische procesvaardigheden; en twee pedagogisch-didactische benaderingen: onderzoekend en ontwerpnd leren. Dit is overzichtelijk, maar door zijn beknoptheid en globaliteit ook inherent onduidelijk. Wat wordt precies bedoeld met concepten als 'energie', 'ecosysteem' of 'onzekerheid'? De woorden en begrippen die gebruikt worden om deze concepten te omschrijven, ontlene hun betekenis voor een belangrijk deel juist aan het concept zelf. Zonder de 'context' is tekst onvoldoende begrijpelijk. Stel dat dit is wat iedereen van wetenschap en techniek zou moeten weten, wat is de aard van dit 'weten' dan?

Het lijkt ook nog te vroeg om zonder nader onderzoek vast te stellen dat juist dit overzicht het laatste en beste is. Daarvoor zijn de gemaakte keuzes nog onvoldoende uitgewerkt, beargumenteerd en empirisch gestaafd als effectief. De schrijvers van de Bètacanon (Dijkgraaf et al., 2007) vinden bijvoorbeeld dat het 'standaardmodel', 'nanotechnologie' en 'entropie' horen bij "wat iedereen moet weten van de natuurwetenschappen", maar deze concepten ontbreken in het VTB-kader. Te moeilijk voor kinderen? Volgens de schrijvers van de Bètacanon niet: "Want als er één groep is, wiens leven door deze onderwerpen bepaald zal worden, dan is dat de groep jonge kinderen". Hier valt over te twisten, en wetenschapstheoretisch onderzoek naar wat kinderen moeten weten, hoe belangrijk ook, zal waarschijnlijk nooit eindigen. Relevant voor de schoolpraktijk is daarom vooral dat een lesprogramma de kritiek van willekeur kan weerstaan. Elke inhoudelijke keuze had wellicht anders gemaakt kunnen worden, maar waar het om gaat is dat een rationale gegeven kan worden voor het onderwijsaanbod: wordt althans een poging gedaan het domein in zijn volle breedte te dekken? Worden de leerlingen in staat gesteld veelzijdig te werken en zo verschillende vaardigheden te ontwikkelen?

Het aantrekkelijke van het VTB-kader is dat het inhoud (dertig 'concepten'), werkwijzen (procesvaardigheden genoemd) en didactiek (onderzoekend en ontwerpnd leren) met elkaar verbindt. Daar gaat de suggestie van uit dat alle inhoud onderzoekend en ontwerpnd voor leerlingen ontsloten kan worden, waarbij dan ook systematisch ervaring wordt opgedaan met vaardigheden als observeren, meten, modelleren, hypothesen testen, en dergelijke. Dat zal in de praktijk tegenvallen: veel vragen die voortkomen uit nieuwsgierigheid zijn wel te bevredigen met informatie uit een boek (denk aan het prachtige 'Een heel kleine geschiedenis van bijna alles' van Bill Bryson (2008)) maar niet door zelf maar eens wat te gaan onderzoeken. In het onderwijsaanbod voor het primair onderwijs zien we dat telkens dezelfde keuzes gemaakt worden: 'drijven en zinken' staat met stip op één, en dat is toch echt niet omdat wetenschappers en technici vandaag de dag hierdoor zo gefascineerd zijn. Zoals het scheikundeonderwijs op de middelbare school gedomineerd wordt door de 'waterchemie' (water is goedkoop en veilig, reacties gaan snel zodat je binnen 50 minuten klaar bent met de les, veel stoffen hebben in water een kleur zodat ook de kinderen achterin het kunnen zien), zo wordt wetenschap en techniek op de basisschool vooral bepaald door wat betaalbaar, veilig, zichtbaar, en hanteerbaar is, en niet door wat belangrijk is voor je latere leven. Een compromis moet het resultaat zijn, maar we weten nog niet waar de grenzen liggen van eenzijdigheid.

Samenvattend kunnen we stellen dat het volstrekt niet evident is wat aan bod moet en kan komen in het primair onderwijs, en wat redenen en criteria voor eventuele keuzes kunnen zijn. Moet onderwijs in wetenschap en techniek worden opgehangen aan kapstokken die betrekkelijk willekeurig mogen zijn, of streven we naar meer (landelijke) uniformiteit? Of is het wellicht eerder verkieslijk dat scholen en leraren optimaal gebruik maken van de toevallige mogelijkheden in de directe omgeving (bedrijven, musea, kennisintensieve instellingen), dan dat iedereen in Nederland dezelfde lessen voorgeschoteld krijgt? Willen we een verzameling losse lessen, of een curriculum met duidelijke leerlijnen waarlangs het inzicht van leerlingen zich systematisch kan ontwikkelen? Moeten wetenschap en techniek zich ontwikkelen tot een zelfstandig schoolvak, of juist integreren: met taal en rekenen, met de andere oriëntatievakken? Deze vragen zullen beantwoord moeten worden. Het lijkt hierbij ondenkbaar dat we van leraren een brede en diepe kennis kunnen verwachten van alle voorgestelde concepten en systemen. Dat gegeven zal het ook moeilijker maken hun kennis, Pedagogical Content Knowledge, en niveau van competentie vast te stellen.

De inhoud van het vak wetenschap en techniek: vrijblijvende oriëntatie versus toetsbare leerresultaten

Voor wat betreft de inhoud van het vak wetenschap en techniek zien we dat het denken buiten de basisschool zich de afgelopen jaren snel ontwikkeld heeft. Er is nu sprake van een aanzienlijke mismatch tussen het theoretisch kader van VTB enerzijds en de kerndoelen, domeinbeschrijvingen en de lesmethodes en onderwerpen die op school behandeld worden anderzijds. Ook na de herziening van de kerndoelen in 2006.

De observaties van de Onderwijsinspectie, maar ook diverse bijdragen uit deze bundel, laten zien dat veel onderwijs in de schoolpraktijk niet gebouwd is op de pijlers van het VTB-kader: het is eerder 'hands-on' dan 'minds-on', eerder productgericht dan gericht op leren, eerder gericht op 'natuur' dan op 'wetenschap', eerder instructiegeleid dan onderzoekend en ontwerpnd. Er is op dit moment geen sprake van een samenhangend programma, curriculum, of leerlijn in het basisonderwijs, en ook niet in de meeste pabo's. Techniek is ideaal om een loos uurtje op te vullen, met het doet er niet toe wat, zo lijkt het. Ook stellen leraren basisonderwijs hun lesprogramma overwegend te hooi en te gras samen, waarvoor methodes, leskisten, internet en leerboeken niet meer zijn dan leveranciers van kant en klare instructies. De selectie en uitwerking van de activiteiten in de klas is sterk gemotiveerd vanuit affectieve aspecten: kinderen moeten het 'leuk' vinden en leraren moeten er inhoudelijk niet voor terugschrikken. De lespraktijk is dan begrijpelijkerwijs activiteit- en productgericht: we gaan lekker aan het werk en na afloop kunnen de kinderen iets aardigs mee naar huis nemen. En hoe positief ook: dat kinderen het leuk vinden garandeert niet dat er effectief en efficiënt geleerd wordt. Anderzijds, op basis van het vele prachtige lesmateriaal (zie bijvoorbeeld Slangen, 2005; Copic, 2008; Valkenier, 2008; Kemmers & Van Graft, 2007) moet het toch mogelijk zijn een programma te ontwikkelen dat niet alleen leuk en doenlijk is maar ook ergens toe leidt (Van Keulen, 2008).

Met andere woorden: hoe komen we van de vrijblijvendheid die het onderwijs in wetenschap en techniek nu kenmerkt naar een toetsbaar leersultaat? Laten we eens beginnen met te kijken naar de beschrijving van het domein en de kerndoelen.

Het domein waarin we de kerndoelen voor wetenschap en techniek kunnen vinden heet: 'oriëntatie op jezelf en de wereld'. Je kunt hier als school veel tijd aan besteden zonder noodzakelijkerwijs aandacht te besteden aan wetenschap en techniek. En inderdaad, buiten de VTB-programma's doen basisscholen vooral erg weinig aan wetenschap en techniek.

Dan de kerndoelen zelf. Zij zijn vaag en wijsd geformuleerd. Neem kerndoel 45: 'De leerlingen leren oplossingen voor technische problemen te ontwerpen, deze uit te voeren en te evalueren'. Zoiets is niet eenduidig te operationaliseren. Edison loste technische problemen op, kleuters doen het, hoe stellen we vast op welk niveau een kind is? Ook kerndoel 42, 'de leerlingen leren onderzoek doen naar materialen en natuurkundige verschijnselen, zoals licht, geluid, elektriciteit, kracht, magnetisme en temperatuur', vraagt om uitwerking. Wat is precies 'leren onderzoek doen' op het niveau van de basisschool? Zijn 'kracht' en 'temperatuur' natuurkundige verschijnselen? Of zijn dit soort vragen niet belangrijk in het kader van 'oriëntatie op jezelf en de wereld'? Vergelijk eens met een kerndoel uit het

rekenonderwijs: 'De leerlingen leren de basisbewerkingen met gehele getallen in elk geval tot 100 snel uit het hoofd uitvoeren, waarbij optellen en aftrekken tot 20 en de tafels van buiten gekend zijn'. Hier kun je een toets bij maken. Wie de kerndoelen verder bekijkt ziet dat 'wetenschap' in zekere zin wel opgenomen is. Toch wordt door de woordkeuze en de verdere invulling van 'wetenschap' op school de indruk gewekt dat de interesse ligt bij een beperkter domein. De kern-doelen spreken niet over 'wetenschap' maar over 'natuur'. Daarin kun je wel 'natuurwetenschap' lezen, maar dat lijken scholen niet te doen: zij lijken er vooral op gericht om verwondering en respect over de (levende) natuur bij leerlingen op te wekken. Hierin is niet noodzakelijk aandacht voor een onderzoekende didactiek of het hanteren van wetenschappelijke procesvaardigheden.

Voor onderzoekers is de vage formulering een probleem. In het verleden is aan Cito gevraagd een toets te ontwikkelen voor 'techniek'. Interessant is dat deze toets geplaatst is in de context van het schooladvies: helpt het de basisschool om leerlingen die, laten we zeggen, 'handig' zijn, maar op de gewone Cito-toets niet zo goed scoren, een gericht advies mee te geven voor het technische segment van het VMBO (zie Van Weerden et al., 2003)? Door toetsen primair op te vatten als het op een rangorde plaatsen van leerlingen wordt weliswaar een probleem omzeild - namelijk dat we niet weten wat leerlingen precies moeten kunnen en weten van het enorme domein van wetenschap en techniek - maar deze oplossing geeft geen enkel houvast voor inhoudelijke keuzes. Onderzoek naar leerresultaten kan niet heen om een nadere uitwerking van wat werkelijk beoogd wordt met het onderwijs en zal zich moeten afvragen hoe die leerresultaten vastgesteld zouden kunnen worden.

In het theoretisch kader van VTB-Pro is de relatieve vrijblijvendheid van 'oriëntatie' en 'kennis der natuur' verdwenen: het hele domein is nadrukkelijk in de context van kenniseconomie en informatiemaatschappij geplaatst. Niet alleen handvaardigheid ('hands on'), maar ook 'minds on'. Niet alleen gericht op leerlingen met weinig cognitieve talenten, maar op iedereen. En de aanvankelijke beperking tot techniek is, na de introductie van het programma VTB-Pro in 2007, expliciet verbreed tot 'wetenschap en techniek'. Met de totstandkoming van dit inhoudelijke programma hebben zich beduidend meer mensen uit de wereld van bètatechniek bemoeid dan bijvoorbeeld met de Domeinbeschrijving Techniek van Cito (Schimmel et al., 2002). De buitenwereld is zich de afgelopen jaren veel nadrukkelijker gaan bemoeien met de basisschool. Maar het betreft hier nog steeds een voorgestelde, en geen voorgeschreven benadering. Formeel is vrijblijvendheid en vaagheid nog steeds troef. En voor scholen telt zwaar mee dat het domein 'Oriëntatie op jezelf en de wereld' niet meetelt bij de Cito Eindtoets.

Kortom: de omslag van vrijblijvendheid naar toetsbare leerresultaten is nog verre van voltooid. Onderzoek kan nagaan hoe leraren het domein conceptualiseren en definiëren en of hier sprake is van ontwikkeling. Maar onderzoek kan niet afdwingen dat wetenschap en techniek een belangrijker plaats in de school krijgt. Belangrijk in dit verband is ook dat het vertrouwen in eigen kunnen wat betreft wetenschap en techniek toeneemt. Willen we onderzoek kunnen doen naar de effectiviteit van de voorgestelde kaders, dan zullen we het bijbehorende onderwijs moeten aantreffen in de scholen, en niet alleen maar in de interventies en experimenten van onderzoekers. Het nascholingsprogramma van VTB-Pro kan deze weg helpen effenen. We zijn benieuwd naar de effecten van dit programma.

Tot slot vraagt ook de vakdidactiek, de *Pedagogical Content Knowledge*, om onderzoeksaandacht. Welke inhoudelijke keuze ook gemaakt wordt, deze moet wel vertaald worden naar een concrete lesopzet waarmee bevredigende resultaten behaald kunnen worden. Wat leren leerlingen precies in de veel voorkomende les 'drijven en zinken'? Of van het maken van een juwelenkistje? Of van het ontwerpen van een robot met Lego Mindstorms? En in welke didactische structuur moet het handelen en spreken van de leraar staan om bij zoveel mogelijk leerlingen de gewenste leerresultaten uit te lokken? Op dit moment lijkt traditionele leraargestuurde instructie te overheersen en het is de vraag of dit een effectieve didactiek is; het lijkt niet in overeenstemming met de onderzoekende en ontwerpende houding die wetenschap en techniek kenmerkt en die terecht door VTB tot een van de pijlers voor onderwijs in dit domein is uitgeroepen. De vraag is ook wat de aard van dit onderzoek moet zijn: gaat het primair om het vaststellen van de mate van effectiviteit, of om begrijpen waaróm iets werkt, zodat daar lessen voor het ontwerp van onderwijs uit te trekken zijn?

Bètacultuur

Wetenschap en techniek is meer dan alleen een onderwerp waaraan je op school aandacht kunt geven. Het domein heeft iets van een eigen cultuur. Bèta's delen de overtuiging dat de natuur gekend en doorgrond kan worden, en dat inzichten praktisch toegepast kunnen worden, al dan niet tot nut van het algemeen. Bèta's zijn dan ook niet bang om aan knoppen te draaien; ze lezen gebruiksaanwijzingen van apparaten; beschrijven de wereld niet met verhalen, maar met feiten en kwantitatieve relaties (zie Krol, 1997). Zij horen bij een Community of Practice, waar bepaalde werkwijzen en denkwijzen normaal zijn: causaal redeneren; specifieke wijzen van onderzoeken; een gerichtheid op materiële en functionele verklaringen met een fundamenteel hypothetisch karakter; en een zeker beheersingsstreven van de materiële werkelijkheid dat begint met visualiseren en modelleren (Latour, 1986; Gravemeijer, 2008) en doorzet naar actief ingrijpen en ontwerpen van artefacten, processen en oplossingen voor problemen.

Leerlingen invoeren in deze cultuur met al zijn mogelijkheden, gevolgen maar ook beperkingen is naar onze overtuiging de opdracht van het onderwijs in wetenschap en techniek. Iedereen die onderwijs heeft gevolgd zou voldoende 'geletterd' moeten zijn om de wetenschappelijke en technische systemen, verschijnselen en apparaten niet te beschouwen als een 'black box', of zelfs een doos van Pandora, waar je maar beter af kan blijven. Burgers moeten, als dat nodig is, deze doos kunnen en willen openen. En een niet gering deel van bevolking zal deze systemen moeten kunnen maken, onderhouden, ontwerpen, en verbeteren om onze samenleving in stand te houden. Wereldwijde veranderingen dwingen ons om ons nog verder te ontwikkelen tot een kenniseconomie, willen we onze welvaart behouden zonder de aarde en elkaar uit te putten. Dit vraagt nog steeds om een grote en toenemende instroom in de wetenschappelijke en technische studies en beroepen (ROA, 2007).

Het lijkt zinvol aan te sluiten bij een begrip als 'wetenschappelijke en technologische geletterdheid' (zie bijvoorbeeld Garmire & Pearson, 2006; Roth, 2007; en ook hoofdstuk 8 van dit boek), met het oog op de burger die in onze door wetenschappelijke kennis en technische systemen gekenmerkte maatschappij moet functioneren, ja, zich thuis moet voelen. Dit begrip geeft ook aanknopingspunten voor de wijze van toetsen waarbij het niet in de eerste en enige plaats gaat om concrete kennistoetsen, hoewel kennis altijd een noodzakelijk ingrediënt zal zijn. We denken vooral aan manieren van 'in de wereld staan': aan bepaalde denken waarnemingshoudingen, aan vaardigheden en strategieën om adequaat te kunnen handelen. In dit verband lijkt het in de Nederlandse context, met zijn traditie van nationale schoolleerplannen, enkele grote uitgever van lesmethoden, en een enkel landelijk opererend toetsbedrijf, belangrijk dat in dit onderzoek veel partijen betrokken worden en een en ander niet te snel dichtgetimmerd wordt. Onderzoek op dit brede terrein is op dit moment nog schaars, zeker als het gaat om basisonderwijs.

Enthousiasme van kinderen

Het primair onderwijs in Nederland kan leerlingen op twee manieren 'geletterd' maken. In de eerste plaats kan het een deur naar de toekomst openzetten: leerlingen bewust maken van de wereld van wetenschap en techniek, en hen aanmoedigen schreden te zetten in dit domein. In de tweede plaats kan het de basis leggen voor de verdere ontwikkeling van kennis, vaardigheden en inzichten die voor velen wellicht levenslang noodzakelijk is. Het lijkt er echter sterk op dat we iets verkeerd doen in het basisonderwijs. De gedrevenheid en ook de concentratie waarmee de kinderen in de onderbouw opdrachten uit het domein van wetenschap en techniek te lijf gaan vinden we niet meer terug in de bovenbouw of daarna (Mawson, 2007). In ons onderwijsbestel maken veel leerlingen tussen hun 10e en 14e levensjaar de voor studie en loopbaan belangrijke keuzes. Hoe kijken ze dan aan tegen wetenschap en techniek? Wat voor beelden hebben ze van de beroepen in dit domein? Het programma TalentenKracht (zie hoofdstuk 9) heeft onderzoek geïnitieerd en lesmateriaal ontwikkeld waardoor jonge kinderen longitudinaal gevolgd kunnen worden in hun ontwikkeling. Het zal zaak zijn hieruit lessen te leren voor de latere jaren van het primair onderwijs. Onderzoeksmatig gaat het om twee aspecten: hoe kunnen we het enthousiasme van (jonge) kinderen én hun talenten omvormen tot wetenschappelijke en technische geletterdheid, en welke benaderingen zijn hierin effectief?

Attitude van leraren en imago van wetenschap en techniek

De aanzet tot de ontwikkeling van een bètacultuur ligt in de handen van de leraren op de basisschool. Veel onderzoek, ook internationaal, laat zien dat zij geen positieve attitude hebben wat betreft wetenschap en techniek. Het beeld is dat leraren, maar ook pabostudenten, weinig kennis hebben van techniek, dit onderwijs niet leuk vinden, en hun eigen bekwaamheid om erin les te geven laag inschatten (Murphy et al., 2007; Traianou, 2007). Hoewel het nog maar de vraag is of techniekonderwijs wezenlijk moeilijker is dan, zeg, het op touw zetten van een schoolmusical met groep zes, heeft het wel dit imago (Kang, 2008). En het moet gezegd: in veel teksten over techniekonderwijs komen drie woorden als een mantra voor: 'techniek - moeilijk - probleem'. Zo wordt dit negatieve beeld impliciet voortdurend bevestigd.

Er is de afgelopen jaren veel aandacht gekomen voor de attitudeontwikkeling van leraren basisonderwijs. Het onderzoek van Walma van der Molen (hoofdstuk 11) is daar een voorbeeld van. Er zijn ook allerlei aanwijzingen dat de attitude van leraren, onder invloed van de VTB-programma's, zich inderdaad positief ontwikkelt. Zie bijvoorbeeld de bijdragen van Van Cuijck (hoofdstuk 6) en Van Eijck (hoofdstuk 5).

Interessant is dat vergelijkingsmateriaal ontbreekt: wat is eigenlijk de attitude van basisschoolleraren ten aanzien van spelling, of geschiedenis? Wat is de base-line: hoe positief moet een attitude in absolute zin eigenlijk zijn, en hoe groot moet een attitudeverandering zijn om in verband te staan met ander gedrag? Hier wordt wellicht een kwetsbaar element zichtbaar: de onuitgesproken hoop of verwachting dat, wanneer attitudes veranderen, gedrag 'vanzelf' mee verandert. De volgorde zou ook weleens andersom kunnen zijn: eerst anders lesgeven, daarin succes ervaren, en vervolgens positiever tegen het thema aankijken. Ook op dit terrein is nog veel onderzoek nodig.

Meer op de achtergrond speelt mee wat C.P. Snow (Snow, 1959) aanduidde met de 'twee werelden', en waar Reid, Geleijnse en Van Tol (2008) een moderne interpretatie van hebben gegeven: alfa's begrijpen bèta's niet en andersom. Wanneer we constateren dat het merendeel van de leraren in het basisonderwijs en studenten op de pabo te typeren is als alfa, dan hebben we te maken met een enorm probleem als het gaat om de invoering van wetenschap en techniek op de basisschool. De instroom in de pabo's bestaat momenteel voor het grootste deel uit HAVO-leerlingen met overwegend een cultuur & maatschappij profiel, dan wel doorstromers uit het MBO met een achtergrond als klasseassistent of iets in het welzijnswerk. Gemeenschappelijk hebben deze groepen dat ze in hun vooropleiding niet goed scoorden in de bètavakken. Veel studenten kiezen voor de pabo omdat ze graag met kinderen willen werken, vooral als die zorg nodig hebben. Echter, hoe groot en belangrijk de pedagogisch taak van de leraar ook is, hij (of zij) heeft in de kern geen verzorgend maar een onderwijzend beroep.

Zoals Pierre Léna, lid van de Académie Française en invloedrijk in het Franse programma 'La main à la pâte', constateert: "We leggen het begin van de ontwikkeling van onze ingenieurs, wetenschappers en technici nog steeds in de handen van degenen die hier de minste affiniteit mee hebben." (Léna, 2005). Niet voor niets wordt veel werk gemaakt van onderzoek naar de attitude van leraren ten aanzien van wetenschap en techniek. Maar: wordt hier niet te veel van verwacht? Welke dieper liggende persoonskenmerken staan implementatie van wetenschap en techniek mogelijk in de weg? Is het probleem opgelost als we meer jongens, of meer VWO-ers, voor de pabo kunnen interesseren? Kiezen meer leerlingen voor bètatechnische opleidingen en beroepen, en hangt dat daadwerkelijk samen met stimuleringsprogramma's als VTB-Pro? We weten dat nog niet.

Wat we wel weten is dat kinderen sommige beroepen voor zichzelf al op tienjarige leeftijd kunnen uitsluiten, dus de sleutel ligt bij de basisschool. Cruciaal is dat leraren plezier en zelfvertrouwen krijgen in onderwijs in wetenschap en techniek, en zich als onderwijsprofessionals bewust zijn van hun verantwoordelijkheid voor de toekomst van leerlingen (Jones & Moreland, 2004). En we moeten ons afvragen of de vanzelfsprekende associatie 'bèta = moeilijk' ons niet onbewust in de weg zit. Kunnen we wetenschap en techniek ook thematiseren zonder 'moeilijk' te doen?

De pabo

Het onderwijs in Nederland is de afgelopen decennia nogal in beweging geweest. De basisschool lijkt steeds sterker gericht op de pedagogisch-sociale opdracht. Kinderen in Nederland gaan inderdaad met plezier naar school, treffen daar een veilige omgeving en voelen zich gelukkig, aldus een recent OESO-rapport. Een niet geringe prestatie! Maar tegelijk kunnen we ook constateren dat er sprake is van deprofessionalisering op andere, met name cognitieve, vlakken. "De basisschoolleerling heeft de laatste jaren moeten inboeten aan intellectuele bagage", aldus Theo Wubbels, hoogleraar-directeur van de onlangs gestarte 'Academische Pabo' van de Universiteit Utrecht (Heijnen, 2008). Leraren zijn in toenemende mate afhankelijk geworden van lesmethoden, toetsen, en volgsystemen die ontwikkeld en uitgerold worden door anderen. De eigen verantwoordelijkheid en autonomie van leraren wat betreft inhoud en vorm van het onderwijs is navenant afgenomen. Salaris en maatschappelijk aanzien zijn lager dan voor andere hoger opgeleiden. Wie meer ambitie of talent heeft wordt directeur of stapt over naar de verzorgingsstructuur waar de beter betaalde banen te vinden zijn.

Onderzoek zou nader moeten analyseren wat de motivatie van studenten voor de pabo is, en wat de mogelijkheden en beperkingen voor wetenschap en techniek zijn om te bouwen op deze beginsituatie. Over het algemeen wordt er nog maar weinig onderzoek gedaan naar wetenschap en techniek op de pabo. Hoe ziet het onderwijs er uit? Wat beoogt het? Wat bereikt het? Wat moeten de competenties zijn van de pabodocenten die hun studenten willen richten op wetenschap en techniek? Wat zijn de factoren die invoering van wetenschap en techniek op de pabo stimuleren of in de weg staan? Er zijn enkele initiatieven genomen (Vermaas, 2006; Marreveld, 2008; Van Keulen et al, 2009) maar er is nog geen sprake van systematisch onderzoek.

Tijd voor onderwijs in wetenschap en techniek

Overheid en maatschappij laten een niet aflatende stroom wensen neerdalen op de basisschool. Pestprotocollen, gebitsverzorging, het uitsterven van de ijsbeer, de rechten van het kind: alle grote en kleine wereldproblemen worden neergelegd in lesbrieven en oefenen druk uit op het lesprogramma. Scholen ervaren een en ander als belastend en driekwart ziet geen ruimte om extra aandacht te besteden aan wetenschap en techniek (Inspectie van het Onderwijs, 2005), zeker niet als dit niet wordt afgedwongen: 'Ik zit aan mijn limiet om leernormen voor rekenen en taal te halen', aldus docent Riekert Schone van de Van de Velde-school in Stompwijk. 'Zolang de Inspectie geen harde eisen stelt, komt techniek bij ons niet van de grond' (Technisch Weekblad, 19 januari 2008, p.2).

Op basis van onderzoek kwam de Onderwijsinspectie tot de schatting dat per groep gemiddeld niet meer dan één uur in de maand besteed wordt aan techniekonderwijs. De steekproef uit het onderzoek van Van Batenburg en IJdens (zie hoofdstuk 4) wijst naar twee uur in de maand. Dat is hoe dan ook niet veel, en ook duidelijk minder dan bijvoorbeeld in Australië (zie hoofdstuk 3). Hoeveel tijd er precies besteed wordt aan 'wetenschap en techniek' (in combinatie) is na de herziening van de kerndoelen nog niet goed in kaart gebracht.

Opgemerkt dient te worden dat hier een afbakeningsprobleem speelt: wanneer kwalificeert een activiteit zich als 'wetenschap en techniek'? Veel activiteiten (lezen of schrijven van een gebruiksaanwijzing; meetwaarden omrekenen via een formule) kunnen een dubbel doel dienen. Een burger die wetenschappelijk en technologisch ontwikkeld is, maar niet goed kan lezen of rekenen, dat lijkt ondenkbaar. Omdat de overheid momenteel sterk stuurt op het verbeteren van taal- en rekenvaardigheid en aangeeft dat meer onderwijstijd hieraan besteed moet worden, mogen we verwachten dat scholen er voor kiezen deze lesactiviteiten op te voeren als 'taal', dan wel 'rekenen'. Zo is er ook overlap met geschiedenis, aardrijkskunde, muziek en handvaardigheid denkbaar. Voor het bereiken van doelstellingen op het gebied van wetenschap en techniek is dit geen enkel bezwaar; voor het meten en onderzoeken kan het wel een complicatie betekenen. Wetenschap en techniek kunnen aan de orde worden gesteld in rijke leeromgevingen, gecombineerd met het bereiken van andere kerndoelen. Een enigszins paradoxale consequentie van vergaande integratie kan zijn dat wetenschap en techniek niet meer als zelfstandig en goed zichtbaar vak aanwezig is maar quasi verdwijnt naar een onderliggend, dragend niveau. Het zou goed zijn de mogelijkheden hiervan te onderzoeken. Wellicht voelen veel alfa-georiënteerde leraren zich bij zo'n benadering meer op hun gemak.

Voor het bereiken van doelstellingen van welke aard dan ook op het terrein van wetenschap en techniek is voorlopig de belangrijkste uitdaging om meer tijd te creëren, zeker ook in combinatie met taal en rekenen. Het zou al heel mooi zijn wanneer de verhaaltjes waarmee werkbladen over taal en rekenen worden aangetrokken wat minder willekeurig zijn, maar ook betekenisvol vanuit het gezichtspunt van een ander kerndoel. We hopen dat de Onderwijsinspectie in haar jaarlijkse rapporten, maar ook in haar bezoeken, aandacht aan deze problematiek blijft besteden.

Conclusie

De recente ontwikkelingen hebben er voor gezorgd dat we heel anders zijn gaan aankijken tegen onderwijs in wetenschap en techniek, zowel wat betreft de inhoud als wat betreft doel en belang. Zoals zo vaak gaat een behoorlijke mate van conceptuele gedrevenheid vooraf aan onderzoek. De eerste stappen worden gezet maar er liggen nog veel onbeantwoorde vragen. Op het terrein van de onderwijsontwikkeling bijvoorbeeld: keuzes maken en onderbouwen; begrijpen waarom iets werkt. Maar ook op het terrein van evaluatie en effectiviteit: werkt het, en in welke mate? De leraar basisonderwijs speelt een cruciale rol, en de hele keten - van beroepsbeeld en -status, vooropleiding, pabo, competentieprofiel, functiedifferentiatie tot nascholing - verdient aandacht. Lukt het om de leraar zelfvertrouwen te geven en te inspireren? En als we hierin slagen, welke factoren in opleiding, nascholing en ondersteuning zijn hiervoor dan verantwoordelijk? En hoe zit het uiteindelijk met de informatiemaatschappij: draagt het onderwijs positief bij aan de keuzes die leerlingen en studenten maken, aan hun ontplooiing en welzijn, en vaart onze samenleving en onze wereld daar uiteindelijk wel bij? Onderzoekers kunnen nog even vooruit.

Referenties

- Barlex, D. M., & Trebell, D. (2007). **Design-without-make: Challenging the conventional approach to teaching and learning in a design and technology classroom.** International Journal for Technology Education.
- Bryson, B. (2008). **Een heel kleine geschiedenis van bijna alles.** Amsterdam: Atlas.
- Copic, J. (2008). **Techniek in de basisschool: gewoon doen!** Antwerpen: Garant.
- Dijkgraaf, R., Fresco, L., Gualterie van Weezel, T., & Calmthout, M. van (Eds.). (2008). **De bètacanon.** Amsterdam: Meulenhoff.
- Garmire, E., & Pearson, G. (Eds.). (2006). **Tech Tally - Approaches to assessing technological literacy.** Washington, D.C.: National Academic Press.
- Gravemeijer, K. (2009). **Leren voor later - Toekomstgericht science- en techniekonderwijs voor de basisschool.** Oratie. Eindhoven: Technische Universiteit Eindhoven.
- Hackling, M. W., & Prain, V. (2005). **Primary Connections.** Australia: Australian Academy of Science.
- Harlen, W. (2006). **Ase guide to primary science education.** Hatfield: Association for Science Education.
- Heijnen, A. (9 oktober 2008). **Juffen en meesters van hoog niveau.** U-blad, pp. 19-21.
- Inspectie van het onderwijs (2006). **Rapport Techniek in het basisonderwijs 2006** (inspectierapport 2006 - 12). Utrecht.
- Jones, A., & Moreland, J. (2004). **Enhancing practicing primary school teachers' pedagogical content knowledge in technology.** International Journal of Technology and Design Education, 14(2), 121-140.
- Kang, N.-H. (2008). **Learning to teach science: Personal epistemologies, teaching goals, and practices of teaching.** Teaching and Teacher Education, 24, 478-498.
- Kemmers, P., & Graft, M. van (2007). **Onderzoekend en ontwerpnd leren bij Natuur en Techniek.** Den Haag: Stichting Platform Bèta Techniek.
- Keulen, H. van (2008). **Techniekonderwijs: het hobbyisme voorbij.** Opgehaald van de website van ScienceGuide op 30 september 2008: <http://www.scienceguide.nl/article.asp?articleid=106161#intro>.
- Keulen, H. van (2008). **On the assessment of technological literacy in primary education.** In: D. Kipperman, O. Dagan & M. J. de Vries (Eds.), Critical issues in

technology education. Proceedings of the 20th International Conference on Design and Technology Education PATT 20, Tel Aviv.

- Keulen, H. van, Slangen, L., Gresnigt, R., & Cuijck, L. van (2009). **Techniek invoeren op de pabo.** Roermond/Den Haag: Lectoraat Science & Techniekeducatie Primair Onderwijs/VTB.
- Krol, G. (Ed.) (1997). **De trots van alfa en bèta.** Amsterdam, De Bezige Bij.
- Kuijpers, J., & Walma van der Molen, J. (2007). **Wetenschap & techniek: Een rijke leeromgeving.** Den Haag: Programma VTB-Pro.
- Latour, B. (1986). **Visualisation and cognition: Thinking with eyes and hands.** In H. Kuklick (Ed.), Knowledge and Society Studies in the Sociology of Culture Past and Present (pp. 1-40): Jai Press.
- Léna, P. (2005). **From science to education: the need for a revolution.** European Review, 14(1), 3-21.
- Marreveld, M. (Ed.). (2008). **Techniek op de pabo - Gewoon doen.** Amsterdam/Almere: Expertisecentrum Wetenschap en Techniek Noord-Holland.
- Mawson, B. (2007). **Factors affecting learning in technology in the early years at school.** International Journal for Technology Education, 17, 253-269.
- Murphy, C., Neil, P., & Beggs, J. (2007). **Primary science teacher confidence revisited: ten years on.** Educational Research, 49(4), 415-430.
- ROA. (2007). **Technomonitor 2007 - De kenniseconomie: liggen we op koers?** Den Haag: Platform Bèta Techniek.
- Reid, Geleijnse, & van Tol (2008). **De bètacanon van Fokke en Sukke.** Catullus.
- Schimmel, J. H., Thijssen, J. M. W., & Wagenaar, H. B. (2002). **Techniek voor de basisschool.** Arnhem: Citogroep.
- Roth, W.-M. (2007). **Toward a dialectical notion and praxis of scientific literacy.** Journal of Curriculum Studies, 39(4), 377-398.
- Slangen, L. A. M. P. (2005). **Techniek, leren door doen - Didactiek en bronnen voor de pabo.** Baarn: HB-Uitgevers.
- Snow, C. P. (1959). **The Two Cultures and the Scientific Revolution - The Rede Lecture.** Cambridge: Cambridge University Press.
- Traianou, A. (2007). **Understanding teacher expertise in primary science.** Rotterdam: Sense.
- Valkenier, H. (2008). **Werken met tecniek.** Groningen: Wolters-Noordhoff.
- Verkerk, M. J., Hoogland, J., Stoep, J. van der, & Vries, M. J. de (2007). **Denken, ontwerpen, maken.** Amsterdam: Boom.
- Vermaas, J., Kools, Q., & Neut, I. van der (2006). **Techniek op de pabo - De kracht van verbeelding.** Den Haag: Programmabureau VTB.
- Walma van der Molen, J. (2007). **Uitwerking van het Theoretisch Kader voor de Professionalisering van Leerkrachten op het Gebied van Wetenschap en Techniek.** Den Haag: Programmaraad VTB-Pro.
- Weerden, J. van, Thijssen, J., & Verhelst, N. (2003). **Toetsen Techniek in het basisonderwijs.** Arnhem: Citogroep.
- Williams, J. (2008). **Technology versus science education in Australia.** In D. Kipperman, O. Dagan & M. J. de Vries (Eds.), International conference on design and technology education PATT 20. Tel Aviv: ORT.

Auteurs biografieën



Auteurs

Theo van Batenburg (1954) is als onderzoeker en docent verbonden aan het GION, het Gronings Instituut voor Onderzoek van Onderwijs, Rijksuniversiteit Groningen. Hij studeerde psychologie in Groningen en promoveerde daar in 1988 op een evaluatie van taalmethoden in het basisonderwijs. Hij doet onderzoek naar de uitwerking en de effecten van leer- en instructiemodellen in de onderwijspraktijk en naar intelligentietests. Hij geeft onderwijs in methodologie en statistiek, e-Learning en het ontwerpen van onderwijs.

Ed van den Berg (1951) is lector Wetenschap en Techniekonderwijs aan het Expertisecentrum W&T Noord-Holland en hoofddocent aan het AMSTEL Instituut van de Universiteit van Amsterdam. Hij studeerde natuurkunde aan de Vrije Universiteit (1975) en promoveerde in Science Education aan de University of Iowa (1978) in de VS (Fulbright beurs). Hij werkte voor Unesco in Nairobi (Kenya), werkte als docent/ontwikkelaar in VU leraaropleidingprojecten in Indonesië (1981-91) en de Filippijnen (1996-2002), en in Nederland bij de VU, en de Universiteiten van Utrecht en Amsterdam. Hij publiceerde ruim 250 artikelen over vakdidactiek en is lid van de redactie van de Journal of Research in Science Teaching (Wiley, VS).

Lisette van Cuijck (1980) studeerde Psychologie en Cognitiewetenschap aan de Radboud Universiteit Nijmegen. Haar afstudeeronderzoek bij de vakgroep Klinische Psychologie richtte zich op de invloed van persoonlijkheidskenmerken op (onder)presteren bij hoogbegaafde leerlingen in de tweede klas van het voortgezet onderwijs. In 2007 is zij werkzaam geweest bij LZK school De Vlinder te Reek (school voor langdurig zieke kinderen), waar zij zich met name bezig hield met het opstellen van onderwijsbehandelingsplannen voor individuele leerlingen. Sinds medio 2007 is Lisette van Cuijck werkzaam als promovendus bij Fontys Pabo Limburg en de Eindhoven School of Education van de Technische Universiteit Eindhoven. Haar promotieproject richt zich op de effectieve kenmerken van een onderzoekende en ontwerpende didactiek voor wetenschaps- en techniekonderwijs in de basisschool.

Jan van Driel (1960) is hoogleraar Didactiek van de Natuurwetenschappen bij het Interfacultair Centrum voor Lerarenopleiding, Onderwijsontwikkeling en Nascholing (ICLON), Universiteit Leiden. Hij studeerde scheikunde aan de Universiteit Utrecht en promoveerde in 1990 op het leren en onderwijzen van 'chemisch evenwicht' in het voortgezet onderwijs. Hij doet onderzoek naar de opvattingen van bètadocenten over vakonderwijs en de didactische kennis van universitaire docenten over de verwevenheid van onderzoek en onderwijs. Hij is lid van de redactie van diverse wetenschappelijke tijdschriften, zoals Pedagogische Studiën, en het International Journal of Science Education.

Thomas van Eijck (1965) is trainer/ontwikkelaar bij het expertisecentrum W&T Noord-Holland en docent Natuuronderwijs op de PABO van de Hogeschool van Amsterdam. Hij studeerde biologie aan de Universiteit van Amsterdam (1991), waarna hij enige jaren werkzaam was in de internationale natuurbescherming (Mexico, Verenigde Staten, Nederlandse Antillen; 1991-1994). Na het behalen van de eerstegraads lesbevoegdheid biologie aan het Instituut voor de Lerarenopleiding (ILO, 1995) van de UvA, werkte hij als docent biologie in de bovenbouw HAVO/VWO (1995 - 2001). Sinds 2001 werkt hij bij de PABO van de HvA, sinds 2003 ook als trainer/ontwikkelaar bij nascholingen wetenschap en techniek voor docenten primair onderwijs (LOOL, Pollen, VTB-Pro).

Rens Gresnigt (1980) studeerde biologie aan de Radboud Universiteit Nijmegen, aansluitend behaalde hij zijn eerstegraadsbevoegdheid Biologie. Hij was gedurende vier jaar leraar Biologie en Algemene Natuurwetenschappen in het voortgezet onderwijs. Op dit moment is hij promovendus bij Fontys Pabo Limburg en Eindhoven School of Education waar hij onderzoek doet naar de mogelijkheden om Wetenschap & Technologie te integreren in andere (les)domeinen van het basisonderwijs.

Mark Hackling (1951) is Professor of Science and Technology Education aan de School of Education van Edith Cowan University in Perth, Western Australia. Hij leidde het succesvolle project 'Primary Connections' over de versterking van het science onderwijs in de Australische basisscholen. Op de Onderwijs Research Dagen van 2008 in Eindhoven was hij een van de sprekers. Zijn keynote lezing had de titel 'Reforming the Teaching and Learning of Science in Australia Primary Schools'.

Arnold Ijdens (1984) studeerde in 2005 af als leraar lichamelijke opvoeding aan de ALO Groningen. Hij is sinds 2005 werkzaam als docent sport en bewegings-onderwijs in het voortgezet onderwijs. In 2008 studeerde hij (bij Theo van Batenburg) af als onderwijskundige aan de Rijksuniversiteit Groningen. De titel van zijn Masterscriptie luidde 'Het ijzer smeden als het heet is. Een onderzoek naar techniek in het basisonderwijs'.

Wim Jochems (1947) is hoogleraar-directeur van de Eindhoven School of Education (ESoE), een gemeenschappelijk instituut van de Technische Universiteit Eindhoven en Fontys Hogescholen. ESoE houdt zich bezig met de opleiding van leraren, onderzoek naar professionalisering van docenten en het ondersteunen van innovatie van onderwijs, vooral in het domein van science- en techniekeducatie. Wim Jochems was eerder hoogleraar en decaan aan de Technische Universiteit te Delft en hoogleraar-directeur van het Onderwijstechnologische Expertise Centrum van de Open Universiteit Nederland.

Hanno van Keulen (1961) is lector Science & Techniekeducatie Primair Onderwijs bij Fontys Hogescholen (Fontys Pabo Limburg) en verbonden aan de Eindhoven School of Education en het Kenniscentrum Wetenschap en Techniek Zuid. Daarnaast is hij momenteel verbonden aan het IVLOS, het onderwijskundig expertise-centrum van de Universiteit Utrecht, waar hij zich richt op de bevordering van professionaliteit van docenten in het hoger onderwijs en op onderzoek van onderwijs in het bèta-medisch domein. Hanno van Keulen studeerde scheikunde en promoveerde in 1995 aan de Universiteit Utrecht op de vraag welk onderwijs scheikundestudenten helpt om te leren onderzoeken. Hij was eerder werkzaam aan de Technische Universiteit Delft, waar hij zich bezig hield met kenmerken van onderwijs waardoor techniekstudenten leren ontwerpen. Hij is oud-voorzitter van CRWO, de vereniging voor onderwijskundige professionalisering in het Hoger Onderwijs. Hij is redactievoorzitter van het tijdschrift Onderzoek van Onderwijs en bekleedt posities in diverse (inter)nationale onderwijskundige verenigingen en redacties.

Jozef Kok (1946) studeerde schei- en natuurkunde en onderwijskunde aan de KU Nijmegen (thans Radboud Universiteit) en volgde diverse post-doctorale opleidingen, waaronder een Masters Change Management. Hij was als adviseur en directeur verbonden aan KPC Groep. Daarna was hij op verzoek van het Ministerie van OC&W coördinerend procesmanager van het Procesmanagement Primair Onderwijs. Tot 2006 was hij lector aan de Fontys Hogescholen en project-leider van Q*Primair, een landelijk project voor kwaliteitszorg in het primair onderwijs. Jozef Kok is thans met FPU (flexibel pensioen). Daarbij blijft hij werkzaam in een aantal functies, zoals: voorzitter van de nationale auditcommissie van het VTB-project, lid van de programmaraad VTB-Pro en van de denktank W&T in het basisonderwijs, lid van de programmacommissie PROO (onderwijsonderzoek) en van de stuurgroep Beleidsevaluatief onderzoek primair onderwijs (BOPO) van de NWO (Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek).

Jacqueline Kuijpers (1966) studeerde Nederlandse Taal en Letterkunde en Midden-Oosten Studies aan de Katholieke Universiteit in Nijmegen (nu Radboud Universiteit). Na een postdoctorale opleiding Journalistiek in Utrecht vestigde zij zich met haar eigen bureau MareCom in 1996 als freelance journalist en tekst-schrijver. Zij schrijft journalistieke artikelen voor onder meer NRC Handelsblad, waarin zij bijna tien jaar lang een wekelijkse rubriek had over onderwijs (Schoolvoorbeeld). Daarnaast werkt zij als tekstschrijver en redacteur voor de profit en not-for-profit markt. Zij is sinds 2007 betrokken bij het schrijven en redigeren van artikelen en brochures voor VTB-Pro.

Jan de Lange (1943) studeerde wiskunde en natuurwetenschappen in Leiden en Wayne State University (Detroit). Na een tiental jaren onderwijs te hebben gegeven op secundair en tertiair niveau in de V.S en in Nederland, trad hij in 1976 toe tot het huidige Freudenthal Instituut in Utrecht, waarvan hij van 1981 tot 2005 de leiding had. Op dit moment is hij Hoogleraar aan de Universiteit Utrecht, voorzitter van de International Expert Groep Wiskunde van PISA, Vice voorzitter van de Programmaraad VTB-Pro, en wetenschappelijk directeur van TalentenKracht.

Jan Noordam (1954) is procesmanager bij het Platform Bèta Techniek. Hij is hierbij verantwoordelijk voor het Programma VTB (Verbreiding Techniek Basisonderwijs). Als landelijk projectleider zorgt hij voor de aansturing van VTB, onderhoudt hij contacten met regionale steunpunten en beoordeelt hij de resultaten van deelnemende scholen. Jan Noordam heeft gedurende lange tijd in het primair onderwijs gewerkt als leerkracht en als directeur. Daarnaast volgde hij diverse opleidingen op het gebied van onderwijsmanagement en studeerde hij geschiedenis. In 2006 voltooide hij een opleiding voor bovenschools management als Master of Education (MBA).

Sylvia Peters (1961) is procesmanager van VTB-Pro bij het Platform Bèta Techniek. Zij studeerde Orthopedagogiek en Neuro- en Revalidatiepsychologie en is NIP Kinder- en Jeugdpsycholoog. Zij promoveerde in 1997 aan de Radboud Universiteit Nijmegen op de effecten van Otitis Media met Effusie (middenoorontsteking) op de taalontwikkeling van kinderen. Sylvia Peters was eerder onder andere werkzaam bij het Expertisecentrum Nederlands, verbonden aan de Radboud Universiteit, waar zij programmaleider was van onderzoek en ontwikkeling van taalstimulering in de voor- en vroegschoolse educatie. Dit resulteerde, in samenwerking met Sardes, in een aanpak voor professionalisering, de Taallijn, die landelijk is verspreid. Ook ontwikkelde zij bij het Expertisecentrum Nederlands instrumenten voor evaluatie en assessment op het gebied van taal en geletterdheid en deed zij onderzoek naar de effecten van interactief taalonderwijs. Daarnaast heeft zij een praktijk gehad voor kinderen met leerproblemen, op de universiteit van Tilburg, en was zij jaren werkzaam als schooladviseur.

Ellen Rohaan (1977) studeerde psychologie aan de Universiteit Utrecht en behaalde in 2001 bij de capaciteitsgroep Psychonomie haar doctoraal diploma. Haar afstudeeronderzoek voerde ze uit bij het slaaplaboratorium van de Universiteit Leiden. In 2001 en 2002 was zij werkzaam als onderzoeksassistent bij de afdeling Biologische Psychologie van de Vrije Universiteit. Na een verkorte deeltijdopleiding tot leraar basisonderwijs, heeft zij enkele maanden op een basisschool gewerkt. Eind 2005 begon zij met haar promotieonderzoek naar techniek in het basisonderwijs bij Fontys Pabo Limburg en de Eindhoven School of Education (TU Eindhoven).

Lou Slangen (1955) is associate lector in de kenniskring Science & Techniekeducatie Primair Onderwijs van Fontys Pabo Limburg. Hij volgde de opleiding tot leraar basisonderwijs en studeerde onderwijskunde aan de Universiteit Utrecht (1981). Tevens volgde hij een informatica-opleiding bij de stichting NOVI. Vanaf 1981 was hij werkzaam bij de OBD Midden Limburg. Hij trad in 1997 in dienst bij Fontys Pabo Limburg. Lou Slangen heeft veel ervaring als projectleider op het gebied van Wetenschap & Techniek en ICT in het Primair Onderwijs en op de pabo. Hij doet onderzoek naar de invoering van ICT en techniek in het onderwijs en publiceert geregeld in vakbladen en wetenschappelijke tijdschriften. Hij is auteur van het boek "Techniek: Leren door doen". Vanuit Fontys Pabo Limburg was hij werkzaam voor het programmabureau VTB (landelijke Deltapunt Bèta Techniek). Als domeinexpert was hij betrokken bij het project 'participatieve stages techniek Vlaanderen/Nederland'. Hij heeft veel contacten met de branches van het bedrijfsleven en de Science Centra.

Henderien Steenbeek (1965) is werkzaam als universitair docent bij de vakgroep Klinische en Ontwikkelingspsychologie aan de Rijksuniversiteit Groningen. Zij bestudeert normaal en problematisch interactiegedrag van kinderen in spel- en leersituaties. Hierbij gebruikt ze de dynamische systeemtheorie. Tevens is ze coördinator van de onderzoeksatelliet Groningen van TalentenKracht .

Ruurd Taconis (1961) studeerde natuurkunde en sterrenkunde aan de Radboud Universiteit Nijmegen. Hij promoveerde in 1995 op probleemoplossen in het voortgezet natuurkunde onderwijs. Hij is als lerarenopleider en onderzoeker verbonden aan de Technische Universiteit Eindhoven en de Eindhoven School of Education. Ruurd Taconis doet onderzoek naar science onderwijs als enculturatie (invoering in een sociale omgeving) . Hij is editor van CORF, een internet research platform voor onderwijsonderzoek. Daarnaast is hij redactielid van het Tijdschrift voor Didactiek der β -wetenschappen.

Willem Uittenbogaard (1947) was vele jaren werkzaam als docent rekenen/wiskundedidactiek aan de pabo Hij is al lange tijd verbonden aan het Freudenthal Instituut in Utrecht. Tegenwoordig werkt hij daar als onderzoeker bij het onderzoeksproject TalentenKracht, een onderzoeksproject met als doel een antwoord te vinden op de vraag welke talenten kinderen in de leeftijd van 3-5 jaar hebben. Behalve zijn expertise op het gebied van (na)scholing in rekenen/wiskunde in Nederland, heeft hij nascholingen verzorgd in de Verenigde Staten, de Filippijnen en aan Europese scholen in de Benelux.

Juliette Walma van der Molen (1967) studeerde ontwikkelingspsychologie aan de Universiteit van Amsterdam en promoveerde bij Pedagogiek aan de Universiteit Leiden op het leren van educatieve informatie en nieuwsinformatie via verschillende media. Van 2000-2006 was zij KNAW-fellow. In haar onderzoek richt zij zich op media-educatie en wetenschapseducatie en -communicatie. Zij werkt op dit moment als senior onderzoeker bij de afdeling Communicatie-wetenschap van de Universiteit van Amsterdam en is daarnaast o.a. lid van De Jonge Akademie van de KNAW en van de programmaraad van VTB-Pro. Binnen de programmaraad was zij verantwoordelijk voor de totstandkoming van het theoretisch kader en het nationaal onderzoeksprogramma van VTB-Pro.

Colofon

Dit boek is een initiatief van VTB-Pro en ESeO.

Het is de eerste van een wetenschappelijke reeks.

Verantwoording: programma VTB-Pro, Sylvia Peters

Redactie: Hanno van Keulen en Juliette Walma van der Molen

Tekstredactie: Jacqueline Kuipers (MareCom, Breda)

Grafisch ontwerp en digitale opmaak: Plan B Amsterdam, Bert van Zutphen

Fotografie: Programma TalentenKracht

Uitgave

Platform Bèta Techniek

Lange Voorhout 20, 2514 EE Den Haag

Postbus 556, 2501 CN Den Haag

(070) 311 97 11

info@platformbetatechniek.nl

www.platformbetatechniek.nl

www.VTBPro.nl



