

Onderzoek Pabo-docenten

Kenniscentrum Wetenschap en Techniek Zuid

Redactie: Koenno Gravemeijer, Hanno van Keulen & Frans Van Mulken

Productie: Mariyan Gardenier, Martina van Uum & Yvonne van Kempen

Foto omslag: Hanno van Keulen

© 2012 Eindhoven School of Education

INHOUDSOPGAVE

	Pagina
Inleiding	1
PM-onderzoek van PM-gelden KWTZ <i>Mariyan Gardenier, Eindhoven School of Education</i>	3
Onderzoek naar de kennisbasis van de aankomende leerkracht P.O. op het gebied van Wetenschap en Techniek <i>L. Knops, Fontys PABO Eindhoven</i>	15
PCS Edventures Academy of Engineering <i>Lou Slangen, Fontys Pabo Limburg</i>	25
sCOOLlab en het vermogen van leerkrachten basisonderwijs om te gaan met open leermiddelen <i>Marcel Gijsen, Pabo Hogeschool Zuyd</i>	32
Het bètatalent van de pabostudent <i>Anja Roos, Fontys Pabo Limburg</i> <i>Hanno van Keulen, Universiteit Utrecht</i>	37
Welke effecten heeft onderwijs in wetenschap en techniek op leerlingen van het Speciaal Basis Onderwijs? <i>Fons Vossen - SBO De Blinker, Geleen</i>	44
Wetenschap- en techniekonderwijs voor en door pabostudenten <i>Martina van Uum, Eindhoven School of Education</i> <i>Koeno Gravemeijer, Eindhoven School of Education</i>	49
Onderzoek naar gerichte schoolontwikkeling op het gebied van Wetenschap en techniek <i>Bart Coppes, Fontys Pabo Eindhoven</i>	55
Onderzoekslab: een opleidingseenheid op het snijvlak van rekenen-wiskunde en wetenschap en techniek <i>Frans Van Mulken, Hogeschool van Amsterdam</i>	64
Over de auteurs	74

INLEIDING

Ter ondersteuning van de professionalisering van leraren en aanstaande leraren op het gebied van wetenschap- en techniek basisonderwijs, in het kader van VTB-Pro, is voor de regio Brabant en Limburg een kenniscentrum opgericht waarbinnen de professionaliseringsactiviteiten zijn gecoördineerd en ontwikkeld. Dit zogeheten Kennis Centrum Wetenschap en Techniek Zuid, kortweg, het KWTZ, is een samenwerkingsverband van Fontys Pabo Eindhoven, Fontys Pabo Limburg/Hogeschool Zuyd, Avans Hogeschool Breda en de Eindhoven School of Education van de TU Eindhoven.

Binnen dit KWTZ is geld vrij gemaakt voor onderzoek, daarbij is ervoor gekozen een substantieel deel van dit budget te gebruiken om pabo-docenten en nascholers de gelegenheid te geven om praktijkgericht onderzoek te doen. Op basis van dit budget – binnen het KWTZ aangeduid met als de “PM-gelden” – hebben de deelnemende Pabo's onderzoeksvoorstellen ontwikkeld. Daar is een selectie uit gemaakt, onder meer door te kijken in hoeverre het onderzoek aansluit bij de doelstellingen van zowel het onderzoeksprogramma van het KWTZ als VTB-Pro.

Kenmerkend voor de onderzoeksprojecten is dat ze allen in het perspectief staan van verduurzaming van de met de VTB-Pro (na)scholing in gang gezette vernieuwing. Dit komt bijvoorbeeld tot uitdrukking komt in de thema's waarop de voorstellen zich op richten:

- kennisontwikkeling en kennisdeling,
- leraarnetwerken (*communities of practice*)
- ontwikkeling van de Pabo en het pabo curriculum.

Bij de uitvoering van het onderzoek heeft de ESoE een ondersteunende rol vervuld door bijeenkomsten te organiseren waarin de onderzoekers hun plannen en ervaringen delen en met elkaar bespreken onder begeleiding van ervaren onderzoekers van ESoE die in dat kader ook een stukje onderzoeksscholing hebben verzorgd.

In deze publicatie doen we verslag van deze onderzoeken. Daarbij moet benadrukt worden dat voor de uitvoerders van de onderzoeken het praktijkgerichte karakter van het onderzoek voorop heeft gestaan. Het consolideren, uitbouwen en verdiepen van wat er inmiddels in gang is gezet, is steeds het primaire doel geweest. Het verkrijgen van onderzoeksopbrengsten in termen van publicaties heeft niet voorop gestaan. Wel zijn de projecten zo opgezet dat de pabo-docenten en nascholers die het onderzoek hebben uitgevoerd, de gelegenheid hebben gekregen om ervaring op te doen met onderzoek als hulpmiddel om de eigen praktijkkennis te versterken, en om deze kennis over te dragen aan anderen. Dit laatste is precies het doel van deze bundel. De bundel bestaat uit 9 verslagen van praktijkonderzoek, voorafgegaan door een reflectie op het geheel van praktijkonderzoeken.

De verslagen zijn verschillend van karakter, sommige richten zich op de onderzoeksopbrengst, andere meer op de praktijk, en er wordt ook ingegaan op de ervaringen met het doen van praktijkonderzoek. De artikelen zijn geschreven voor Pabo-docenten, maar we denken dat ze ook interessant zijn voor leraren basisonderwijs. En we hopen hiermee tevens Pabo-docenten – en hun directies - tot het uitvoeren van praktijkonderzoeken te inspireren.

PM-onderzoek van PM-gelden KWTZ

Mariyan Gardenier, Eindhoven School of Education

1 Introductie

1.1 Inleiding

In het kader van de besteding van de zogeheten PM-gelden¹ van het Kenniscentrum Wetenschap en Techniek Zuid (KWTZ) zijn projecten toegewezen aan en uitgevoerd door docenten van Fontys Pabo Eindhoven, Fontys Pabo Limburg/Hogeschool Zuyd, Avans Hogeschool Breda en (praktijk) onderzoekers van de ESoE. In de volgende hoofdstukken staan deze projecten afzonderlijk beschreven. Zoals in deze hoofdstukken naar voren komt zijn de activiteiten rondom het Wetenschap en Techniek (W&T) onderwijs van deze projecten ondernomen in het perspectief van verduurzaming van het met de VTB-Pro (na)scholing in gang gezette vernieuwing en sluiten daarmee goed aan bij de geest van het onderzoeksprogramma van het KWTZ.

In elk van de afzonderlijke projecten is onderzoek gedaan naar de relatie tussen de activiteiten en de opbrengsten van de projecten. Daarnaast is bekeken tot welke innovaties de projecten hebben geleid en ten slotte is vastgelegd wat de docenten als projectleiders geleerd hebben over het doen van onderzoek. Hiervoor zijn gegevens verzameld door middel van informatieformulieren en interviews. Voor de onderzoekscomponent heeft de Eindhoven School of Education (ESoE) een ondersteunende rol vervuld in de vorm van coaching-, kennis- en informatiebijeenkomsten.

Het onderstaande onderzoek dat is verricht naar deze PM projecten vormt een reflectie op de in dit boekje beschreven projecten en is gericht op project-, innovatie- en professionaliseringsopbrengsten.

1.2 Relevantie van het onderzoek in het kader van VTB-Pro

De relevantie van het onderzoek naar de PM projecten in het kader van VTB Pro ligt in de vergelijking van de gegevens van meerdere projecten (die onder dit onderzoek vallen) op een aantal aspecten zoals processen, (beoogde) opbrengsten, gegeneerde kennis en inzichten. Dit kan inzicht geven in de (soort) activiteiten die geschikt zijn om bepaalde processen op gang te brengen en/of bepaalde (bèta)doelen te bereiken. Daarnaast wordt in kaart gebracht in hoeverre beoogde opbrengsten worden behaald in combinatie met uitgevoerde activiteiten of welke andere opbrengsten dit oplevert. Dit kan een beter beeld opleveren in het voortschrijdend inzicht met betrekking tot vervolgactiviteiten. Op het vlak van het doen van onderzoek komt meer inzicht in de ervaring die docenten opdoen en de begeleiding die daarbij gewenst is. Kortom: het onderzoek beoogt een overzicht te geven van wat werkt wel en wat niet.

¹ interne benaming voor het geld dat door de deelnemende pabo's werd gereserveerd voor onderzoek en dergelijke.

Hieronder volgt een korte beschrijving van de projecten. In de tabel 1, die is opgenomen aan het einde van dit artikel, zijn de acht projecten schematisch weergegeven naar zes doelgroepen.

Effecten van onderwijs

1 Effecten van techniekonderwijs op algemene (leer)prestaties van leerlingen in het SBO

Het door middel van een vragenlijst en interviews in kaart brengen van het effect en rendement van 4 jaar W&T in de school op het niveau van de individuele leerling, de ervaring van ouders en het gekozen vervolgonderwijs.

Adoptie en implementatie van leermiddelen (P.O.)

2 Ontwikkeling van inzicht in technische systemen bij leerkrachten (met toepassing van Edventures Learning Lab Academy of Engineering in de klas)

Door het vertalen en het uitproberen van Learning Labs (Amerika) in een aantal basisscholen bepalen of dit materiaal geschikt is voor en in gebruik kan worden genomen in de Nederlandse situatie.

3 sCOOLlab

Op basis van eerdere ervaringen met het gebruik van het materiaal verbeterpunten aanbrengen op de site voor leerkrachten en onderzoeken in hoeverre een andere benadering leerkrachten kan triggeren om het materiaal in te zetten.

Kennis en attitude van studenten

4 Het Bètalent van de Pabostudent

Op basis van literatuurstudie, vragenlijst en interviews in kaart brengen van W&T interesses waarmee studenten de wel of niet Pabo binnenkomen en welke mogelijkheden er zijn om deze aan te boren dan wel verder te ontwikkelen.

5 Wetenschap- en techniekonderwijs voor en door pabostudenten

Via het afnemen van een vragenlijst vaststellen in hoeverre pabostudenten ervaren dat zij voldoende vakinhoudelijk en vakdidactisch bekwaam zijn en een voldoende positieve attitude bezitten om wetenschap en techniek in het primair onderwijs te verzorgen.

(Na)scholing studenten/leerkrachten/docenten

6 Onderzoek naar de kennisbasis van de startende leerkracht P.O. op het gebied van Wetenschap en Techniek

Op basis van literatuurstudie en veldonderzoek komen tot een verantwoorde en haalbare kennisbasis op het gebied van W&T voor startende leerkrachten in het P.O. en aansluitend daarop een advies uitbrengen ter verbetering van het (na)scholingsaanbod.

7 Stimulans van gerichte schoolontwikkeling Wetenschap en Techniek

Door het vastleggen van het proces op een aantal scholen met betrekking tot het W&T nascholingsaanbod komen tot een indeling van fasen van ontwikkeling die scholen doormaken en het formuleren van voorwaarden voor een succesvolle W&T scholing.

8 Onderzoekslab

Door samenwerking (in kleinschalige werkgemeenschappen) tussen opleidingsdocenten Pabo, studenten en (schoolbesturen)P.O. op basis van actieonderzoek komen tot een gemeenschappelijke visie en stimulering van het ontdekkend en ontwerpnd leren.

2 Vraagstelling

De vraagstelling van het PM onderzoek is gericht op de drie verschillende opbrengsten, te weten:

1 Projectopbrengsten

Hoe kunnen activiteiten, die leiden tot beoogde opbrengsten, zo efficiënt en effectief mogelijk worden gepland?

- a) Welke (soort) activiteiten zijn van belang om bepaalde processen bij leerlingen, leerkrachten, studenten, docenten teweeg te brengen?
- b) Hoe kun je dat efficiënt en effectief plannen?
- c) Welke opbrengsten worden behaald en zijn dat ook de beoogde opbrengsten?
- d) Welke andere opbrengsten heb je gerealiseerd die je vooraf niet had verwacht?
- e) Welke activiteiten zijn cruciaal voor het behalen van de (beoogde) opbrengsten?

2 Innovatieopbrengsten

Tot welke nieuwe inzichten leiden de uitgevoerde projecten?

- a) Welke nieuwe of andere inzichten ontstaan door de uitvoering en de opbrengsten van de projecten?

3 Professionaliseringsopbrengsten

Wat hebben de docenten geleerd over het doen van onderzoek?

- a) Welke kennis en vaardigheden hebben de docenten opgedaan?
- b) Welk beeld hebben de docenten over het doen van onderzoek?

3 Methode van onderzoek

Het verzamelen van gegevens over de planning, uitvoering en resultaten van de verschillende projecten heeft in een aantal ronden plaatsgevonden.

Eerst is via een formulier algemene informatie verzameld over de projecten.

Daarna is per project gekeken naar meer gedetailleerde gegevens met betrekking tot de doelen en veronderstelde processen, het tijdpad met tussentijdse opbrengsten en activiteiten, de lopende en uitgevoerde activiteiten en, voor zover aanwezig, de al gerealiseerde opbrengsten. Iedere projectleider is hiervoor geïnterviewd in de periode

februari - juli 2010. Afhankelijk van de startdatum en looptijd van het project betrof dit een tussen- en/of eindevaluatie. Vervolgens zijn deze projectverslagen geanalyseerd en ten slotte is er tijdens deze periode een aantal bijeenkomsten belegd ter ondersteuning van de projectleiders met betrekking tot het doen van onderzoek. Deze begeleiding bestond uit een viertal algemene bijeenkomst bij de ESoE in het teken van het doen van onderzoek. Er was ook ruimte om onderling ervaringen uit te wisselen. Daarna(ast) zijn de projectbegeleiders op de Pabo's individueel begeleid. Van deze informatie- en coachingsbijeenkomsten vanuit de ESoE zijn vastgelegd in de vorm van notulen.

4 Resultaten

Tijdens het verzamelen van de gegevens werd de grote diversiteit aan thema's en doelgroepen, waarvoor de projecten zijn opgezet zichtbaar. Van de acht projecten waren er zeven nieuw en één een vervolg op een eerder opgestart traject binnen de betreffende Pabo. De startdatum van de projecten liep uiteen van augustus 2008 tot september 2010 en hadden een looptijd van 12 tot 27 maanden. Drie van de acht projectleiders hadden eerder onderzoek uitgevoerd, de anderen waren beginnend onderzoekers.

1 a Welke (soort) activiteiten waren van belang om de gewenste processen bij leerlingen, leerkrachten, studenten, docenten teweeg te brengen?

Alle vier geïnterviewde projectleiders die deze vraag konden beantwoorden (die in hun project met deelnemers (leerlingen, leerkrachten, studenten, docenten) hebben gewerkt) geven aan dat het van belang is om anticiperend te werken en een bewustwordingsproces op gang te brengen. Voorbeelden hiervan zijn: veiligheid creëren om te laten experimenteren, zelf laten ervaren (het teach- as – preach beginsel), tijd besteden aan het bespreken van literatuur, uitgebreide voorbesprekingen en voorbereidingen van lesactiviteiten houden en (gezamenlijke) reflecties op praktijksituaties uitvoeren en bespreken.

Projectleiders geven aan dat ze de deelnemers willen laten inzien dat W&T juist binnen het bestaande curriculum kan worden opgenomen (bij voorkeur rekenen, wiskunde en taal). Drie van deze projectleiders geven bovendien aan dat ze samen met de deelnemers hebben gezocht naar deze verbinding binnen bestaande vakken of methoden die worden gebruikt. Eén projectleider heeft gebruikt gemaakt van de 'reflectieve helix'. Deze opzet houdt in dat een besproken, voorbereide les door een lid van de groep wordt uitgeprobeerd, op video wordt vastgelegd en uitvoerig aan de hand van de beelden in de leergemeenschap wordt besproken. Vervolgens wordt deze cyclus herhaald.

1 b Hoe kon je dat efficiënt en effectief plannen?

Alle projectleiders hebben gewerkt met een vragenlijst of enquête. De projectleiders die beginnend onderzoeker zijn voelden zich onzeker over de deze onderzoeksmethode: hoeveel vragen en controlevragen moet ik gebruiken, meet ik wel wat ik wil meten, wanneer is een vragenlijst betrouwbaar? Bij twee projecten is hierdoor de planning bijgesteld. Voor een derde project is een beter getimed moment gekozen om de vragenlijst uit te zetten. Het uitzetten van een online enquête is effectief gebleken omdat er eenvoudig SPSS analyses konden worden gemaakt en er door afnemers gebruik kon worden gemaakt van bestaande digitale netwerken. Deze enquête kan op ieder ander moment zo weer " de lucht" in om meer data te gaan genereren.

Eén projectbegeleider had de vragenlijst liever mondeling gedaan, maar tijdsdruk en onbekendheid met het doen van onderzoek hebben op een gegeven moment doorslag gegeven om toch op deze manier te gaan werken.

De projectleider die met een paar basisscholen heeft gewerkt merkte dat het effectief was om afhankelijk van de fase waarin de school zich bevond een insteek te kiezen. Voor sommige scholen is dat terug gaan naar de visie op onderwijs in deze school in de vorm van gesprekken over hoe ze ideeën over W&T willen uitwerken en daarbij aansluiten bij de methode en uitbreidingen voor maken.

1 c Welke opbrengsten werden behaald en waren dat ook de beoogde opbrengsten?

Wat in de interviews naar voren is komen is dat de projectleiders tevreden zijn over de (deel)opbrengsten van hun project. Voor alle projectleiders geldt dat het bewustwordingsproces dat W & T een goede en geïntegreerde plaats krijgt in het curriculum de belangrijkste opbrengst is.

In de projecten die met deelnemers hebben gewerkt komt het bereiken van een attitudeverandering naar voren. Deelnemers zien in dat het belangrijk is om hun didactisch repertoire uit te breiden. In vijf projecten is dit merkbaar: met leerkrachten die vrijer willen leren denken, studenten die het denken waar mogelijk bij leerlingen willen leggen door verder door te vragen, het uitlokken van zinvolle activiteiten met het oog op het actuele leerproces, lesvoorbereidingen waar geleidelijk aan meer open vragen gingen fungeren als leidraad voor de opbouw van lesactiviteiten.

Bij één project waren de verwachtingen te hoog gegrepen. In het project met de scholen was het soms nodig om te onderzoeken wat de visie van de school ten aanzien goed onderwijs was, voordat men toekwam aan W&T.

Het project van het speciaal onderwijs gaven positieve opbrengsten ten aanzien van het geïntegreerde programma: de leerlingen zijn gemotiveerd door de W&T lessen, ze kunnen succesvoller overstappen naar het vervolgonderwijs. Ouders zijn verrast over het niveau van hun kinderen.

De diverse vragenlijsten brachten het bètatalent van studenten in beeld, gaven suggesties over verbeteringen voor het gebruik van de onderzocht leermaterialen en lieten zien wat alle docenten dienen te weten met betrekking tot W&T en hoe zij daar studenten positief konden beïnvloeden.

1 d Welke andere opbrengsten heb je gerealiseerd die je vooraf niet had verwacht?

Vastgesteld kan worden dat op meerdere terreinen bewustwording teweeggebracht is:

- Een directeur die ziet dat W&T veel breder is dan alleen een technieklesje;
- Een team dat ziet dat het verder wil (maar nog niet weet hoe);
- Ouders die zien dat hun kind meer kan dan ze ooit gedacht hadden en daar trots op zijn;
- Impact voor de keuze van het vervolgonderwijs voor deze kinderen;
- De relatief korte tijd waarin studenten erin slagen om de cultuur in de klas te veranderen ten gunste van de 'ontdeklessen'.

1 e Welke activiteiten waren cruciaal voor het behalen van de (beoogde) opbrengsten?

Vanuit de meeste projecten kunnen de cruciale activiteiten voor het behalen van de beoogde opbrengsten gevonden worden bij professionalisering: de kennis en attitude van deelnemers beïnvloeden, kijken waar hun leerbehoeftes liggen en het creëren van een rijke leeromgeving voor zowel deelnemers als leerlingen.

Voor deelnemers is het belangrijk te weten wat er te leren is: ze houden vaak erg vast aan methodes omdat ze het zelf niet weten. Het is belangrijk om te starten vanuit de kennis die studenten en leerkrachten al wel hebben en om een rijke leeromgeving te creëren.

Concreet geven de projectleiders aan:

- Begin pas met W&T als de basisschool een heldere visie heeft op goed onderwijs;
- Werk met het schoolteam systematisch aan de visie op W&T;
- Zorg voor een brede literatuurverkenning /verdieping;
- Maak dit betekenisvol, dat levert inzicht op;
- Bespreek literatuur en instituutspactica om discrepanties tussen gewenste en aangetroffen situaties op te sporen;
- Werk theoriegeladen met de deelnemers en laat hen theoriegeladen voorbereiden;
- Geef zelf interactief onderwijs: deelnemers eigen ervaringen laten opdoen, zelf aanpassingen laten maken in inrichting van de lessen, ruimte geven. De kracht is het onderzoeksteam, aanbodgericht onderwijs, identiteitsontwikkeling: omgaan met teleurstellingen;
- Zorg voor een goed inlevingsvermogen in de doelgroep voor het formuleren van vragen voor een enquête;
- Laat meetinstrumenten toetsen.

2 a Welke andere of nieuwe inzichten zijn ontstaan door de uitvoering van de projecten?

Voor activerend onderwijs en vrije exploratie is een deskundigheid nodig waarover de meeste Pabo-studenten en leerkrachten basisonderwijs onvoldoende beschikken. In bijna alle projecten wordt deze conclusie gedeeld.

Op het gebied van de didactische aanpak schatten de meeste studenten zich te hoog in: de uitgangspunten van de didactiek van W&T worden weliswaar onderschreven, maar in de praktijk blijven de meeste studenten dicht bij een gesloten aanpak; een zekere vorm van didactisch optimisme is hen niet vreemd. Eén student, die aangeeft weinig affiniteit te hebben W&T, beseft wel dat dit vanuit een professioneel perspectief problematisch is.

Eén projectleider geeft aan dat leerkrachten nog te weinig begeleiding en passende sturing kunnen bieden op open onderdelen. Leerkrachten willen leerlingen wel op een onderzoekende en ontwerpende manier laten leren, maar kunnen dit nog onvoldoende organiseren en in de praktijk brengen. Tijdens de uitdagingen en projecten die ze de leerlingen aanbieden is vaak ondersteuning of kennisinbreng nodig van de leerkrachten. Het valt op dat de meeste leerkrachten zich hier niet van bewust zijn.

In het project waarin een leergemeenschap van studenten, leerkrachten en docenten projectmatig een onderwerp uit het W&T domein heeft verkend en uitgewerkt wordt duidelijk dat binnen de activiteiten met de leerlingen een verschuiving richting activerend onderwijs kan plaatsvinden. Deze niet-geringe leerwinst van deze verschuiving moet mede toegeschreven worden aan de effecten van de ritmiek van de reflectieve cyclus waarin volgens een strakke wekelijkse planning de lessen uitgebreid werden voorbereid en geëvalueerd met behulp van videobeelden. Het uitlokken van cognitieve conflicten heeft de kennisontwikkeling in een stroomversnelling gebracht.

Twee projectleiders spreken over een verwarring van middel en doel. Het handelend bezig zijn wordt te veel als een na te streven doel aangemerkt en de gedachteontwikkeling die

daarbij moest plaatsvinden kwam onvoldoende uit de verf. Het W&T maakt eerder een activiteit- dan een doelgerichte indruk: er wordt weinig getoetst en het is onduidelijk wat de opbrengsten zijn.

In vrijwel alle projecten komt ter sprake dat de kennisontwikkeling van de deelnemers met betrekking tot W&T essentieel is. Door onbekendheid met de relevante onderwerpen in dit domein voelen studenten en leerkrachten zich vaak niet competent.

De diverse aanpakken die in de projecten zijn gehanteerd kunnen worden samengevat in 'just in time' onderwijs en het werken in de zone van de naaste ontwikkeling. Het inzicht groeit steeds meer dat alleen het aanbieden van kennis geen betekenisvolle activiteit is. Op het juiste moment ondersteuning geven in de vorm van kennisuitbreiding en/of ondersteuning in de praktijk (door bijvoorbeeld het bespreken van concrete situaties en in samenwerking met collega's invulling te geven aan lessen) geeft wel de kans om het kennispeil te vergroten, daarmee het zelfvertrouwen van studenten en leerkrachten te verhogen en hen zo een stap verder helpen bij het onderwijs in W&T.

Zoals een projectleider het verwoordt: *de door het groeiende vertrouwen in eigen kunnen wordt de (nog steeds noodzakelijke) verdieping van bijbehorende kennis niet meer als remmend ervaren.*

Ze durven meer creativiteit in hun beroepspraktijk te brengen.

En een tweede projectleider geeft aan dat leerkrachten de combinatie waarderen van een tamelijk gesloten, oriënterend begin gevolgd door exploratie en verdieping op basis van een eigen project door de leerlingen.

De ervaringen die zijn opgedaan met betrekking tot het integreren van W&T in het bestaande curriculum zijn divers. Dit heeft te maken met de insteek en vraagstelling van de afzonderlijke projecten. De beste kans van slagen heeft het integreren van W&T in het bestaande curriculum als het project ook als zodanig is opgezet en wordt uitgevoerd. Dit komt in het onderzoekslab goed tot uiting. Hierin konden de leerkrachten voortbouwen op basale kennis en een didactisch repertoire dat zij verwierven in het kader van onderzoekend en ontwerpend leren in de context van rijk reken/wiskunde onderwijs.

De rode draad en daarmee het aangrijpingspunt van de didactiek wordt gevormd door het observeren en het analyseren van het didactisch handelen van de leerkracht en dan vooral waarin deze erin slaagt het denken bij de leerlingen te leggen en te activeren respectievelijk hoe dit bevorderd kan worden. Verrassend was de relatief korte tijd waarin de aspirantleraren erin slagen om de cultuur in de klas te veranderen ten gunste van de 'ontdeklessen'. In het al geïntegreerde onderwijs van het SBO project blijkt dat de lessen van W&T de wereldoriënterende vakken boeiender en begrijpelijker te maken. Reden voor het plezier dat de leerlingen hebben in W&T op deze school kan mogelijk gezocht worden in de werkvorm, het groepswork. Het 'doen' in de zin van het vervaardigen van een eindproduct, geeft de leerlingen het gevoel nuttig bezig te zijn.

De projectleiders van de andere drie projecten, die dit onderwerp hebben meegenomen in hun project, komen tot de conclusie dat het integreren van wetenschap en techniek in het bestaande curriculum moeizaam verloopt. Over het algemeen lijkt er een positief klimaat te zijn voor wetenschap en techniek en zijn er ook voldoende mogelijkheden om er op de basisschool iets mee te kunnen. Leerkrachten staan positief tegenover het integreren van wetenschap en techniek in andere vakken, investeren in het zich eigen maken van de noodzakelijke kennis en vaardigheden, maar geven aan moeite te hebben met de ruimte binnen het onderwijsprogramma.

De eisen die zij stellen aan educatief materiaal voor wetenschap en techniek lessen zijn vooral gericht op materiaal dat uitnodigt tot leren en aanzet tot het ondernemen van activiteiten. Het kunnen inzetten van (natuur en technisch) wetenschappelijk vocabulair speelt geen rol van betekenis bij de keuze voor wetenschap en techniek materiaal. Het wordt als onderdeel van het vak techniek ervaren en niet als versterking van of geïntegreerd met de taallessen.

W&T activiteiten met kant en klare materialen worden door leerkrachten gewaardeerd omdat hier weinig voorbereidingstijd voor nodig is. Het educatief materiaal wordt door leerkrachten vooral gezien als hulpmiddel voor het kind in plaats van als mogelijkheden tot variatie in werk van de leerkracht.

3 a Welke kennis en vaardigheden hebben de projectleiders opgedaan?

De meeste leerwinst is behaald door de projectleiders voor wie dit een eerste ervaring was met het doen van onderzoek. Deze beginnende onderzoekers hebben leren onderzoeken (5): probleemstelling en vraagstelling formuleren, onderzoeksgebied afbakenen, passende onderzoeksmethode vinden, instrumenten betrouwbaar maken en het schrijven van het verslag.

Met betrekking tot hun eigen leerproces is het volgende te melden.

Het formuleren van de probleemstelling en vraagstelling vraagt meer tijd en hoofdbreken dan verwacht (4) zoals een projectleider benadrukt: *het exact omschrijven is een hele klus geweest*. Dan volgt het afbakenen van de het onderzoeksgebied: *je begint te enthousiast kiest snel een te groot gebied (2), je wilt teveel in één keer gaan onderzoeken*. Begeleiding in dit stadium wordt als zeer belangrijk ervaren (5), dit in de vorm van een algemene sparringpartner tot aan een vakinhoudelijk geschoolde collega. Het enthousiasme blijft, maar ook zorg over de gegevens. De praktijk is weerbarstiger dan de theorie; de planning loopt regelmatig uit (5), de doorloop van het verzamelen van de gegevens is langer dan verwacht (2).

Het analyseren van de gegevens wordt als een verwachtingsvolle stap ervaren (5).

Twee projectleiders melden dat ze achteraf twijfels hebben over hun gekozen onderzoeksmethode. Bij het verzamelen van de gegevens werd dit duidelijk. Dit leverde onzekerheid op over de conclusies die getrokken konden worden, dit bleek echter onterecht. Afhankelijk van het soort onderzoek zijn er andere bevindingen te melden.

Een projectleider die met scholen heeft gewerkt is zich zeer bewust geworden dat hij zich dient aan te passen aan de fase waarin het team van die school zich bevindt. Ook anderen beschrijven een dergelijk bewustwordingsproces: *ik moet niet het gras voor de voeten wegmaaien en me meer inhouden en uit het onderzoek is me duidelijk geworden dat we veel leerlingen tekort doen als we geen wetenschap en technieklessen meer zouden geven en ik ben nu anders tegen het curriculum van de studenten gaan aankijken*.

Overige opmerkingen:

- eindelijk tijd om de literatuur in te duiken;
- ik ervaar een ander soort professioneel contact met mijn collega's;
- werken met studenten, leerkrachten en docenten geeft een boost aan energie;
- mijn handen beginnen te jeuken om zelf met het materiaal aan de slag te gaan en
- met ons W&T pakket kunnen onze leerlingen een bewustere keuze maken voor het vervolgonderwijs.

Veel projectleiders willen inhoudelijk sneller werken dan hun deelnemers aan kunnen. Ze hebben veel deskundigheid in huis en beseffen dat ze geneigd zijn om stappen over te slaan of het voor te doen, terwijl ze liever willen dat de deelnemers het een en ander zelf ervaren.

3 b Welk beeld hebben de projectleiders over het doen van onderzoek?

Alle projectleiders (beginnend en gevorderd) ervaren het doen van onderzoek als nuttig en interessant. Resultaten van onderzoek geven een beeld van de praktijk, redenen om te handelen en input voor nieuw onderzoek.

Het doen van onderzoek geeft een welkome mix met andere taken die men als docent/onderzoeker uitvoert.

5 Conclusie

Uit de resultaten blijkt dat er flink aan de weg wordt getimmerd en dat er nog een lange weg is te gaan voor W&T. De projecten zijn op diverse niveaus uitgevoerd:

P.O.: leerlingen, leerkrachten en besturen basisonderwijs;

S.B.O.: leerlingen en ouders speciaal onderwijs;

Pabo: studenten en docenten.

Wat werkt wel en wat werkt niet?

Door de projecten krijgen scholen en Pabo's een beeld van het belang van W&T. Studenten en leerkrachten, die door het enthousiasme van hun leerlingen worden aangestoken, beseffen dat ze meer zicht moeten krijgen op het gebied van W&T. Kennisontwikkeling voor studenten en leerkrachten werkt als het betekenisvol is bijvoorbeeld als achtergrondinformatie bij een leermateriaal of als problematisering van bestaande praktijken. Dit vraagt van een projectleider een kritische keuze op het aanbod van de grote hoeveelheid literatuur.

Attitudeontwikkeling vindt plaats als er een veilige en voldoende experimenteerruimte is om activiteiten voor te bereiden en uit te voeren, materialen te (her)ontdekken, nieuwe toepassingen te bedenken. Van belang is ook het eigenaarschap van de lerende; op het juiste moment aan de hand nemen en als het kan langzamerhand loslaten. De projectleider dient over voldoende coachingvaardigheden te beschikken om dit proces te kunnen begeleiden. Een valkuil voor een projectleider kan de grote kennisvoorsprong zijn; sneller willen dan de deelnemers (leerlingen, studenten, leerkrachten) kunnen. Wordt er teveel gevraagd van een deelnemer dan vervalt hij in een gesloten aanpak (voorgestructureerde opdrachten, handelend bezig zijn zien als een middel in plaats van een doel).

Het uitbreiden van het didactisch repertoire van studenten en leerkrachten is een onderwerp dat ook bij meerder projecten terugkomt. Dat is gericht op het kunnen werken met open vragen, het zelf laten ervaren, het samen ontdekken (en fouten mogen maken) en het buiten de gebaande paden durven te treden in het gebruik van leermaterialen.

Dit repertoire geldt ook voor de projectleider in zijn werkzaamheden met de deelnemers.

Een voorwaarde om aan W&T te kunnen gaan werken is het hebben van een visie op goed onderwijs. Ook vooraf goed zicht hebben op het bestaand curriculum om concrete

mogelijkheden te kunnen aanreiken voor integratie tussen dit curriculum en W&T is een must. Dan is er een stabiele ondergrond om verder op te bouwen.

Ten slotte zijn er nog de bevindingen de onderzoeksondersteuning van de ESoE over het leren doen van onderzoek. Uit de interviews met de projectleiders en de notulen van de bijeenkomsten is gebleken dat ze de algemene informatie- en coachingsbijeenkomsten vanuit de ESoE en de individuele ondersteuning op de Pabo's als zinvol hebben ervaren. Er was behoefte aan inhoudelijke uitwisseling over de diverse projecten. Daarnaast bestond er een grote behoefte aan informatie over 'het doen van onderzoek' voor de groep docenten, die voor het eerst onderzoek deed. In het ondersteuningstraject vanuit ESoE is het van belang om deze behoefte te onderkennen en hen voorafgaande aan het project daarover te informeren en hen op te coachen. Daar de projectleiders van vijf locaties afkomstig waren was logistieke afstemming lastig en is halverwege het onderzoek besloten om de ondersteuning verder op de drie Pabo's te laten plaatsvinden. Het benoemen van een vaste contactpersoon tijdens de uitvoering en het verwerken van de gegevens van het project kan veel ruis voorkomen.

Het is van belang dat dit een persoon is die in de buurt, bijvoorbeeld dezelfde opleiding, werkt, goed bereikbaar en aanspreekbaar is. Dit voorkomt dat een projectleider moet wachten tot een algemene informatiebijeenkomst wat kan leiden tot onnodige frustratie.

Men is het unaniem eens over het nut van het doen van onderzoek: van belang om W&T goed op de kaart te zetten en in te investeren.

Opgevallen is dat men bij de verschillende projecten vooral ingaat op de rol van docenten, leraren basisonderwijs en studenten. Terwijl ook directies een grote rol spelen. Zelfs wanneer zij eerder hebben toegezegd deel te willen nemen aan onderzoek in het kader van schoolontwikkeling, blijkt in de praktijk dat zij er weinig tijd voor reserveren.

6 Discussie over de toekomst

Uit de onderzoeken is een duidelijk beeld ontstaan wat wel werkt en wat niet, maar W&T heeft bij lange na niet de plaats verworven die haar toekomst. Voortzetting van PM-onderzoeken is misschien mogelijk via de persoonlijk ontwikkelingsplannen van de Pabo's of via het masterplan 'ruimte voor talent'. Ook kan bekeken worden of behoefte is aan onderzoeksscholing (niet specifiek op het eigen onderzoek gericht, maar bijvoorbeeld op een onderwerp als 'steekproef'). Opbrengsten voor de docenten, onderzoekers en voor de opleiding kunnen onder de aandacht gebracht worden door bijvoorbeeld bundeling van onderzoeksgegevens. Ook als aangrijpingspunt voor anderen om duidelijk te maken dat dit soort onderzoek belangrijk is.

Onderstaande opsomming geeft een overzicht van mogelijke vervolgvactiteiten vanuit het KWTZ.

Concreet materiaal opleveren, samenvoegen en delen met elkaar als inspiratiebron en om een begaanbaar pad te maken voor onderwijsinnovatie:

- De kennis van de leerlingen op het gebied van W&T aan het einde van het basis/speciaalbasisonderwijs uitdrukken in een beoordeling (toetsmoment in groep 7/8). Docenten voortgezet onderwijs informeren over het beginniveau van W&T. Het

is wenselijk om een minimumprogramma met minimumdoelen te formuleren voor het vakgebied voor het basis- en speciaal basisonderwijs;

- Kerndoelen W&T beter uitschrijven;
- Het ontwikkelen van een doelenmatrix. Deze moet zichtbaar maken op welke doelen wordt gestuurd en welke opbrengsten zijn gerealiseerd. Dit verlegt het accent van het wat en hoe naar het waarom. Het gaat om kennis-, vaardigheids- en houdingsdoelen, maar ook om hogere-orde leerdoelen, zoals 'onderzoeken en handelen, kritisch denken en redeneervaardigheden. Via koppeling van de leermiddelen aan deze doelenmatrix wordt de kracht van de leermiddelen duidelijk. Hierdoor verschuift het accent van activiteit naar leeractiviteit;
- De entreetoets mens en wereld (Pabo) tot een formatieve toets maken en een summer course W&T opzetten voor het wegwerken van achterstanden, maar vooral ook bedoeld voor studenten met aanleg, om hen op een vroeg tijdstip hierin aan te moedigen en hun talenten voor exacte vakken te stimuleren;
- Een bètaprofiel in het voortgezet onderwijs als voorwaarde te stellen voor toelating tot de Pabo;
- Opbrengsten onderzoek inzetten voor materiaal nascholing leerkrachten;
- Vanuit W&T verbinding zoeken met bestaande methoden en dit verzamelen;
- Vanuit onderzoek kennis toevoegen: waar moet je bijvoorbeeld op letten als je met materiaal gaat werken dat je uit het buitenland haalt;
- Beschikbare handleidingen aanvullen met benodigde materialen en meetinstrumenten;
- Het verdient aanbeveling om nog meer in detail te zoeken naar het bètatalent van studenten;

Inhoudelijke en didactische vorming van studenten, leerkrachten en docenten:

- PABO-studenten een grondige inhoudelijke vorming geven op het gebied van W&T om te bereiken dat zij vrijer kunnen omgaan met open leersituaties;
- Hen goede didactische inzichten geven en ervaring met het ontdekkend en het ontwerpnd leren, niet alleen door eigen ervaringen te ontleden maar ook door de handelingen, vorderingen, denkprocessen en verwoordingen die kinderen van de basisschool tonen, te leren begrijpen;
- De narratieve benadering in ere herstellen naast de empirische benadering;
- De minor W&T promoten;
- Docenten scholen in het onderzoekend en ontwerpnd leren samen met de student;
- Betekenisvolle onderwerpen motiveren de student om te leren. Mogelijk zijn studenten met een specifieke belangstelling voor wetenschap en techniek in staat om andere studenten inhoudelijk te motiveren voor deze kennis;

Samenwerking met andere partijen

- Een constructieve en pro-actieve rol van directeuren en van besturen is een vereiste om te slagen in W&T: het verdient aandacht om hiervoor bestaande netwerken te gebruiken of op te zetten en te onderhouden;
- Samenwerking tussen universiteiten en pabo's is noodzakelijk om de kwaliteit te borgen van het onderwijs op het gebied van wetenschap en techniek;
- Combinatie van bottom up en top down; deze ervaring delen.

Coaching

- Praktijkondersteuning in de vorm van coaching waarin het professioneel handelingsniveau van de leerkracht in zijn eigen beroepscontext centraal staat en ontwikkelingsgericht is;
- Naast het bijscholen van leerkrachten, hen verder inspireren en via een netwerk contact te laten onderhouden;
- Bij een vervulling van een vacature bij een Pabo gericht kiezen voor een inhoudelijk geschoolde academicus.

Tabel 1: onderzoeksgroepen van projecten 1 t/m 8

	1	2	3	4	5	6	7	8
SBO Iln	x							
PO Iln		x	x					
PO Ikr		x	x					x en bestuur
PO nasch							x	
PABO stu				x	x	x	x	x
PABO doc								x

SBO Iln: leerlingen Speciaal Basis Onderwijs
 PO Iln: leerlingen Primair Onderwijs
 PO Ikr: leerkrachten Primair Onderwijs
 PO nasch: nascholing leerkrachten Primair Onderwijs
 PABO stu: studenten PABO
 PABO doc: docenten PABO

Onderzoek naar de kennisbasis van de aankomende leerkracht P.O. op het gebied van Wetenschap en Techniek

L. Knops, Fontys PABO Eindhoven

Aanleiding voor het onderzoek

Het natuuronderwijs in Nederland is in beweging. Natuuronderwijs is een onderdeel van het domein “Mens en wereld” en richt zich op de studie van ‘de natuur, waaronder de biologie’. Er is de laatste jaren een duidelijke tendens zichtbaar om wetenschap en techniek sterker naar voren te laten komen in dit domein. Ook de didactische aanpak van het ‘natuuronderwijs’ verandert.

Het onderwijs in de biologie of over de natuur heeft met heel wat vernieuwingen en accentverschuivingen te maken gehad. In vorige eeuw waren vooral de invloed van de Amsterdamse onderwijzers Eli Heimans en Jac. P. Thijssen onbetwistbaar. Onder impuls van deze pioniers kwam een omvangrijke beweging van natuurverkenning en -onderzoek van de grond. Hun invloed heeft zich in vele lagen van de maatschappij doen gelden. Een bekend bewijs daarvan is bijvoorbeeld de publicatie van de beroemde Verkade albums. Onder impuls van deze pioniers kwam een breed gedragen belangstelling tot stand waarbij ‘spieden en speuren in de vrije natuur’ enthousiast werd gestimuleerd en in praktijk gebracht. Het belang van deze beweging kan moeilijk worden onderschat en de invloed is tot de huidige dag merkbaar (Coessel e.a., 2007). De ideeën van Heimans en Thijssen werden voor het basisonderwijs gepropageerd door de Haagse bioloog Jan Nijkamp. Hij publiceerde een lange reeks lessen (in boek en tijdschrift) voor het basisonderwijs waarin het contact en het onderzoek van de natuur werden gestimuleerd.

Het natuuronderwijs in zijn huidige vorm is het gevolg van de onderwijsverandering die gepaard gaat met het inrichten van de basisschool voor 4 tot 12-jarigen. In Enschede was de SLO actief, de Stichting voor Leerplanontwikkeling. Een projectgroep voor Natuuronderwijs op de basisschool stond bekend als de pg NOB. De medewerkers van deze projectgroep hebben een belangrijke bijdrage geleverd aan onderwijsvernieuwing die zijn belangrijkste inspiratie vond in het ‘Science project’ van de Nuffield Organisation in Engeland. Uitgangspunt van deze vernieuwing is de stelling dat in het onderwijs over de natuur niet zozeer geleerd moet worden wát al ontdekt is, maar veeleer hóe ontdekkingen plaatsvinden. Niet zozeer de resultaten, maar de methode van de natuurwetenschappen moest worden onderwezen. Kinderen werden ertoe aangezet zelf zaken uit de (levende en niet-levende) natuur uit te zoeken en te onderzoeken, en de natuurwetenschappelijke denk- en werkwijze werd bij dit proces aangeleerd en geoefend. Deze uitgangspunten waren gestoeld op de onderwijstheorieën van bijvoorbeeld Jerome Bruner: “discovery as a method of learning”. Open onderwijs en vrije exploratie zouden de boventoon voeren. Maar de praktijk is halsstarrig gebleken. Deze onderwijsvernieuwing kwam niet of nauwelijks van de grond. Het leek wel het tegenovergestelde van roken: “iedereen weet dat het goed is, maar het is zo moeilijk ermee te beginnen!” Voor een deel komt dat doordat de pg NOB weinig belang hechtte aan een goed onderbouwd curriculum voor de basisschool, voor een ander deel omdat open onderwijs en vrije exploratie een deskundigheid vereisen waarover de meeste

keerkrachten basisonderwijs niet beschikken. Zij grijpen daarom terug naar werkbladen en gestructureerde opdrachten. De leerlingen werden uitgenodigd deze stap voor stap uit te voeren en de betrokkenheid bij de probleemstelling was niet altijd optimaal.

Een essentieel tekort in deze benadering is de verwarring van middel en doel. Het handelend bezig zijn werd te veel als een na te streven doel aangemerkt en de gedachteontwikkeling die daarbij moest plaatsvinden kwam onvoldoende uit de verf. Daardoor werd de inhoud dikwijls pas op het tweede plan. In feite werd de vergissing begaan waar Robert Pirsig (1974) als op wees:

“Het derde onderdeel, her gedeelte van de formele wetenschappelijke methode dat we experimenteren noemen, wordt door romantici wel eens beschouwd als de eigenlijke wetenschap, want het is het enige onderdeel met visuele kenmerken die aan de oppervlakte komen. Ze zien dan massa’s reageerbuisjes en waanzinnige apparatuur en mensen die heel druk bezig zijn uitvindingen te doen. Ze beschouwen het experiment niet als een onderdeel van een veel groter intellectueel proces.”

In Nederland is volgens mij Van den Berg de eerste die nadrukkelijk op deze discrepantie wijst (Van den Berg 2010). De titel van zijn inaugurale redenen bij zijn installatie als lector aan de Hogeschool van Amsterdam luidt: “Natuurwetenschap en techniek in het basisonderwijs. Van *hands-on* naar *minds-on*, van manipuleren van objecten naar manipuleren van ideeën”

In Frankrijk was het project “La main à la pâte” daar ook al achter gekomen. Dit is een beweging onder de bezielende leiding van Georges Charpak (Charpak, 1996; Charpak, 1998, Charpak e.a. 2005) Zij hechten er veel waarde aan om de leerlingen uit te dagen om hun ideeën te ontwikkelen en te toetsen, niet alleen aan onderzoek, maar ook aan elkaars inzicht en standpunt. Zij benadrukken het belang van het helder redeneren en overtuigend betogen, waar naast ‘la pensée discursive’ ook ruimte is voor ‘la pensée intuitive’. Daaruit volgt ook dat leerlingen voortdurend hun denkbeelden moeten bespreken, deze schriftelijk vast leggen en hun werkzaamheden, activiteiten en inzichten of verklaringen bijhouden in een dag- of logboek. (Zie ook Giere, 1988; Giere e.a., 2006)

In de Angelsaksische landen is een gelijkaardige beweging zichtbaar, met als bijzonder kenmerk dat de aandacht vooral gaat naar een betere toerusting van de leerkracht om de leerprocessen bij leerlingen op het gebied van ‘science’ adequaat te kunnen begeleiden. Vooral Wynne Harlen heeft op dit terrein de jongste tijd onmiskenbaar verdienste gehad (Harlen & Elstgeest, 1996; Harlen, 2001; Harlen e.a. 2003; Harlen, 2006; Harlen & Qualter, 2009).

De denkbeelden van de hierboven genoemde pgNOB en de invoering van het ontdekkend leren als basisdidactiek voor natuuronderwijs hebben ook een ander gevolg gehad voor het natuuronderwijs op de basisschool in Nederland. De genoemde projectgroep heeft namelijk in wezen weinig aandacht geschonken aan een goed onderbouwd en doortimmerd curriculum. De ontdekkingen van leerlingen waren immers niet goed te plannen. En het tijdschrift dat tien jaar bestaan heeft heette niet voor niets “De Grabbelton”. De jongste jaren is hierop een adequate reactie gekomen die geleid wordt door Kerst Boersma en Marja van Graft. Zij hebben in hun publicaties het belang van een zinvolle context om wezenlijke concepten voor wetenschap en techniek aan te reiken verdedigd en zowel theoretisch als praktisch goed uitgewerkt (Boersma, 2007; Van Graft, 2009). Deze ontwikkeling is van recente datum en zal zijn invloed binnenkort doen gelden.

Onder impuls van het programma VTB-pro is uiteraard de belangstelling voor de technische aspecten van wetenschap en techniek vergroot. Naast het bestaande handboek "Praktische didactiek voor natuuronderwijs" zijn er ook publicaties voor de PABO verschenen waarin specifiek de technische kant aan de orde kwam (Bouwmeester, 2006; Copic, 2008; Slangen, 2006). De relatie tussen de wetenschappelijke aspecten en de technische aspecten van wetenschap en techniek komen evenwichtig en vergelijkenderwijs naar voren in de didactiek van onderzoekend en ontwerpend leren (Van Graft & Kemmers, 2007).

De leerplannen van de PABO's zijn in beweging en een belangwekkende ontwikkeling is het verschijnen van 'Kennisbases' voor de verschillende domeinen van het onderwijs tot voordeel van de lerarenopleiding basisonderwijs. Er verschijnt binnenkort een "Kennisbasis Natuur en Techniek". Op het ogenblik dat dit onderzoek wordt afgesloten is deze "Kennisbasis Natuur en techniek" nog niet verschenen. Er zijn wel ontwerp teksten in omloop geweest en ik ben dus vooruitgelopen op de definitieve publicatie.

De kennisbasis beschrijft zo volledig en accuraat mogelijk de inhoud en competenties die een vakbekwaam leerkracht P.O. moet beheersen. Het is voor de PABO's bijgevolg nuttig en relevant om te weten welke aspecten van die kennisbasis de startbekwame leerkracht basisonderwijs beheerst en zou moeten beheersen en welke aspecten zich lenen voor nascholing en zelfscholing om tot het vakbekwaam niveau te ontwikkelen.

Met dit onderzoek wil ik een beter zicht krijgen op de onderdelen van wetenschap en techniek waarbij de startbekwame leerkracht P.O. voldoende is toegerust en op de punten waarop het onderwijsaanbod van wetenschap en techniek op de PABO bijgesteld moet worden.

Het thema van het onderzoek

In het onderzoek richt ik me op vier aspecten van de kennisbasis van aankomende leerkrachten P.O. in verband met wetenschap en techniek. Eerst neem ik de inhoudelijke ontwikkelingen van wetenschap en techniek onder de loep. Daarna bespreek ik verschuivingen in de didactische de aanpak. In het onderzoek komen ook de attitude van de laatstejaars studenten van de PABO, de zgn. 'leraar in opleiding' (LIO) die zich voorbereiden op het examen voor startbekwaamheid, en hun eigen praktijk aan bod.

Ik wil op de eerste plaats weten hoe de LIO's staan tegenover (een toenemend belang van) wetenschap en techniek in hun persoonlijke en professionele opvatting. Dan ga ik na hoe zij zichzelf beoordelen op het in praktijk brengen van enkele wezenlijke didactische uitgangspunten van onderzoekend, ontdekkend en ontwerpend leren. In welke mate en op welke manier brengen zij de op de opleiding aangereikte inzichten in praktijk? Vervolgens wil ik graag weten welke basisbegrippen, kennis en inzichten goed functioneren.

De inhoud van 'wetenschap en techniek' verschilt van het 'natuuronderwijs'. VTB-Pro heeft het onderdeel techniek een vaste plaats gegeven naast het reeds bestaande aanbod. Met deze uitbreiding komt de term 'wetenschap en techniek' in de plaats van de term 'natuuronderwijs'. Anderzijds komen aspecten van natuurbeleving en natuur- en milieu-educatie (NME) bij wetenschap en techniek minder scherp naar voren dan bij het natuuronderwijs het geval is. De aandacht wordt sterker gericht op een inhoudelijke en didactische oriëntatie op natuurwetenschappelijke en technische kennis, inzichten en

vaardigheden. Dit laatste aspect zien we terug in de didactiek van het onderzoekend leren en het ontwerpend leren.

Er zijn verschillende publicaties die de inhoud van natuuronderwijs voor de basisschool ten behoeve van PABO-studenten beschrijven (Kersbergen & Haarhuis, 2006; Oostendorp & Oostendorp, 2002; Thijssen, 2002). Inhoud van de biologie (studie van de levende natuur) komen traditioneel het sterkst tot uitdrukking. Aspecten van de natuurkunde of fysica (studie van niet-levende natuur) blijven dikwijls beperkt en onderdelen van de techniek komen ook aan de orde, zij het meestal zijdelings. Onderdelen van de niet-levende natuur en techniek zijn over het algemeen genomen beperkt tot het fenomenologisch niveau: wat men kan waarnemen, onderzoeken en ondervinden, niet tot het verklaringsniveau, met de achterliggende theoretische concepten.

In de Angelsaksische landen gaat men verder en worden aspecten van 'science' (natuurwetenschappen) veel diepgaander besproken (Appleton, 2006; Clegg, 2007; Gillespie & Gillespie, 2007; Peacock & Sharp, 2008). We zien hier een meer academische dimensie van de inhoud die zich ontplooiert, die gaat in de richting van de "Principles and Big Ideas of Science Education" (Harlen ed., 2010). Deze tendens zal in de te publiceren "Kennisbasis Natuur en Techniek" vermoedelijk ook zichtbaar worden.

Om een goed overzicht te krijgen van de inhoud van wetenschap en techniek is de indeling in de vijf systemen een handige mogelijkheid (Van Keulen & Oosterheert, 2011).

Natuurkundige systemen	(a) structuur, eigenschappen en verandering van materie (b) beweging en kracht (c) energie en omzetting van energie (d) werking op afstand: licht, warmte, geluid, radiogolven, röntgenstraling, seismische golven (e) elektriciteit en magnetisme
Levende systemen	(a) cel en organisme (b) bouw van mens, plant en dier (c) gezondheid, ademhaling, bloedsomloop en spijsvertering (d) levenscyclus en voortplanting (e) soorten, diversiteit, evolutie en uitsterven (f) ecosysteem, voedselketen, landbouw en voeding (g) eiwitten, suikers, vetten, hormonen, DNA en receptoren
Aarde- en ruimtesystemen	(a) structuur van de aarde (lithosfeer, hydrosfeer en atmosfeer) (b) bodem, gesteenten, gebergten, erosie en tektoniek (c) water: zout en zoet, stroming, verdamping en getijden (d) lucht: atmosfeer, stratosfeer (e) seizoenen, klimaat en weer (f) geschiedenis van de aarde (g) zonnestelsel, melkweg, heelal, sterren, oerknal en zwaartekracht

Technische systemen	<p>(a) ontwerpen: functie, programma van eisen, specificaties, beperkingen, innovatie, uitvinding, modelleren, systeem, interface, besturing</p> <p>(b) co0nstrueren: bewerken, gereedschap, materiaal, design, optimaliseren</p> <p>(c) vormen: biotechnologie, nanotechnologie, transporttechniek, medische technologie, huishoudelijke technologie, communicatietechniek, procestechnologie, voedingstechnologie, waterhuishouding</p> <p>(d) effecten: kwaliteit van leven, nadelige bijeffecten, duurzaamheid, klimaatverandering</p>
Mathematische systemen	<p>(a) hoeveelheid: numerieke verschijnselen, kwantitatieve relaties en patronen, getalbegrip, logische operaties</p> <p>(b) vorm en ruimte: ruimtelijke oriëntatie, navigatie, representatie, vormen en figuren</p> <p>(c) verandering en relaties: verbanden, grafieken, tabellen, soorten verandering (bijvoorbeeld lineair of constant)</p> <p>(d) onzekerheid: data, kans.</p>

Voor dit onderzoek komen kennis en inzicht wat betreft de verschillende systemen aan de orde, maar de wiskundige systemen zijn buiten beschouwing gelaten. De aarde- en ruimtesystemen komen maar zijdelings aan bod, want in Nederland is het de gewoonte om, in afwijking van de Angelsaksische landen, geografische aspecten bij de aardrijkskunde onder te brengen.

Ook de didactische inrichting van het natuuronderwijs verandert. In Nederland is het handboek voor de PABO van De Vaan en Marell al enkele decennia een succesrijke publicatie. Hun aandacht is vooral gericht op de didactische aanpak van het ontdekkend, liefst zelfs het spontaan of zelfontdekkend leren (De Vaan & Marell, 2006). Een ontwikkeling in de richting van onderzoekend leren is al zichtbaar en zal, naar mijn oordeel aan belang winnen (Van Graft & Kemmers, 2007). Om een beeld te krijgen van de huidige ontwikkelingen heb ik me eveneens georiënteerd op de actuele ontwikkelingen op het gebied van didactiek voor wetenschap en techniek in verschillende Europese landen.

Deze oriëntatie in de vakliteratuur heeft geleid tot een onderzoek naar verschillende aspecten van de kennisbasis wetenschap en techniek bij aanstaande leerkrachten P.O. Er komen vier aspecten van de kennisbasis op het gebied van wetenschap en techniek aan de orde.

- Attitude, belangstelling en wetenschappelijke geletterdheid
- Eigen didactische inzichten in het onderwijs in wetenschap en techniek
- Eigen didactische aanpak van de LIO
- Functionele kennis en inzichten inzake de inhouden van wetenschap en techniek.

Het onderzoek

Het onderzoek bestond uit een schriftelijke enquête bij 56 LIO's van de Fontys Pabo Eindhoven. Deze studenten kregen, na een inleiding en verantwoording van het onderzoek, een enquêteformulier waarop zij meestal items met vier antwoordmogelijkheden aangeboden kregen. Een enkele keer werd gevraagd vier of vijf begrippen te rangschikken of te ordenen.

De gegevens zijn verzameld tijdens drie sessies. Bij elke sessie waren een kleine twintigtal studenten aanwezig die aan de enquête hebben deelgenomen. Zij waren wel op de hoogte van het feit dat er een enquête zou plaatsvinden, want daarvoor werd tijd in de roosters gereserveerd, maar zij hebben zich daar inhoudelijk of op een andere manier niet op kunnen voorbereiden.

In de enquête kwamen de volgende aspecten aan bod:

- visie op wetenschap en techniek 9 items
→ de student bepaalt in hoeverre hij het met een stelling eens is of niet
- didactiek van natuuronderwijs (met het accent op ontdekkende en onderzoekende leerprocessen) 11 items
- didactiek van techniekonderwijs (met het accent op ontwerpende leerprocessen) 12 items
- het onderwijs in natuur en techniek zoals de student (-LIO) die realiseert 14 items
→ de student bepaalt hoe hij in deze fase functioneert
- de systemen in W&T
 - natuurkundige systemen 10 items
 - levende systemen
 - technische systemen 20 items
 - aarde en ruimte systemen
→ de meeste items zijn vragen met vier antwoordmogelijkheden 10 items
waarvan één correct; bij enkele items werd gevraagd om de opgegeven begrippen te rangschikken. 4 items

De gegevens van de studentenenquête heb ik uitgewerkt en bepaalde aspecten heb ik vergeleken met de praktijk zoals mijn directe collega's en ikzelf die in de praktijk van elke dag op de PABO zien.

Resultaten van het onderzoek

De gegevens van de enquête heb ik geïnventariseerd en vervolgens geanalyseerd, Na een zorgvuldige bestudering kom ik tot het volgende conclusies:

- Een grote meerderheid van de responderende LIO's staan erg positief tegenover het maatschappelijk en onderwijskundig belang van wetenschap en techniek; zij geven aan daar zelf veel waarde aan te hechten en vinden het belangrijk dat leerlingen van de basisschool hiermee goed in contact worden gebracht;

- De meeste respondenten zijn van oordeel dat zij de didactiek die eigen is aan natuuronderwijs behoorlijk beheersen en in redelijke mate in praktijk brengen; opvallend was dat de meer gesloten werkvormen (practicum) en de buitenactiviteiten zoals wandeltocht of veldwerk, beter scoorden bij de eigen praktijkervaring dan echt onderzoek doen waarbij de leervraag van de leerling tot uitgangspunt wordt gekozen;
- Ongeveer de helft van de respondenten geeft aan ook echt iets met techniek gedaan te hebben; meestal gaat het om het onderwerp constructies; er was geen opvallend verschil tussen studenten die wel of niet de profilering techniek gevolgd hadden (maar aangetekend moet worden dat niet iedere student deze optie heeft aangeduid);
- De meeste respondenten geven aan geen gebruik te maken in de eigen praktijk van verschillende benaderingen voor wetenschappen en techniek; ingaan op verschillen in leerstijl en leerbehoeften bij de leerlingen komt bijna niet voor;
- De aangetoonde kennis en inzichten met betrekking tot fysische inzichten is erg wisselend;
- De aangetoonde kennis en inzichten met betrekking tot de biologie is redelijk tot goed te noemen; vele begrippen blijken goed toegepast te kunnen worden;
- de aangetoonde kennis met betrekking tot technische principes is gevarieerd;
- de aangetoonde kennis met betrekking tot de ruimte en de fysische geografie is redelijk.

Mijn commentaar bij de verkregen resultaten is de volgende:

- Het hoeft niet te verbazen dat de meeste studenten positief staan tegenover ontwikkelingen op het gebied van wetenschap en techniek; de Fontys Pabo Eindhoven hecht hieraan ook een bijzonder belang; anderzijds mag ook niet uit het oog verloren worden dat ook studenten misschien een sociaal wenselijk antwoord geven.
- Op het gebied van de didactische aanpak schatten de meeste studenten zich hoog in: de uitgangspunten van de didactiek van wetenschap en techniek worden weliswaar onderschreven, maar naar mijn idee is er een discrepantie tussen het resultaat vanuit de vragenlijst en de praktijk zoals ik die in de begeleiding van studenten ervaar: de meeste studenten dicht bij een gesloten aanpak; ook bij LIO's die de profilering wetenschap en techniek gevolgd hebben komt het zelden of nooit voor dat zij voor een open onderzoek een door de leerlingen zelf gewenste richting aan hun onderwijs (kunnen) geven; een zekere vorm van didactisch optimisme is hun niet vreemd; het is natuurlijk ook mogelijk dat de afwijkende conclusie gebaseerd is op een andere opvatting over open en gesloten vormen van onderwijs;
- De meeste studenten beweren wel van onderzoekend en ontwerpen leren op de hoogte te zijn, maar in de praktijk die ik ook van LIO's zie, is de aanpak meestal gesloten: het practicum met de vooraf gestructureerde aanpak wordt verkozen boven het ingaan op 'echte vragen' van de leerlingen; door de gesloten aanpak blijft ook de mogelijkheid om aan te sluiten bij verschillen in leerstijl en leerbehoeftes van de leerlingen meestal onderbenut;
- Dat de basale kennis met betrekking tot fysica en techniek niet goed scoort is helaas geen verrassing: de aandacht voor inhoudelijke zaken is op de PABO beperkt en deze aspecten komen alleen exemplarisch aan de orde; onze studenten kampen met een groot gemis aan affiniteit met vooral de fysische of natuurkundige inhoud; de verschillen tussen studenten zijn echter wel groot: zo waren begrippen uit het voortgezet onderwijsaanbod bij een aantal respondenten vrij moeiteloos weer paraat;

- De redelijke tot goede beheersing van de biologische begrippen en inzichten verrast niet; ook in de ‘entree-toets mens en wereld’ wordt op het onderdeel biologie meestal hoger gescoord; uit mijn eigen praktijk weet ik dat de begripsniveau meestal redelijk is, maar dat de parate kennis van planten en dieren in de omgeving meestal niet of nauwelijks aanwezig is en bovendien met de nodige *dédain* benaderd wordt.

Op grond van deze resultaten en op grond van de literatuurstudie inzake de verwachte ontwikkeling op het gebied van wetenschap en techniek concludeer ik dat de aankomende leerkrachten P.O. zowel inhoudelijk als didactisch nog veel vorming en ervaring nodig hebben vooraleer zij echt vakbekwaam genoemd mogen worden. Ik ben van oordeel dat de startbekwame leerkracht vooral behoefte heeft aan meer diepgang in zijn studie wetenschap en techniek, dat zijn professionele vaardigheid om onderzoeksprocessen en vormen van onderzoekend, ontdekkend en ontwerpend leren in praktijk te brengen en te begeleiden, maar ook didactisch te duiden, meer diepgang en oefening vergen. Het lijkt mij van onmiskenbaar belang dat het onderwijsaanbod van de PABO daarop inspeelt.

Literatuur

- Appleton, K. (Ed.) (2006). *Elementary Science Teacher Education*. Mahwah: Lawrence Erlbaum.
- Berg, E. van den (red.) (2009). *Kennisbasis Wetenschap en Techniek voor de Pabo (versie 1.0)*. Amsterdam: Expertisecentrum Wetenschap en Techniek Noord-Holland.
- Berg, E. van den (2010). *Natuurwetenschap en techniek in het basisonderwijs. Van hands-on naar minds-on, van manipuleren van objecten naar manipuleren van ideeën*. Amsterdam: HVA Publicaties.
- Boersma, K.Th. e.a. (2007). *Leerlijn biologie van 4 tot 18 jaar*. Utrecht: CVBO.
- Boersma, K.Th., Graft, M. van & Knippels, M.-Ch. (2009). *Concepten van kinderen over natuurwetenschappelijke thema's*. Enschede: SLO.
- Bouwmeester, T. e.a. (2006). *Maken en onderzoeken*. Groningen/Houten: Wolters-Noordhoff.
- Charpak, G., (1996). *La main à la pâte. Les sciences à l'école primaire*. Paris : Flammarion.
- Charpak, G. (dir.) (1998). *Enfants, chercheurs et citoyens*. Paris : Odile Jacob.
- Charpak, G. Léna, P. & Quéré, Y. (2005). *L'Enfant et la Science. L'aventure de La main à la pâte*. Paris : Odile Jacob.
- Clegg, B. (2007). *Getting Science. A teachers guide to exciting and painless primary school science*. London: Routledge.
- Coesèl, M., Schaminée, J. & Duuren, L. van (2007). *De natuur als bondgenoot. De*

- wereld van Heimans en Thijsse in historisch perspectief*. Zeist: KNNV Uitgeverij.
- Copic, J. (2008). *Techniek in de basisschool: gewoon doen!* Antwerpen/Apeldoorn: Garant.
- Giere, R.N. (1988). *Explaining Science: A Cognitive Approach*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Giere, R.N., Bickle, J. & Mauldin, R.F. (2006). *Understanding Scientific Reasoning*. Belmont: Thomson.
- Gillespie, H. & Gillespie, R. (2007). *Science for Primary School Teachers*. Maidenhead: Open University Press.
- Graft, M. van & Kemmers, P. (2007). *Onderzoekend en Ontwerpend Leren bij Natuur en Techniek*. Den Haag: Platform Bèta Techniek.
- Graft, M. van (2009). *De concept-contextbenadering in het primair onderwijs. Deel I. Een conceptueel kader voor natuur en techniek*. Enschede: SLO.
- Harlen, W. & Elstgeest, J. (1996). *UNESCO Sourcebook for Science in the Primary School*. Paris : UNESCO.
- Harlen, W. (2001). *Primary Science: Taking the Plunge*. Portsmouth: Heinemann..
- Harlen, W. e.a. (2003). *Making Progress in Primary Science. A Handbook for professional development and preservice course leaders (2nd ed)*. London e.a.: RoutledgeFalmer.
- Harlen, W. (2006). *Teaching, Learning and Assessing Science 5-12 (4th ed)*. Los Angeles: SAGE.
- Harlen, W. & Qualter, A. (2009). *The Teaching of Science in Primary Schools (5th ed)*. London: Routledge.
- Harlen, W. (Ed.)(2010). *Principles and big ideas of science education*. Hartfield, Herts: Association for Science Education.
- Kersbergen, C. & Haarhuis, A. (2006). *Natuuronderwijs inzichtelijk*. Bussum: Coutinho.
- Keulen, H. van & Oosterheert, I. (2011). *Wetenschap en techniek op de basisschool*. Groningen/Houten: Noordhoff.
- Lamap (2000). *La main à la pâte et le Plan de rénovation de l'enseignement des sciences et de la technologie à l'école. Guide de découverte*. Paris : Académie des sciences e.a.
- Oostendorp-Bourgonjon, C.L. & Oostendorp, P.J. (2002). *Natuur & Didactiek. Bronnenboek*. Groningen/Houtem: Wolters-Noordhoff.
- Peacock, G. & Sharp, J. (2008). *Primary Science: Knowing and Understanding*. Exeter: Learning Matters

- Pirsig, R. (1974). *Zen en de kunst van het motoronderhoud. Een onderzoek naar waarden*. Amsterdam: Bet Bakker.
- Sharp, J. e.a. (2008). *Primary Science: Teaching Theory and Practice*. Exeter: Learning Matters.
- Slangen, L. (2006). *Techniek: Leren door doen*. Baarn: HB Uitgevers.
- Thijssen, J. (red.)(2002). *Natuuronderwijs voor de basisschool. Een domeinbeschrijving als resultaat van een cultuurpedagogische discussie*. Arnhem: Citogroep.
- Vaan, E. de & Marell, J. (2006). *Praktische didactiek voor natuuronderwijs*. Bussum: Coutinho.

PCS Edventures Academy of Engineering

LOU SLANGEN, FONTYS PABO LIMBURG

Inleiding

In Nederland wordt gediscussieerd over de voor- en nadelen van voorgestructureerde kant-en-klare leermiddelen voor het wetenschaps- en techniekonderwijs. Regelmatig wordt gesteld dat deze leermiddelen weinig inhoudelijk verdiepende ondersteuning van de leerkracht vereisen en leerlingen aanzetten tot receptuurachtig werken. Leerlingen doen veel, maar begrijpen niet wat ze doen en leren derhalve te weinig. Desondanks zijn zelfsturende kant-en-klare leermiddelen populair omdat ze makkelijk inpasbaar zijn in het onderwijsprogramma. Willen we dit voordeel behouden, dan moeten we zoeken naar kant-en-klaar materiaal dat leerlingen wel uitdaagt tot nadenken; materiaal dat leerlingen onderzoekend en ontwerpend kan laten leren. Een leermiddel dat op het eerste zicht aan deze eis voldoet is de Amerikaanse leergang “Academy of Engineering” van PCS Edventures. We willen via een kwalitatief en exploratiefonderzoek de bruikbaarheid van dit leermiddel in de praktijk verkennen.

De Academy of Engineering

De Academy of Engineering is een leergang rond drie modules waarin basisconcepten van mechanisch ontwerpen en construeren verkend worden. De modules zijn “simple machines”, “power transfer” en “gear trains”. De leergang wordt geleverd met een gesorteerde kast met voldoende constructiemateriaal om tien groepjes van twee leerlingen tegelijkertijd te laten werken. De leergang is uitgewerkt voor Fisher Technics en voor Lego constructiemateriaal.



Iedere module bestaat uit een aantal units die een mechanisch principe aan de orde stellen. Iedere unit kent een identieke opbouw die begint met twee gesloten opdrachten, gevolgd wordt door twee uitdagingen (moeilijke opdrachten met meer vrijheidsgraden) en afsluit met een vrij leerlingenproject. De gesloten opdrachten zijn bedoeld om het materiaal en de concepten te verkennen.

Via de uitdagingen kunnen de leerlingen zelf iets ontwerpen, bouwen of verbeteren. Er zijn suggesties, hints en experimenteervragen. Het eigen project is gericht op het bedenken, maken en toepassen van een eigen ontwerp, passend bij het onderzochte principe.

De leergang van de Academy of Engineering is grotendeels zelfsturend maar vraagt van de leerkracht kennis van technische principes. Hierover is informatie beschikbaar voor de leerkracht. De leeractiviteiten die in het programma opgenomen zijn worden per unit verantwoord langs doelen uit verschillende standaarden zoals ITEA Technology Content Standards, AAAS Benchmarks for science literacy, Core knowledge sequence for science, en het National Curriculum of the UK.

De vraagstelling

De vragen die we wilden beantwoorden zijn:

1. Hoe wordt het materiaal in de onderwijspraktijk toegepast?
2. Wat leren de leerkrachten zelf van het voorbereiden en begeleiden van deze modules?
3. Hoe werkt de lesopzet bij Nederlandse leerlingen?
4. Past het materiaal bij een onderzoekende en ontwerpende didactiek?
5. Welke concrete ervaringen met het materiaal worden opgedaan?

Onderzoeksopzet

We hebben de eerste vier units van de module *Simple Machines* vertaald in het Nederlands en door leerkrachten van zeven scholen laten uitproberen. De units hebben betrekking op de hefboom, het hellend vlak, wielen en assen, en katrollen. We hebben gekozen voor het Fisher Technics materiaal. De overweging hierbij is dat dit materiaal minder bekend is dan Lego zodat de startpositie voor alle kinderen (met name ook voor jongens en meisjes) zo gelijk mogelijk is. De school kreeg het materiaal enkele maanden ter beschikking met het verzoek de vier units uit te voeren. Leerkrachten kregen in een introductiebijeenkomst uitleg over de structuur van de leergang en materialen. De organisatie en uitwerking is aan de leerkrachten overgelaten. Wel is gestimuleerd dat de leerkrachten zich verdiepen in de achtergrondkennispagina van iedere unit.

In semi-gestructureerde interviews gemodelleerd op de vijf hoofdvragen hebben we de leerkrachten enige malen bevraagd over hun praktijkervaringen met en opvattingen over het materiaal.

Resultaten

Hoe is het materiaal ingezet?

Het materiaal is in groepen 5 t/m 8 ingezet. De meeste ervaringen zijn opgedaan in de groepen 6 en 7. Er is ruim de tijd genomen om het materiaal uit te proberen. Het materiaal is tussen de 8 en 16 weken gebruikt. Meestal hebben een aantal tweetallen gewerkt aan opdrachten uit de leergang. Er is mee gewerkt binnen of buiten de klas en daarbij zien we twee manieren van aanpak. Sommige leerkrachten laten de tweetallen zelfstandig aan de leergang werken en begeleiden op afstand terwijl ze zelf les geven aan de overige leerlingen. Op afroep waren deze leerkrachten beschikbaar voor het beantwoorden van vragen. Andere leerkrachten rouleren langs de groepjes, houden het proces in de gaten en kiezen momenten om te interveniëren en zijn beschikbaar om vragen te beantwoorden. Één leerkracht heeft voorafgaand aan het werken in groepjes een klassikale introductie verzorgd waarna de hele klas in tweetallen de opdrachten uitvoerde. Een aantal leerkrachten heeft alle leerlingen met het materiaal laten werken. In twee scholen heeft men het materiaal ingezet als keuzemateriaal voor een deel van de leerlingen. In de meeste scholen werkten de tweetallen gemiddeld een keer per week 45-60 minuten aan het materiaal. In één school werkten de groepjes iedere dag in korte tijdseenheden van 20 minuten. In een andere school werd in perioden van anderhalf uur gewerkt.

Is de leerroute uit de units gevolgd?

Één leerkracht heeft voordat de leerlingen aan een unit begonnen een klassikale instructieles over het onderwerp verzorgd. De meeste leerkrachten hebben de leerlingen zelfstandig de leergang laten doornemen. De meeste tweetallen zijn begonnen bij unit 1. In één school heeft men de leerlingen laten kiezen welke unit ze wilden uitvoeren. Er werden geen

problemen ervaren als eerdere units niet uitgevoerd waren. In geen enkele school hebben de leerlingen alle vier de units doorlopen. Als reden werd vooral gebrek aan tijd genoemd. De uitdagingen zijn meestal uitgevoerd maar de eigen projecten veel minder. De leerkrachten stellen dat leerlingen deze niet binnen de beschikbare tijd kunnen uitvoeren. In het algemeen werd aangegeven dat de eerste twee projecten van een unit binnen anderhalf uur uitgevoerd kunnen zijn. Met de uitdaging en eigen project erbij schat men dat ongeveer 4 á 5 uur per unit nodig is. Volgens de meeste leerkrachten vraagt de leergang dan teveel tijd binnen het onderwijsprogramma. Een leerkracht vermeldt dat de eigen projecten vooral door de bovengemiddeld technische kinderen werden gedaan. De leerkrachten geven aan dat ze niet bewust gestuurd en begeleid hebben op het uitvoeren van de eigen projecten. Over de uitvoering van de uitdagingen en projecten geeft een leerkracht aan: *“Open opdrachten zoals uitdagingen en projecten slaan we vaak over en we geven kinderen ook niet het gevoel dat ze er de tijd voor kunnen nemen. Om te werken vanuit een ontwerpcyclus moet je de kinderen tijd geven. Hoewel we dat wel willen komt het niet van de grond omdat wij en de kinderen er niet aan gewend zijn. We zouden het eigen project één of twee maal klassikaal moeten begeleiden.”*

Hoe is het werken met werkbladen en materiaal georganiseerd?

Alle leerkrachten gebruikten de werkboekjes in kleur en gaven leerlingen zwart-witkopieën om aantekeningen te maken en vragen in te vullen. Dit functioneerde goed. In sommige groepen hebben de leerlingen zelf de constructiematerialen in de kast opgezocht en in andere groepen werden bakjes met benodigdheden vooraf klaar gemaakt. Hierbij werden onderwijsassistenten of ouders ingeschakeld. Ten aanzien van de organisatie van materiaal werden weinig problemen ervaren. Het materiaal is over het algemeen goed hanteerbaar maar leerlingen moeten wel wennen aan het Fisher Technics constructie principe. Daarvoor zou je een aparte leerfase moeten invoeren. Na verloop van tijd herkenden ze de onderdelen goed.

Wat verstaan leerkrachten onder w&t en hoe past het materiaal daar bij?

De meeste leerkrachten omschrijven wetenschap als iets onderzoeken en dat kan volgens hen met allerlei middelen. Techniek is volgens hen het ontwerpen en maken van zaken. De leergang zet volgens de meeste leerkrachten de kinderen aan om iets te maken en de uitdagingen en projecten nodigen uit tot ontwerpen en verbeteren. De projecten laten de leerlingen onderzoeken hoe een technisch product functioneert. Eén leerkracht vindt het materiaal expliciet meer geschikt voor techniek dan voor wetenschap. *“Het materiaal is ontwerpend hoewel we niet altijd aan de eigen projecten zijn toegekomen. Wetenschap is weten hoe zaken in elkaar zitten. Het toepassen van dat weten is techniek.”* Volgens de meeste leerkrachten is het materiaal geschikt voor onderwijs in wetenschap en techniek. De achtergrondinformatie maakt de onderliggende principes voldoende duidelijk.

Is de achtergrondinformatie bestudeerd voor het in de groep is gebruikt?

De meeste leerkrachten hebben de achtergrondinformatie vooraf bestudeerd. Verschillende leerkrachten geven aan dat het belangrijk is dat ze zich voorbereiden door de constructies te bouwen en de tekst te lezen. Twee leerkrachten hebben deze kennis ook gebruikt om klassikaal te bespreken. De meeste leerkrachten geven aan dat ze de bijgeleverde inhoudelijke informatie praktisch vinden omdat de ze de belangrijkste kennis bij het onderwerp geeft. De meeste leerkrachten vonden het ook noodzakelijk dat de leerkracht

enige kennis heeft over het onderwerp. Daardoor kunnen ze beter introduceren, begeleiden, reflecteren en verklaren.

Wat vinden leerkrachten over hun kennis en inzicht?

Enkele leerkrachten geven aan dat het werken met de leergang hun eigen kennis heeft uitgebreid en geconcretiseerd. De meeste leerkrachten vermelden dat ze door het bestuderen van het materiaal voldoende kennis en inzicht van de technische principes hebben gekregen om de leerlingen te begeleiden, om een voorbereidende les in te richten, om de vragen te beantwoorden, maar ook om gericht vragen te stellen. Eén leerkracht vond sommige onderdelen zelf erg moeilijk en heeft deze onderdelen dan ook niet met kinderen gedaan.

Wat is er geleerd over eenvoudige machines (Hefbomen, Hellend vlak, Wiel en As, Katrollen)?

De meeste leerkrachten kunnen niet specifiek aangeven wat ze bijgeleerd hebben. Ze vermelden in algemeen *“Ik heb meer zicht gekregen op hefboomen, hellend vlak, wiel en as en katrollen.”* Enkele leerkrachten die wel specifiek worden genoemd bijvoorbeeld: *“het effect van het verlengen van de hefboom, het hellend vlak bij schansspringen, hefboomen de verschillende types, dat katrollen het gewicht blijven halveren bij meer katrollen, de werking van een klauwhamer, de werking van de wig en bijl.”* Sommige leerkrachten geven aan dat ze nu beter de grote lijnen snappen en weten wat belangrijke en lastige punten zijn, waardoor ze kinderen beter kunnen helpen.

Hoe zijn de leerlingen begeleid bij de verschillende onderdelen?

De meeste leerlingen hebben zelfstandig in tweetallen gewerkt. Indien nodig werden ze ondersteund door de leerkracht of in één geval door een ouder. In twee situaties is vooraf een groepsinstructie gegeven. Bij het maken van de constructies uit de projecten bleek niet veel hulp nodig. Enkele leerkrachten vinden het Fisher Technics materiaal niet zo geschikt, maar de meesten vonden het materiaal geen echt probleem. De meeste ondersteuning werd gegeven bij het zoeken van onderdelen, onderdelen losmaken en bevestigen. Bij de uitvoering van de experimenten en uitdagingen werden antwoorden gegeven op vragen, werden leerlingen via vraaggesprekjes gericht op de principes, werd doorgevraagd en gereflecteerd op oplossingen. Enkele leerkrachten geven aan dat jongere leerlingen de denkvragen en de open vragen lastig vonden. Dit was geen probleem in de hogere groepen. De teksten waren voor sommige leerlingen (vooral in de lagere groepen) te moeilijk en dan moest de leerkracht toelichting geven.

Hebben de leerlingen de benodigde inhoudelijke steun gekregen?

De meeste leerkrachten geven aan dat het goed mogelijk was de gevraagde steun bij de projecten en uitdagingen te geven. In een enkel geval was meer kennis en inzicht nodig dan de leerkracht kon bieden. De achtergrondkennis was noodzakelijk. Met de begeleiding van de eigen projecten werden wel problemen ervaren. De meeste leerkrachten gaven aan te weinig zicht te hebben op wat leerlingen met het eigen project hadden gedaan. Soms waren leerlingen begonnen met project maar was het niet afgemaakt omdat het te moeilijk of niet aantrekkelijk werd gevonden. Verschillende leerkrachten geven daarover de volgende opmerkingen: *“Open vragen vinden leerlingen moeilijk en slaan ze snel over. We leren kinderen niet met open opdrachten en onderzoeksvragen om te gaan. We moeten kinderen daarom juist intensief begeleiden bij het uitvoeren van open projectwerk. We verwachten te*

snel bij open opdrachten dat ze dat wel kunnen terwijl dat juist het moeilijkste en belangrijkste in een echt leerproces is. Ik heb in een ander project geëist dat ze onderzoeksvragen formuleerden, dan leren ze wat een goede onderzoeksvraag is. Als kinderen alleen werken aan bijvoorbeeld een project haal je niet die diepgang die je met vragen kunt stellen. Ook kun je kinderen dan niet bij moeilijkheden helpen.”

Wat zijn de ervaringen met de opdrachten, uitdagingen en het eigen project?

De projectopdrachten lukten bij de meeste leerlingen goed. Bij voldoende tijd waren ook de uitdagingen uitvoerbaar maar veel leerlingen kwamen er niet aan toe. Volgens de leerkrachten doen ze in de uitdagingen ontdekkingen, er komen aha-momenten, en begrijpen ze beter hoe bepaalde fenomenen en achterliggende principes werken. Ze leren ook natuurkundige en technische principes gebruiken en toepassen. De leerkracht moet wel helpen de ervaringen te expliciteren. Leerlingen missen de vaardigheid om conclusies te trekken en kinderen schrijven deze zelden op. Volgens één leerkracht is het beter de uitdagingen klassikaal te bespreken: dat maakt de leerervaring duidelijker. Bij de uitdagingen haakten ook een aantal kinderen af omdat ze moeite hebben met de open vragen/opdrachten. Slechts weinig leerlingen hebben eigen projecten gedaan. Hier zijn verschillende redenen voor: vaak te weinig tijd voor gekregen, opdracht niet aantrekkelijk, te moeilijk voor sommige leerlingen, organisatie niet altijd mogelijk. Enkele kinderen hebben wel eigen projecten gedaan maar niets opgeschreven. Enkele leerkrachten geven aan dat sommige kinderen een project moeilijk vinden omdat ze zoiets zelden op deze wijze doen. Een leerkracht vraagt zich af of de kinderen door het werken met dit materiaal de principes beter zullen begrijpen. *“Bij kinderen met technisch inzicht versterkt het begrip van principes, zij kunnen hun talenten doorontwikkelen. Kinderen zonder inzicht doen stapje voor stapje wat moet maar begrijpen het toch niet echt en de manuele activiteit voegt niets toe, het inzicht blijft ontbreken.”*

In hoeverre is er sprake van een onderzoekende en ontwerpende didactiek?

De meeste leerkrachten geven aan dat elke unit begint met voor- en nadoen en dit is ontwerpend noch onderzoekend. Door constructies te manipuleren bestuderen de leerlingen bepaalde verschijnselen, en dit maakt wel nieuwsgierig. De uitdagingen en het eigen project nodigen wel uit tot ontwerpende didactiek. Maar niet alle kinderen kunnen met onderzoeken en ontwerpen uit de voeten. Sommige leerkrachten geven aan dat ze leerlingen vooral helpen door het stellen van vragen om ze te laten nadenken over wat er gebeurt. *“Als ik er bij zat vroeg ik veel door, hoe kunnen bepaalde dingen.”* Een verslag maken van onderzoeksopzet, aanpak en resultaten zijn veel kinderen op school niet gewend. Ze formuleren vaak hun beleving van de activiteit in plaats van wat of hoe ze onderzocht hebben. Kansen voor ontwerpen en onderzoeken zijn voldoende in de leergang opgenomen.

Leren kinderen procesvaardigheden voor ontwerpend en onderzoekend leren?

Volgens de leerkrachten is een aantal procesvaardigheden impliciet aanwezig. Het vraagt begeleiding om leerlingen deze vaardigheden bewust en systematisch te laten toepassen. De leerkrachten herkennen praktisch redeneren, visualiseren en modelleren bij het maken van de constructies. Volgens de leerkrachten kunnen leerlingen met het materiaal systematisch experimenteren, voorspellen, observeren, meten, gegevens vastleggen, verklaringen zoeken. De activiteiten laten leerlingen op een concrete manier abstracte inzichten ervaren. Zoals een leerkracht aangeeft: *“Met de blokjeswerper kun je het verschil van de afgelegde afstand in relatie tot de lengte van de arm onderzoeken. Leerlingen zien de*

resultaten terug in het concrete maar daar moet een leerkracht iets mee doen. Inzichten komen niet vanzelf.” Meerdere leerkrachten geven aan dat het belangrijk is dat ze met kinderen gesprekken voeren over de onderzochte ervaringen. De leerlingen komen zelf weinig toe aan expliciteren en opschrijven van deze zaken. Ze zijn dit niet gewend.

Valt er iets te zeggen over verschillen tussen leerlingen?

De leerkrachten geven aan dat het materiaal te veel leeswerk heeft voor de lagere groepen, met name groep 5. Het materiaal is goed uitvoerbaar maar in de normaal beschikbare tijd voor w&t niet zonder meer haalbaar. Er zijn geen verschillen tussen jongens en meisjes opgemerkt. Beiden vinden het materiaal net zo leuk. Meisjes houden zich meer aan de stapsgewijze structuur en het lezen van de tekst in de projectopdrachten. Jongens gaan vaak exploreren aan de hand van de plaatjes en zonder teksten in de boekjes te lezen. Sommige kinderen (jongens en meisjes) lijken ondanks dat ze nooit met Fisher Technics hebben gewerkt snel met het materiaal uit de voeten te kunnen. Volgens een leerkracht zijn dat de techniek talenten die altijd al opvallen. Misschien is het materiaal geschikt om techniek talent te herkennen. Kinderen die vaker met constructiemateriaal werken lijken ook gemakkelijker met dit materiaal uit de voeten te kunnen.

Wordt het materiaal verbonden met andere curriculum onderdelen?

Volgens de leerkrachten zijn er verschillende mogelijkheden om de activiteiten met andere vakken te verbinden. Een voorbeeld zijn de katrollen met het gewicht van blokjes die techniek met wiskunde en rekenen verbinden. Het vertaalde materiaal mist de toepassingscontexten die in de Engelse versie via boeken en video's beschikbaar zijn. Sommige leerkrachten hebben zelf een verbinding gemaakt, bijvoorbeeld met geschiedenislessen. Een enkele leerkracht ziet de leergang als te specifiek en niet essentieel voor techniek in de basisschool. Deze leerkracht vindt dat het materiaal beter geïntegreerd kan worden in de gangbare methodes. De meeste leerkrachten vinden dat je de leergang wel kunt verbinden met andere methodes, door vanuit de methode betekenisvolle contexten aan te leveren. Sommige leerkrachten geven aan dat het materiaal via de constructie principes een goede verbinding naar de dagelijkse praktijk laat zien, zoals naar een hijskraan, deurknop, en hellingbaan. De meeste leerkrachten zien geen duidelijke relatie met beroepen.

Wat hebben de leerlingen van het werken met dit materiaal geleerd?

Veel leerkrachten geven aan dat de leerlingen op een betekenisvolle manier verschillende technische principes hebben leren begrijpen. Het is wel pittig materiaal voor een aantal kinderen maar ze begrijpen er meer van door de concrete toepassing. Volgens een leerkracht *“...moet je wel uitkijken dat het niet alleen om het bouwwerkje gaat maar ook om de principes. Het reflecteren op verschijnselen, verschillen, overeenkomsten is belangrijk, anders blijft niet zoveel hangen.”* Verbinden met een concrete dagelijkse situatie levert veel op om principes te leren. Een leerkracht zegt: *“Dat bewust maken doen we te weinig.”* Als je het eigen ontwerp overslaat mis je iets belangrijks. Volgens een leerkracht: *“Wij zijn niet gewend aan onderwijs waar leerlingen leren via zelf ontwerpen. Als het voor een aantal kinderen moeilijk is denken we dat we het niet moeten doen.”*

Verbetert het materiaal het techniekonderwijs?

Leerkrachten vinden dat dit materiaal hun techniekonderwijs enigszins verbetert vooral wat betreft de constructieve onderdelen en voor processen als tekeningen lezen, principes begrijpen, openen van de black box, en aandacht voor ontwerpen. Het materiaal is een

goede aanvulling omdat kinderen eigen inbreng kunnen hebben en het lijn brengt in het leren van constructieprincipes.

Conclusies

Leerkrachten die met het materiaal gewerkt hebben vinden overwegend dat de leergang Academy of Engineering geschikt is om leerlingen een aantal fundamentele inzichten in het functioneren van mechanische constructies te leren. De combinatie van een tamelijk gesloten, oriënterend begin gevolgd door exploratie en verdieping op basis van een eigen project, wordt gewaardeerd. Het eigen project dat leerlingen doen kan gezien worden als een goede manier om op een onderzoekende en ontwerpende manier technische concepten te verankeren en wendbaar te maken.

We constateren wel dat leerkrachten nog te weinig begeleiding en passende sturing weten te bieden op de open onderdelen. Leerkrachten willen leerlingen wel op een onderzoekende en ontwerpende manier laten leren, maar kunnen dit nog onvoldoende organiseren en in de praktijk brengen. Tijdens de uitdagingen en projecten is vaak ondersteuning of kennisinbreng nodig. Het valt op dat de meeste leerkrachten zich hier niet van bewust zijn. Aan de andere kant zien we dat leerkrachten investeren in het zich eigen maken van de noodzakelijke kennis en vaardigheden.

sCOOLlab en het vermogen van leerkrachten basisonderwijs om te gaan met open leermiddelen

Marcel Gijsen, Pabo Hogeschool Zuyd

Aanleiding en inleiding

Wetenschap en techniek in het primair onderwijs is een vakgebied dat over veel meer dan alleen techniek en natuur op een hoog en abstract niveau gaat. Het gaat om vragen stellen, om nieuwsgierigheid, om onderzoekend leren en de implementatie daarvan op de eigen school. Niet ver weg in een laboratorium, maar juist heel dichtbij in de alledaagse praktijk.

Wetenschap en Techniek draagt bij aan de ontwikkeling van nieuwsgierigheid, creativiteit en oplossend vermogen van kinderen. Kinderen hebben van nature een onderzoekende en ontdekkende houding. Aandacht voor wetenschap en techniek op de basisschool is daarom belangrijk. Immers, de nieuwsgierige leerlingen van nu zijn de gekwalificeerde technici en kundige onderzoekers voor later. Om dat te stimuleren is enthousiasme en betrokkenheid, maar ook kennis en vaardigheden van leerkrachten van groot belang voor de ontwikkeling van kinderen.

De talenten van kinderen in Nederland worden, ook in vergelijking met het buitenland, helaas nog niet optimaal benut. Basisschoolleerlingen en leraren komen te weinig in aanraking met wetenschap en techniek en dan is er nog de zorgelijke achterstand van Nederlandse kinderen op het gebied van probleem -oplossen. Dit geldt voor rekenen maar ook voor wetenschap en techniek.

Leraren spelen bij alle onderwijsinnovaties een cruciale rol. Via het Programma VTB-Pro hebben 10.000 leraren en pabo-studenten kennis gemaakt met wetenschap en techniek. Zij hebben ervaren hoe deze boeiende wereld kinderen meesleept in een spannend leerproces.

Het betekent dat alles draait om het talent van kinderen en dat via dat talent de weg omhoog wordt gezocht. Goede leermiddelen en goede leerkrachten zijn daarbij onmisbaar. Een zo'n goed leermiddel is sCOOLlab. De vraag is alleen of leerkrachten in staat zijn hier goed mee om te gaan.

“Ik hoor en ik vergeet. Ik zie en ik onthoud. Ik doe en ik begrijp. Aldus Confucius. Het onderwijs wordt leuker, kinderen pikken het veel beter op en ontwikkelen de nieuwsgierigheid om zelf meer te ontdekken. Ook in het ontwikkelen van de technische competenties. En daar speelt sCOOLlab op in. Kinderen kunnen spelenderwijs en interactief kennis maken met ‘de wetenschap’, met deze echte ‘sCOOL-laboratoria’. En omdat zien doet geloven, wordt op deze manier de leerstof beter verankerd in het geheugen van de leerlingen. Het sCOOLlab is op school aanwezig en kan in bestaande lessen worden ingepast.”

Aldus een beschrijving van DSM over het sCOOLlab. Ongeveer 450 van deze mobiele laboratoria, met een schat aan materiaal voor chemische experimenten, zijn aan Limburgse

scholen voor primair onderwijs uitgedeeld naar aanleiding van het 100-jarig bestaan van DSM. sCOOLlab is een krachtig leermiddel gericht op de leerling die leert door te onderzoeken, te handelen en waar te nemen, met verklaringen en kennis als opbrengst, en onverwachte gebeurtenissen, omdat proeven anders lopen dan gedacht, als waarschijnlijk bijverschijnsel. De verwachting was dat leraren dit aantrekkelijk zouden vinden en het leermiddel intensief zouden gebruiken zodat het zich een prominente plek binnen de basisschool zou verwerven. In gesprekken met scholen en uit een kleinschalig onderzoek uitgevoerd door een pabostudent in 2008 bleek dat dit niet de praktijk is geworden. Blijkbaar zijn er factoren die verhinderen om sCOOLlab systematisch in te zetten tijdens lesactiviteiten.

Contrasterend hiermee is het succes van enigszins vergelijkbare leskisten zoals “Het Ontdekkasteel”, “Techniektorens” en “Technokist”. Deze zijn breed bekend zijn en worden op veel scholen regelmatig gebruikt. Een belangrijk verschil is dat deze leskisten een veel meer gesloten opdrachtstructuur kennen. Er zijn duidelijke opdrachten, de lesuitvoering is beschreven en het eindproduct of eindresultaat staat vast. Mogelijk is dit verschil tussen open en gesloten voor veel leerkrachten bepalend voor het wel of niet gebruiken van sCOOLlab.

Onderzoeksopzet

De HRM-afdeling van DSM heeft gevraagd onderzoek te doen naar het gebruik van sCOOLlab en mogelijke interventies voor te stellen die het gebruik van sCOOLlab zouden kunnen verbeteren.

In dit onderzoek is uitgegaan van de veronderstelling dat sCOOLlab zelf zorgvuldig is samengesteld en inhoudelijk functioneel en adequaat is, dus dat ongeschiktheid niet de reden kan zijn voor eventueel ongebruik. De vraag waarom sCOOLlab dan toch niet gebruikt wordt is geoperationaliseerd als een onderzoek naar kenmerken en beroepspraktijk van de leerkracht. De hypothese die aan het onderzoek ten grondslag ligt is de gedachte dat leraren met een open, nieuwsgierige attitude eerder geneigd zijn sCOOLlab in te zetten dan leraren die terugschrikken voor open proefjes en experimenten.

Het onderzoek richt zich op drie aspecten: kenmerken van leerkrachten, gebruikte leermiddelen, en kenmerken van het onderwijs, met name of het activiteit- dan wel doelgericht is.

Hiertoe is een vragenlijst ontwikkeld met stellingen te waarderen op een driepunt-schaal (mee eens - ik twijfel - niet mee eens) en ruimte voor toelichtingen. Ook is gevraagd naar een aantal algemene gegevens, zoals sexe, leeftijd, aantal jaren onderwijservaring, functie, groep waaraan lesgegeven wordt, en aanwezigheid op school specifieke (W en) techniekmethode, Techniektorens, Ontdekkasteel, kant en klare leskisten, sCoollab, zelf ontwikkelde leskisten en specifieke W&T literatuur.

De enquête is tot stand gekomen naar aanleiding van de verkenning en inventarisatie en na een eerste interne beoordeling door collega's van de pabo tijdens een netwerkbijeenkomst aan leerkrachten uit het programma Verbreding Techniek Basisonderwijs (VTB) tranche 5 voorgelegd. De opmerkingen en aanvullingen die zijn gemaakt zijn verwerkt tot de definitieve versie:

- | | |
|----|---|
| 1 | Ik vind Wetenschap en Techniek een waardevol onderdeel van het onderwijsaanbod |
| 2 | Ik heb een duidelijk beeld van de rol van Wetenschap en Techniek in mijn onderwijspraktijk |
| 3 | Wetenschap en Techniek moet geïntegreerd worden in andere vakken |
| 4 | Ik pas bestaande lesconcepten geregeld aan om mijn doelen te bereiken |
| 5 | In mijn weekplanning is voldoende ruimte voor Wetenschap en Techniek |
| 6 | Wetenschap en Techniek vinden mijn collega's belangrijk |
| 7 | Wetenschap en Techniek doet recht aan talentontwikkeling bij kinderen |
| 8 | Lesmateriaal voor Wetenschap en Techniek is ruim voorradig in de omgeving van de school |
| 9 | Kant en klare leskisten nodigen onvoldoende uit tot onderzoek bij kinderen |
| 10 | Ik heb behoefte aan <u>scholing</u> op het gebied van W&T |
| 11 | Ik heb behoefte aan <u>praktijk</u> ondersteuning op het gebied van W&T |
| 12 | De omstandigheden, (o.a. fysiek, organisatorisch, budget) bij mij op school dragen bij om W&T te kunnen doen |
| 13 | Ik vind het een uitdaging actuele W&T activiteiten samen met kinderen uit te proberen |
| 14 | W&T activiteiten in de klas moeten actieve en dynamische lesmomenten voor kinderen zijn |
| 15 | Binnen het onderwijsprogramma vind ik voldoende ruimte voor W&T |
| 16 | Kant en klare leskisten zijn aantrekkelijk aangezien dit geen extra voorbereidingstijd vergt |
| 17 | Ik kan goed omgaan met een open organisatievorm tijdens W&T activiteiten |
| 18 | Ik vind het moeilijk een inhoudelijk goede les voor te bereiden |
| 19 | Ik bespreek W&T regelmatig met mijn collega's |
| 20 | Ik heb duidelijke doelen voor ogen wat W&T voor het kind moet opleveren |
| 21 | Ik toets mijn W&T doelen regelmatig op <u>klassenniveau</u> |
| 22 | Ik toets mijn W&T doelen regelmatig op <u>schoolniveau</u> |

De vragen zijn bedoeld om zicht te krijgen op:

- | | |
|---|--------------------------|
| - kader W&T | (vraag 1) |
| - attitude leerkracht | (vraag 2-3-7-9-13-14-16) |
| - schoolcontext/materialen | (vraag 5-6-8-12-15-19) |
| - doelen (ped./didactisch) en opbrengsten | (vraag 4-17-18-20-21) |
| - hulpvraag | (vraag 10-11) |

Een aantal vragen dient tevens als controlevraag (o.a. 9-16, 10-18, 1-20, 1-3)

Medio oktober 2010 vond de testfase plaats, de enquête is in november 2010 opengesteld. De enquête is ruim 36 dagen toegankelijk geweest voor leerkrachten uit het primair onderwijs. Deze zijn benaderd via bestaande VTB-(pro)kanalen en via bestuurs- en netwerkkanalen in andere regio's. Jammer genoeg is een deel van de gegevens, digitaal

verloren gegaan tijdens de verwerking van de enquête, dit betekent dat er van de oorspronkelijke 163 respondenten er 101 zijn behouden.

Resultaten

Algemene kenmerken

60% van de respondenten is vrouw. 89% is leerkracht, 3 % vakdocent, 6% directielid. De helft is ouder dan 51 jaar, een kwart heeft een leeftijd tussen 20-35 en een kwart tussen 36-50. 31% zit meer dan 30 jaar in het onderwijs. De groep die minder dan 10 jaar in het onderwijs zit is in de enquête laag vertegenwoordigd. 46% is werkzaam in groep 7-8; 38 % in groep 5-6; 28% in groep 3-4 en 20% in groep 1-2. Het merendeel van de ondervraagden, 76 %, geeft aan op een VTB-school te werken. 60% van de benaderden geeft aan dat er gebruik is gemaakt van VTB-pro scholing, bij 14% het gehele team.

Leermiddelen

Het merendeel geeft aan geen specifieke W&T methode te hebben of te gebruiken. Bijna de helft, 48%, heeft de Techniektorens op school. 37% geeft aan het sCOOLlab in huis te hebben. 33% heeft zelfontwikkelde leskisten. 22% geeft aan “kant en klare” leskisten ter beschikking te hebben.

Activiteitgerichtheid versus doelgerichtheid

De respons op de stellingen is als volgt:

- 41% twijfelt over het hebben van een juist beeld van W&T in de onderwijspraktijk.
- 38% twijfelt over het aanpassen van bestaande lesconcepten om doelen te bereiken.
- 93% ziet het belang van W&T in de talentontwikkeling bij kinderen.
- Kant en klare leskisten nodigen uit tot onderzoek volgens 45%, terwijl 45% hieraan twijfelt.
- Er is geen duidelijke scholingsbehoefte, zegt 33%. 42% twijfelt.
- Meer dan de helft van de ondervraagden geeft aan behoefte te hebben aan praktijkondersteuning op het gebied van W&T.
- 72% van de deelnemers geeft aan dat er op school een gunstig klimaat is voor W&T.
- Ongeveer driekwart van de ondervraagden geeft aan actuele W&T activiteiten als een uitdaging te ervaren.
- W&T moet actief en dynamisch zijn vindt 95% van de ondervraagden.
- 77% is overtuigd van de zin van vakintegratie, maar 45% twijfelt over de ruimte binnen het onderwijsprogramma.
- Minder voorbereidingstijd is een argument om te kiezen voor kant en klare leskisten, zegt 65%.
- Tweederde van de ondervraagden vindt het moeilijk of heeft twijfels bij het voorbereiden van een goede W&T les.
- 66% geeft aan goed om te gaan met een open organisatievorm bij W&T.
- Intercollegiaal overleg over W&T vindt bij 41% regelmatig plaats.
- Het toetsen van doelen op klassen- en schoolniveau vindt weinig plaats, dit betreft in beide gevallen slechts 16%, een kwart twijfelt, meer dan de helft doet dit niet.

Conclusies en discussie

De gemiddelde respondent is een leerkracht met veel onderwijservaring en geeft les aan de wat oudere kinderen. Over het algemeen lijkt er op school een positief klimaat te zijn voor W&T en zijn er ook voldoende mogelijkheden om er op school iets mee te kunnen. Een aantal docenten twijfelt over het beeld en de rol van W&T in de onderwijspraktijk. Docenten staan positief tegenover het integreren van W&T in andere vakken maar geven aan moeite te hebben met de ruimte binnen het onderwijsprogramma. De beschikbare ruimte binnen het weekprogramma wordt positief beoordeeld. Lesmateriaal voor W&T binnen de school wordt als voldoende ervaren. W&T activiteiten met een kant en klare leskist worden gewaardeerd omdat hier weinig voorbereidingstijd voor nodig is. Uitvoering van W&T als een uitdaging wordt gezien. Leerkrachten ervaren weinig problemen met de uitvoering van de activiteiten. Zelf ontwikkelen van lessen echter roept bij een ongeveer de helft van de docenten twijfel op. Dit leidt niet tot een duidelijke hulp/ scholingsvraag. Opvallend is dat vooral op het gebied van praktijkondersteuning een duidelijke hulpvraag wordt gesteld. Het onderwijs maakt eerder een activiteit- dan een doelgerichte indruk: er wordt weinig getoetst en het is onduidelijk wat de opbrengsten zijn.

Naar aanleiding hiervan kom ik tot een aantal aanbevelingen voor basisschool, pabo, nascholers en onderzoekers.

- Ontwikkeling van een doelenmatrix. Deze moet zichtbaar maken op welke doelen wordt gestuurd en welke opbrengsten zijn gerealiseerd. Dit verlegt het accent van het wat en hoe naar het waarom. Het gaat om kennis-, vaardigheids- en houdingsdoelen, maar ook om hogere-orde leerdoelen, zoals “onderzoeken en handelen”, “kritisch denken” en “redeneervaardigheden”.
- Koppel de leermiddelen aan deze doelenmatrix waardoor de kracht van de leermiddelen duidelijk wordt. Hierdoor verschuift het accent van activiteit naar leeractiviteit.
- Er is behoefte aan praktijkondersteuning. Dit is goed te vertalen naar scholing in de beroepscontext in de vorm van coaching. Dit is goed te combineren en in te passen in te ontwikkelen scholingstrajecten. Het professioneel handelingsniveau van de leerkracht in zijn eigen beroepscontext staat hierbij centraal en is ontwikkelingsgericht.
- Investeer verder in de juiste beeldvorming betreffende W&T en betrek de nieuwe generatie leerkrachten hier intensief bij. Dit moet terug te zien zijn in het curriculum van de initiële opleiding. Hierbij is een vakintegratief karakter van W&T van belang.

Het bètatalent van de pabostudent

Anja Roos, Fontys Pabo Limburg

Hanno van Keulen, Universiteit Utrecht

Aanleiding

Uit onderzoek van Motivaction en YoungWorks (2010) naar zogenaamde 'bètamentaliteiten' valt af te leiden dat ongeveer driekwart van de jongeren in de leeftijd waarin studie- en beroepskeuzes gemaakt worden, affiniteit heeft met bètatechniek. Een deel is intrinsiek gemotiveerd ('concrete bèta's'), een deel ziet mooie banen in het verschiep ('carrière bèta's'), een deel heeft idealen en om die te verwezenlijken is bètatechniek zinvol ('mensgerichte generalisten'). Een kwart tenslotte is 'non-bèta': zij vonden de bètavakken op school lastig en zagen er geen nut in voor het eigen leven.

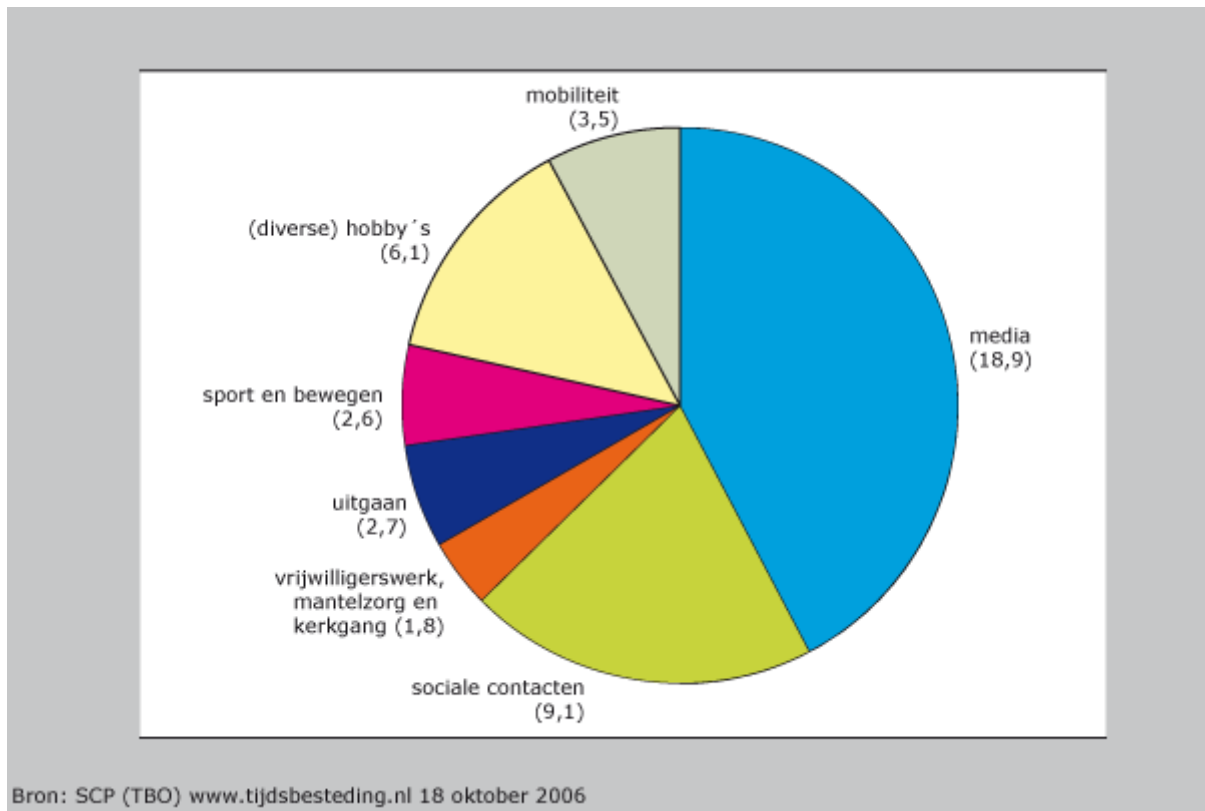
Het lijkt er op dat juist deze laatste groep, de non-bèta's, op de pabo oververtegenwoordigd zijn. Pabostudenten hebben in overgrote meerderheid een mens- en maatschappijgericht profiel en attitude. Zij willen graag met kinderen werken en hebben een 'zorgende' onderwijsopvatting. De bètavakken op de middelbare school, die hen sommetjes liet maken over de lengte van een arm X waarmee gewicht P een moment Q uitoefent, konden hen maar matig bekoren. Vragen over een vlierstruik die door de wind of door insecten bestoven wordt, of naar het aantal families waaruit de klasse van de geledpotigen bestaat, hadden geen betekenis voor hun eigen leven. Hoe begrijpelijk dit ook is, een probleem is het wel. Immers, de non-bèta pabostudent staat straks als basisschoolleraar aan het begin van de keten die de technici, ingenieurs en wetenschappers gaat opleiden waar onze maatschappij behoefte aan heeft. Een gebrekkige kennis en een laag zelfvertrouwen voor onderwijs in wetenschap en techniek is dan niet erg bevorderlijk om kinderen goed te oriënteren op 'de wereld' en op hun talenten, ook voor het domein van de bètatechniek.

We weten dat kinderen sommige beroepen voor zichzelf al op tienjarige leeftijd kunnen uitsluiten, dus de sleutel ligt bij de basisschool. Meisjes verdienen hierbij speciale aandacht, omdat zij geneigd zijn om seksestereotype studieprofielen te kiezen, waarbij zij nog meer dan jongens de bètarichting uitsluiten. Al vanaf het moment dat kinderen leren lopen krijgen ze de boodschap mee dat techniek een jongensding is (jongensspeelgoed). Op de basisschool komt daar geen verandering in. Met als gevolg dat 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, en dreigt een vicieuze cirkel, omdat juist vrouwen oververtegenwoordigd zijn in onderwijzende beroepen.

Operationalisering: de tijd als spiegel

Het is aan de pabo's om aspirant leraren en zittende leraren voor te bereiden op hun taak het fundament voor wetenschap en techniek al in het basisonderwijs te leggen. Als het inderdaad zo is dat het overgrote deel van de pabostudenten echt non-bèta is, dan is dit een lastige en vervelende uitdaging. In dit onderzoek zijn wij er daarom uitgegaan van dat dit niet waar is. We veronderstellen, en we willen aantonen, dat er in het grote domein van de bètatechniek ook gebieden en thema's zijn die pabostudenten boeien, die ze belangrijk vinden, en waar ze, ook vanuit een mensgericht perspectief, graag les over zouden willen

geven. Op zoek dus naar het bètatalent van de pabostudent. Datgene wat mensen doen in hun vrije tijd zou hiervoor een aanwijzing kunnen zijn.



In het rapport van het Sociaal en Cultureel Planbureau (SCP) "De tijd als spiegel" is in kaart gebracht waar mensen hun vrije tijd aan besteden. Dit rapport is gebruikt als inspiratiebron voor dit onderzoek.

Vragenlijst

Wij hebben de SCP-categoriën gebruikt voor de ontwikkeling van een vragenlijst naar kennis en nieuwsgierigheid van pabostudenten voor het bètadomein. Er is eerst gevraagd naar achtergrondkenmerken (leerjaar, geslacht, vooropleiding en profiel in het voortgezet onderwijs). Ook is met een vijfpunts Likert schaal gevraagd naar 13 vrijetijdsbestedingen ("Ik ben heel graag / helemaal niet graag bezig met sport, koken, gamen,").

De (82) inhoudelijke vragen zijn ingedeeld in acht categorieën:

1. sport
2. cultuur
3. verkennen van de wereld
4. koken
5. materialen
6. natuur
7. geluid
8. hersenenonderzoek

Voor elke categorie zijn vragen gemaakt die een mogelijke verbinding kunnen zijn tussen

een vrijetijdsbesteding en bètatechniek. Bijvoorbeeld ademende kleding bij sport, de magnetron bij koken, GPS bij reizen. Daarbij is telkens gevraagd naar zowel kennis (de 'A'-vraag) als naar nieuwsgierigheid (de 'B'-vraag) voor het onderwerp:

Een magnetron werkt met ultra-korte golven

A: Hoeveel denk je dat je hiervan weet?

niets een heel klein beetje een beetje veel heel veel

B: Zou je hier meer over willen weten, meer mee willen doen of onderzoek naar willen doen?

niets een heel klein beetje een beetje veel heel veel

Natuurlijke textiele grondstoffen zijn katoen, linnen, wol en zijde

A: Hoeveel denk je dat je hiervan weet?

niets een heel klein beetje een beetje veel heel veel

B: Zou je hier meer over willen weten, meer mee willen doen of onderzoek naar willen doen?

niets een heel klein beetje een beetje veel heel veel

Tot slot zijn nog enkele open vragen gesteld om meer zicht te krijgen op interesses en motivatie van de studenten in hun eigen woorden.

De belangrijkste onderzoeksvraag is:

- Klopt het dat pabostudenten inderdaad non-bèta's zijn?

Deelvragen zijn:

- Waar zit het bèta talent van de pabo student?
- Kunnen wij studenten nog winnen voor W&T?
- Waar zit precies hun belangstelling?

De vragenlijst is uitgetoetst met een paar studenten om te kijken of de gestelde vragen helder waren en de manier van invullen duidelijk was. Dat was het geval.

De vragenlijst is digitaal uitgezet onder de 223 studenten van alle vier leerjaren van Fontys Pabo Limburg, locatie Sittard. De respons bedroeg 37% (N=82). De vragenlijst is ook afgenomen onder studenten van de Hogeschool Zuyd, opleidingen Biologie en Medisch Laboratoriumonderzoek (BML; respons 4%) en ICT (respons 10%). Bij enkele studenten van deze opleidingen zijn interviews afgenomen om er achter te komen wat zij van bètakennis vinden. Deze opleidingen hebben meer dan de pabo een bètakarakter en zo kunnen we de antwoorden van de pabostudenten in perspectief plaatsen.

Resultaten

De pabostudenten die de vragenlijst hebben ingevuld zijn representatief verdeeld over de cohorten en vooropleiding (vwo, havo, mbo). De respons van de studenten uit de

Overeenkomstig de verwachtingen hebben slechts twee studenten een natuur/techniekprofiel te hebben; het merendeel heeft inderdaad een cultuur/maatschappijprofiel. Het uittesten van de vragenlijst met pabostudenten leverde een belangrijk inzicht op:

4. Wat zou je op de pabo willen leren ?	Ik wil geïnteresseerd worden door de beta vakken en er les in krijgen, zodat ik er enthousiast over wordt en het kan overbrengen op de kinderen.
Opmerkingen:	Goed initiatief, dit onderzoek! Succes.

* Goede vragen
 * Ik kom erachter dat het inderdaad niet mijn interesse heeft, en het is dus belangrijk dat ik dit toch positief ga overbrengen naar de kinderen.

Deze studente herkent dat ze weinig affiniteit heeft voor bètatechniek, en dat dit vanuit een professioneel perspectief problematisch is.

De antwoorden op de 'A'-vragen geven een indruk van wat studenten denken te weten over een onderwerp. De gemiddelde score (als we de Likert vijfpuntsschaal beschouwen als een ratio-schaal, wat formeel natuurlijk niet correct is), is 2.62. Oftewel, de studenten taxeren hun kennis over een onderwerp als iets meer dan "een beetje". Het gemiddelde van alle B-vragen is 2.46. Ze willen een "heel klein beetje" tot "een beetje" meer over een onderwerp weten. Studenten BML scoren overal, behalve bij cultuur A en B, iets hoger dan pabostudenten. Gemiddeld is dit 0.24 hoger. Studenten van ICT scoren overal, behalve bij verkennen A en B, juist lager dan pabostudenten. Gemiddeld is dit 0.21 lager. Misschien is het ontbreken van nieuwsgierigheid niet een kenmerk van pabostudenten maar van jongeren in het algemeen?

De resultaten per categorie zijn opgenomen in onderstaande tabel.

	Pabo N=82	BML N=42	ICT N=20
Sport A	2.96	3,02 (+0.06)	2,79 (-0.17)
Sport B	2.81	2.90 (+0.09)	1.97 (-0.84)
Cultuur A	3.10	2.95 (-0.15)	2.85 (-0.25)
Cultuur B	2.65	2.58 (-0.07)	2.05 (-0.60)
Verkennen A	2.40	2.78 (+0.38)	2.96 (+0.56)
Verkennen B	2.19	2.65 (+0.46)	2.36 (+0.17)
Materialen A	2.38	2.83 (+0.45)	2.49 (+0.11)
Materialen B	2.10	2.37 (+0.27)	1.82 (-0.28)
Koken A	2.47	2.86 (+0.39)	2.31 (-0.16)
Koken B	2.23	2.56 (+0.33)	1.83 (-0.40)
Natuur A	2.63	3.05 (+0.42)	2.63 gelijk
Natuur B	2.44	2.85 (+0.41)	2.05 (-0.39)
Geluid A	2.84	3.00 (+0.16)	2.70 (-0.06)
Geluid B	2.48	2.92 (+0.44)	2.09 (-0.39)
Hersenen A	2.50	2.85 (+0.35)	2.20 (-0.30)
Hersenen B	3.00	3.44 (+0.44)	2.11 (-0.89)
		Gem. 0.24 hoger dan pabostudenten	Gem. 0.21 lager dan pabostudenten

Een groot aantal studenten heeft cultuur in het profiel gehad in het voortgezet onderwijs. Deze categorie scoort met 3.10 inderdaad het hoogst. Op de vraag of ze hier nog meer over zouden willen weten geven studenten aan dat ze “een heel klein beetje” tot “een beetje” meer over cultuur zouden willen weten (2.65).

De grootste nieuwsgierigheid is naar gezondheid en hersenenonderzoek. In de categorie over hersenenonderzoek worden vragen gesteld die een sterke relatie hebben met het beroep leerkracht. Wellicht is dit ook de verklaring voor deze belangstelling.

Als we wat scherper kijken naar de (kleine) groep studenten die relatief hoog scoort op nieuwsgierigheid, dan blijkt dat hun nieuwsgierigheid niet correleert met hun kennis. Kennelijk is nieuwsgierigheid een algemener kenmerk. Teleurstellend is natuurlijk dat onze studenten dat overwegend niet lijken te zijn.

Uit de antwoorden op de open vragen valt te concluderen dat de interesse van pabo studenten vooral uitgaat naar sociale aspecten, en dat ze vinden dat ze juist in dit domein getalenteerd zijn. Hier geven ze het meest expliciet aan weinig interesse te hebben in bètatechniek. In een sociale context is het waarschijnlijk mogelijk om de kennis van pabostudenten over wetenschap en techniek te vergroten. We zouden werkvormen moeten gebruiken waarbij het sociale contact tussen de studenten groot is.

Discussie

De gemiddelden over de categorieën zijn laag. Het lijkt er op dat de positieve hypothese dat ook pabostudenten bètatalent hebben, niet bevestigd wordt. Per vraag en per student zijn er echter wel uitschieters naar boven. Pabostudenten zijn misschien niet in zijn algemeenheid geïnteresseerd in de bètatechniek in de sport of in de keuken, maar sommige thema's zoals hersenonderzoek bieden toch aanknopingspunten. Een belangrijke vraag is of het mogelijk is het bètatalent (gedefinieerd als de interesse voor bepaalde onderwerpen uit de wereld van de bètatechniek) wel te achterhalen is met een vragenlijst. De vragenlijst was misschien ook te lang, en niet alle vragen bij nader inzien nauwkeurig genoeg geformuleerd. Want wat is nu veel of niet veel? Kunnen studenten inschatten wat hun kennis is en hoeveel zij weten? Als iemand zegt dat hij zijn kennis niet hoog inschat hoeft dat niets te zeggen over de al reeds verworven kennis. Juist wie veel weet komt vaak tot de conclusie dat er nog heel veel te leren valt. Misschien zijn studenten in deze fase van hun leven met hele andere dingen bezig. Ze zijn bezig met sociale contacten, vriendschappen opbouwen, een vaste relatie vorm geven. Zelfstandig worden, niet meer thuis wonen en zelf een huishoudentje runnen. Ze hebben nu misschien niet de ruimte in hun hoofd en in tijd om zich te verdiepen in bèta kennis. Dit geldt dan niet alleen voor pabostudenten maar ook voor jongeren van andere opleidingen. Misschien ook zijn de onderwerpen van de vragenlijst zelden gespreksonderwerpen tussen jongeren. Met elkaar praten ze waarschijnlijk over hele andere dingen.

Aanbevelingen

Studenten moeten leren hoe zij onderwijs kunnen geven dat aansluit bij de belangstelling en de talenten van basisschoolkinderen. Daarvoor is wellicht een andere, minder abstracte en meer mens- en maatschappijgerichte, basiskennis nodig dan in het huidige voortgezet onderwijs wordt onderwezen. Het zou dan mogelijk kunnen worden om een bètaprofiel in het voortgezet onderwijs als voorwaarde te stellen voor toelating tot de pabo.

Docenten van de pabo zouden een onderzoekende houding moeten voorleven. Docenten zouden zich niet moeten opstellen als 'de expert' die alles weet, maar samen met studenten op zoek gaat naar kennis die in een bepaalde situatie geldig is. Docenten zouden zelf voortdurend moeten uitstralen dat ze hun onderwijs willen verbeteren en hiervoor systematisch gegevens verzamelen door het gebruik van verschillende technieken, observaties, logboeken, interviews, vragenlijsten en deze delen met studenten.

Het verdient aanbeveling om nog meer in detail te zoeken naar het bètatalent van studenten. In het onderzoek is terug te vinden dat de bètabelangstelling slechts bij enkele studenten aanwijsbaar is. Het is zinvol om in kaart te brengen welke vragen de meeste belangstelling hebben gewekt bij studenten. Betekenisvolle onderwerpen motiveren de student om te leren. Mogelijk zouden studenten met een specifieke belangstelling in staat zijn om de andere studenten inhoudelijk te motiveren voor deze kennis. Zouden studenten met een bètabelangstelling in bijvoorbeeld gesprekken, presentaties of discussies met medestudenten, iets wakker kunnen maken?

Literatuur

- Boersma, K., Graft, M. van, Harteveld, A., Hullu, E. d., de Knecht-van Eekelen, A., Mazereeuw, M., et al. (2007). *Leerlijn biologie van 4 tot 18 jaar. Uitwerking van de concept-contextbenadering tot doelstellingen voor het biologieonderwijs*. Utrecht: NIBI.
- Bybee, R. W., & Fuchs, B. (2006). Preparing the 21st Century Workforce: A New Reform in Science and Technology Education. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(4), 349–352.
- Driel, J. van (2009). Wetenschap en techniek in het basisonderwijs: de centrale rol van de leraar. In H. van Keulen & J. Walma van der Molen (Eds.), *Onderzoek naar wetenschap en techniek in het Nederlandse basisonderwijs* (pp. 167-171). Den Haag: Platform Bèta Techniek.
- Duschl, R.A., Schweingruber, H.A., & Shouse, A.W. (2007). *Taking Science to School: Learning and Teaching Science in Grades K-8*. Washington: The National Academies.
- Gravemeijer, K. (2009). *Leren voor later - Toekomstgericht science- en techniekonderwijs voor de basisschool*. Eindhoven: Technische Universiteit Eindhoven.
- Keulen, H. van (2010). *Wetenschap en techniek - IJkpunten voor een domein in ontwikkeling*. Den Haag: Platform Bèta Techniek.
- Krüger, J., & Boerwinkel, D. J. (2007). *Handreiking schoolexamen natuur, leven en technologie*
- Lange, J. de (Ed.). (2010). *TalentenKracht magazine - Verwondering is de basis van alle wetenschap*. Den Haag: Platform Bèta Techniek.
- Motivaction & YoungWorks. (2010). *Bèta Mentality 2011-2016 - Jongeren boeien voor bèta en techniek*. Den Haag: Platform Bèta Techniek.
- Murphy, C., Neil, P., & Beggs, J. (2007). Primary science teacher confidence revisited: ten years on. *Educational Research*, 49(4), 415-430.

Welke effecten heeft onderwijs in wetenschap en techniek op leerlingen van het Speciaal Basis Onderwijs?

FONS VOSSEN - SBO DE BLINKER, GELEEN

Inleiding

Twaalf jaar geleden kregen de leerlingen van de speciale basisschool "De Blinker" in Geleen het domein Wetenschap en Techniek voor het eerst structureel aangeboden. Dit werd mogelijk door de weinig inspirerende Arbeidsdeeltijdverlofdagen te transformeren naar Techniekdagen. In de loop van die twaalf jaar is de inhoud en de naam van het vakgebied geëvolueerd van enkele uren Algemene Techniek per maand met een accent op 'klussen', naar zestien hele Techniekdagen. Nu is sprake van een volwaardig programma Wetenschap en Techniek voor de groepen vijf t/m acht, verzorgd door een vakdocent en een technisch onderwijsassistente. Daarnaast worden verdiepende lessenreeksen en speciale workshops W&T gegeven door de groepsleerkrachten. De volgende leerstofonderdelen zijn aanwezig in het programma:

- 1) Thematische 'maak en doe' opdrachten
- 2) Technisch tekenen/ruimtelijk inzicht
- 3) Construeren en bouwen met constructie dozen
- 4) Onderzoeken en experimenteren in 'de Ontdekhoeek'
- 5) Verdiepende lesstof door de groepsleerkracht
- 6) Excursies naar bedrijven en instellingen
- 7) Gastlessen gegeven door gastdocenten

Binnen de school werd steeds duidelijker dat verworvenheden uit het vakgebied W&T meerwaarde kunnen hebben voor de andere schoolvakken. Zo maken W&T-activiteiten bij de wereldoriënterende vakken deze lessen boeiender en begrijpelijker. De ontwikkelingen binnen het W&T onderwijs passen goed binnen de ontwikkelingen en visie van de school. Boeiend onderwijs als uitgangspunt voor ons handelen. Daarom wordt nu het vakgebied Wereldoriëntatie Breed (WOB) in de groepen een t/m acht geïntroduceerd. Hierin speelt geïntegreerd W&T onderwijs een belangrijke rol.

De belangrijkste reden om te starten met techniekonderwijs was de behoefte van veel van onze leerlingen om theoretische kennis ondersteund te zien door concreet materiaal en door actief handelen. Ook wilden we leerlingen laten ervaren dat ze naast minder sterke kanten - iets waar ze voortdurend mee geconfronteerd worden - ook sterke kanten hebben. Techniekonderwijs moest hun de mogelijkheid geven verborgen of sluimerende talenten te exploreren.

In de loop der jaren groeide binnen de school het gevoel dat W&T 'werkt' in het speciale basisonderwijs. Groepsleerkrachten constateren bijvoorbeeld dat de lesdagen W&T een positief effect hebben op de houding en het gedrag van hun leerlingen. Ernstig probleemgedrag komt tijdens techniekdagen vrijwel nooit voor. Dit in tegenstelling tot reguliere lesdagen waarin regelmatig conflicten moeten worden bijgelegd. Terwijl niet-vaste groepsleerkrachten zoals vervangers het moeilijk kunnen hebben voor een groep, heeft de

vakleerkracht W&T meestal een drukke maar productieve werkdag. Gastdocenten van technische bedrijven en instellingen, die in het kader van W&T-excursies bezocht worden, spreken over een zeer gemotiveerde doelgroep die opvallend geïnteresseerd is in techniek. Docenten uit het vervolgonderwijs merken regelmatig op dat deze groep van speciale leerlingen een veel betere leer- en luisterhouding heeft dan vergelijkbare groepen uit het reguliere basisonderwijs. Zo werd enige jaren geleden eerst een diepgaand gesprek met school geëist voordat een groot bedrijf een samenwerkingsverband aan ging met een school voor speciaal onderwijs. Later werd door dit bedrijf bekend gemaakt dat de leerlingen van “De Blinker” het meest gemotiveerd waren tijdens de excursies en hoger scoorden dan leerlingen van reguliere scholen. Gezien de achtergronden van een aantal leerlingen een prestatie van formaat.

Veel leerlingen uit het speciaal onderwijs raken gedurende hun onderwijsloopbaan gefrustreerd over hun beperkingen en/of leerproblemen. Ondanks al die extra hulp nog niet goed kunnen rekenen of lezen is bepaald geen motiverende gedachte. Het viel ons echter op dat lees- en rekenproblemen tijdens W&T-dagen nauwelijks leiden tot grote problemen of belemmeringen om opdrachten te kunnen uitvoeren. Hoe kan dit?

Onderzoeksopzet

Ondanks alle positieve resultaten die het W&T-onderwijs de school schijnbaar oplevert en de enthousiaste reactie van zowel leerlingen als ouders, hebben we niet eerder onderzoek gedaan naar de opbrengsten en de verklaringen hiervoor. Biedt het werken in een concrete context de kinderen en leerkracht meer houvast? Kent het vakgebied W&T alternatieve manieren om vat te krijgen op de leerstof dan instructie of zelfstandig werken? Hoe ervaren leerlingen met verschillende kenmerken (ADHD, autisme, gedragsproblemen, etc.) zo een lesdag, die toch ook gekenmerkt wordt door veel prikkels en vrije situaties?

In dit onderzoek hebben we leerlingen die recent onze school verlieten, gevraagd terug te blikken. Hiertoe is een vragenlijst ontwikkeld en uitgetest (42 vragen; vierpunts Likert schaal ‘helemaal mee eens’, ‘mee eens’, ‘niet mee eens’, ‘helemaal niet mee eens’). Ook de ouders van deze leerlingen en hun huidige docent in het voortgezet onderwijs zijn bevroegd.

Het betreft een groep van 42 leerlingen in de leeftijd van 12 en 13 jaar; 17 meisjes en 25 jongens. Zij hebben vanaf leerjaar 5 structureel W&T-onderwijs gevolgd, verzorgd door dezelfde vakleerkracht Techniek.

De onderzochte groep leerlingen is representatief voor de populatie van een school voor speciaal basis onderwijs. Het betreft leerlingen die aangewezen zijn op speciaal basis onderwijs vanwege leer- en/of opvoedingsproblemen, problemen die samenhangen met anderstaligheid, of een andere culturele achtergrond, minder begaafdheid, cognitieve achterstand, partiële leerdefecten, verstoorde gezinssituaties of de problematiek van achterstandswijken.

De vragen voor de leerlingen richten zich vooral op de waardering van het techniekonderwijs en de invloed op het zelfbeeld en het zelfvertrouwen. Voorbeelditems zijn:

- Door de lessen techniek ben ik met meer plezier naar school gekomen.
- Ik heb zelf opdrachten en werkstukken kunnen bedenken en maken.
- Bij de technieklessen in het vervolgonderwijs kan ik veel van de dingen die ik geleerd heb op het S.B.O. gebruiken.

De afname was schriftelijk, in het bijzijn van de onderzoeker. Er moest herhaaldelijk toelichting gegeven worden bij de vragen of de betekenis van de antwoordalternatieven. De benodigde tijd varieerde van 7 tot 30 minuten.

De vragenlijst voor de ouders kende de volgende onderwerpen:

- 1) De lessen W&T hebben er voor gezorgd dat mijn kind met plezier naar school ging.
- 2) De lessen W&T hebben er voor gezorgd dat ik bij mijn kind nieuwe talenten heb ontdekt.
- 3) Als ouder vind ik het van belang dat er W&T onderwijs wordt gegeven in het speciale basis onderwijs.
- 4) Het vakgebied W&T moet een rol van betekenis spelen in rapportage en verwijzing naar V.O.
- 5) De W&T lessen op school hebben er toe bijgedragen dat we ook thuis meer aandacht zijn gaan besteden aan verschillende aspecten van techniek.
- 6) De lessen W&T helpen ons kind zich een beeld te vormen van een mogelijke vervolg opleiding en/of later beroep.

De vragenlijst voor de leerkrachten vroeg naar de volgende onderwerpen:

- 1) De verwachtingen van de vakleerkracht VO t.a.v. de speciale basisschoolleerling en zijn of haar functioneren in het vervolgonderwijs.
- 2) Beeldvorming over de actuele stand van zaken betreffende het vakgebied W&T in het SBO en de aansluiting hiervan op het curriculum van het VO.
- 3) Vergelijking van competenties van SBO leerlingen in het vakgebied W&T (attitude, kennisniveau en vaardigheden) en leerlingen uit het reguliere BO.
- 4) Positionering van het vakgebied W&T door de vakleerkracht VO binnen de diverse VO scholen.

Resultaten

De respons van de oud-leerlingen bevestigt over het algemeen de positieve verwachtingen. Opgemerkt moet worden dat niet alle vragen door alle leerlingen beantwoord zijn; de non-respons per vraag is ongeveer 10%.

De leerlingen rapporteren dat ze met plezier naar de W&T-lessen kwamen en ze waarderen deze als leuk en/of gezellig. Ook vinden de leerlingen dat ze zich een goed beeld hebben kunnen vormen over wat W&T inhoudt, en denken ze hier grotendeels positief over.

De technieklessen hadden een positief effect op eigenwaarde en zelfvertrouwen. Dit is een interessant gegeven omdat veel leerlingen een moeilijke tijd in het reguliere basisonderwijs achter de rug hebben waarin zij merkten dat zij qua kennis tekortschoten. De leerlingen geven aan dat zij zich door het W&T-onderwijs op praktisch gebied competentier voelen en beter in staat zijn opdrachten uit te voeren. Veel leerlingen geven aan dat zij de verkregen vaardigheden en kennis op het vlak van W&T goed kunnen toepassen in het voorgezet onderwijs en zich een beter beeld hebben kunnen vormen van hun eigen toekomst.

De ouders vinden het van groot belang dat W&T onderwijsgegeven wordt op het SBO. Maar liefst 95% van de ondervraagde ouders vindt technieklessen net zo belangrijk als lees- en rekenlessen. Ze zien dat een kind dat niet goed is in lezen wel talent kan hebben voor

techniek. Ouders vonden dat het opmerken van sluimerde talenten de grootste opbrengst was van het W&T onderwijs aan hun kind, en dat het kind zo meer inzicht kreeg in zijn eigen mogelijkheden. Kinderen uit het speciaal onderwijs kunnen in W&T compensatie vinden voor andere vakken waarin ze niet zo goed zijn. Ouders vinden lessen techniek belangrijk voor de totale ontwikkeling van hun kind. Ze vinden dat het vak W&T kinderen helpt om zichzelf te redden in het dagelijkse leven. De technieklessen op het SBO hebben er toe bijgedragen dat het kind graag naar school ging en dat het kind zelfverzekerder is geworden. Veel ouders ervaren het W&T onderwijs als een rechtstreekse voorbereiding op een latere beroepsopleiding. Om die reden worden kooklessen belangrijk gevonden. Technische excursies en workshops vinden ouders belangrijk om kinderen kennis te laten maken met het echte werkende leven.

De positie van W&T binnen in het voortgezet onderwijs is heel divers. Wat betreft de inhoud van techniek geeft leerkrachten van vervolgscholen aan dat de lessen bestaan uit voorbereiding op een concreet beroep of een oriënterend karakter hebben op een praktisch beroep. Vakleerkrachten vinden dat de voorbereiding op een beroep zo snel mogelijk moet gebeuren. De meeste vakleerkrachten geven aan dat er gelijkwaardige aandacht is voor theorie en praktijklessen binnen het vak techniek op hun school. De nadruk ligt op de praktische vaardigheden, dan wel het maken van een product. Techniekonderwijs bestaat in hoofdzaak uit het analyseren van het productieproces. Vakleerkrachten vinden dat kooklessen een rol van betekenis spelen. Vakleerkrachten vinden dat leerlingen een onderzoekende houding moeten hebben. Ze moeten voldoende praktische vaardigheden bezitten.

De meeste leerkrachten van de VO-scholen waar onze leerlingen naar toe gingen (meest scholen voor praktijkonderwijs en vmbo-scholen) blijken geen duidelijk beeld te hebben van W&T op de speciale basisschool of de leerstof die daar gegeven wordt. Ze zijn wel van mening dat techniekonderwijs goed aansluit bij de behoefte van een (speciaal) basisschool leerling.

Leerlingen van het SBO komen in een heterogene groep binnen het VO terecht. Vakleerkrachten merken op dat onze leerlingen voldoende technische vaardigheden beheersen en voldoende kennis hebben van de technische principes. Ze zijn meer gericht op het maken van een product. Ze scoren in de technische vakken doorgaans hetzelfde als leerlingen afkomstig van het reguliere onderwijs.

Vakleerkrachten geven aan dat zij aan de ondersteuningsbehoeften van leerlingen afkomstig van het SBO kunnen voldoen. Ze verwachten dat leerlingen met gedragsproblemen het in de praktische lessen beter doen dan in de theoretische lessen. Mits er rekening gehouden wordt met de problematiek van ADHD-leerlingen en leerlingen met diagnose in het autisme spectrum kunnen deze leerlingen goed functioneren binnen de W&T en technieklessen.

Conclusie en discussie

Reden voor het plezier in het W&T onderwijs kan mogelijk gezocht worden in de werkvorm, het groepswork, al spreekt dat de huidige literatuur betreffende groepswork in het speciale onderwijs tegen. Daarnaast kan een verklaring gezocht worden in het feit dat de leerlingen hun energie kwijt kunnen tijdens het W&T onderwijs en dat zij de opdrachten als een uitdaging zien. Uit de praktijk blijkt immers dat de leerlingen tijdens deze lessen het idee

hebben dat ze meer moeten doen dan louter “denken”. Het “doen”, in de zin van het vervaardigen van een eindproduct, geeft de leerlingen het gevoel nuttig bezig te zijn.

Mogelijk zou er ook een causaal verband kunnen zijn tussen de ervaren moeilijkheidsgraad van het W&T onderwijs en de plezierbeleving. Tot slot geven leerlingen aan dat de deskundigheid van de leerkracht en de aanwezigheid van gastdocenten bijdragen aan de mate van plezierbeleving.

Het zou aanbevelenswaardig zijn dat de kennis van de leerlingen op het gebied van W&T aan het einde van het basisonderwijs uitgedrukt wordt in een beoordeling en dat in groep 7/8 een toetsmoment moet plaats vinden. Leerkrachten VO zouden graag de beginsituatie van elke leerling bespreken wat betreft techniekonderwijs. Het zou daarom wenselijk zijn om een minimumprogramma met minimumdoelen te formuleren voor het vakgebied.

Wetenschap- en techniekonderwijs voor en door pabostudenten

Martina van Uum, Eindhoven School of Education

Koeno Gravemeijer, Eindhoven School of Education

Inleiding

Na de overeenkomst van de Europese Raad om meer studenten te laten afstuderen in hogere bèta- en technische opleidingen (Raad voor Onderwijs, Jeugdzaken en Cultuur, 2007) zijn er in Nederland verschillende programma's opgezet om dit te bereiken. Het programma VTB-pro (Verbreding Techniek Basisonderwijs – professional) is opgestart in 2007 om 5000 basisschoolleraars en 5000 pabostudenten te professionaliseren op het gebied van wetenschap- en techniekonderwijs (Walma van der Molen, De Lange, & Kok, 2009). Verschillende kenniscentra zorgden voor inhoudelijke ontwikkeling van het programma en deelnemende pabo's voor de uitvoer ervan. Het onderzoeksproject waarvan hier verslag wordt gedaan, is uitgevoerd door het Kenniscentrum Wetenschap en Techniek Zuid. Er wordt ingegaan op de vraag wat de stand van zaken is op het gebied van wetenschap- en techniekonderwijs voor en door pabostudenten.

Theoretisch kader

Bij het verbeteren van de kennis en vaardigheden op het gebied van wetenschap en techniek van (toekomstige) leraren in het primair onderwijs is een aantal domeinen belangrijk: de vakinhoudelijke kennis en vaardigheden, de pedagogisch-didactische kennis en vaardigheden, en de attitude ten aanzien van wetenschap- en techniekonderwijs. Met betrekking tot vakinhoudelijke kennis worden door Walma et al. (2009) vijf categorieën beschreven om wetenschap- en techniekconcepten in te delen: natuurkundige systemen, levende systemen, aarde en ruimte systemen, techniek systemen, en wiskundige systemen. Concepten die binnen het natuurkundige systeem aan bod kunnen komen, zijn bijvoorbeeld: kracht en beweging, energie, elektriciteit en magnetisme. Wat betreft wetenschappelijke en technische procesvaardigheden gaat het bijvoorbeeld om voorspellen, experimenteren en visualiseren. Rohaan, Taconis en Jochems (2008) verdelen pedagogisch-didactische kennis en vaardigheden in: kennis van techniekconcepten van leerlingen en hun pre-/misconcepten, kennis over pedagogische benaderingen en onderwijsstrategieën, en kennis over de doelen van onderwijs in techniek. Omdat wetenschap en techniek sterk aan elkaar gerelateerde onderwerpen zijn, wordt verwacht dat deze onderdelen van pedagogisch-didactische kennis en vaardigheden voor beide gebieden gelden.

Wat betreft de pedagogische benaderingen en onderwijsstrategieën wordt in Nederland veel gebruik gemaakt van onderzoekend en ontwerpnd leren (Van Graft & Kemmers, 2007). Verschillende stappen die genomen kunnen worden, zijn bij onderzoekend leren: confrontatie, verkennen, opzetten van een experiment, uitvoeren van het experiment, concluderen, presenteren van resultaten, en verdiepen en verbreden. Bij ontwerpnd leren gaat het om: probleem constateren, verkennen, ontwerpvoorstel maken, uitvoeren, testen en evalueren, presenteren, verdiepen. Wat betreft de attitude voor wetenschap- en techniekonderwijs wordt door Walma et al. (2009) een indeling gemaakt in een cognitieve, affectieve en gedragsmatige component. De cognitieve component van attitude voor een

bepaald construct bestaat uit gedachten of opvattingen, de affectieve component uit gevoelens en stemmingen, en de gedragsmatige component uit veranderingen in gedrag of de intentie daartoe. Bij het beoordelen van de stand van zaken op het gebied van wetenschap- en techniekonderwijs voor en door pabostudenten zal ingegaan worden op hun vakinhoudelijke en pedagogisch-didactische kennis en vaardigheden, en hun attitude ten aanzien van wetenschap- en techniekonderwijs.

De centrale vraag in dit onderzoek is: ervaren pabostudenten dat zij voldoende bekwaam zijn om wetenschap- en techniekonderwijs te verzorgen?

Deelvragen hierbij zijn:

- 1) Wat zijn overeenkomsten en verschillen in het wetenschap- en techniekonderwijs op verschillende pabo's in zuidelijk Nederland?
- 2) Hoe beoordelen pabostudenten het niveau van w&t onderwijs op de pabo?
- 3) Vinden studenten zichzelf al een goede leraar op het gebied van wetenschap en techniek?
- 4) Ervaren pabostudenten dat zij voldoende kennis en vaardigheden hebben van vakinhoud en vakdidactiek, en dat zij een voldoende positieve attitude hebben op het gebied van wetenschap- en techniekonderwijs?

Opzet onderzoek

Het onderzoek heeft plaatsgevonden op vier pabo's in zuidelijk Nederland. Om een antwoord te krijgen op de eerste deelvraag is per pabo een wetenschap- en techniekdocent geïnterviewd om een beeld te krijgen van het curriculum van elke pabo. Voor antwoorden op de andere deelvragen hebben in totaal 110 pabostudenten een vragenlijst ingevuld (per pabo 34, 27, 21 en 28 studenten). De vragenlijst is ingevuld door 26 tweedejaars studenten, 41 derdejaars studenten en 38 vierdejaars studenten (van 5 studenten is het studiejaar niet bekend). De vragenlijst is samengesteld op basis van de domeinen beschreven in het theoretisch kader: de vakinhoudelijke en pedagogisch-didactische kennis en vaardigheden, en de attitude ten aanzien van onderwijs in techniek. Bovendien zijn vragen opgenomen over de visie van studenten en hun beeld van een ideale les en ideale leerkracht wetenschap en techniek. De vragenlijst bestaat uit open vragen en gesloten vragen. Bij de gesloten vragen beoordeelden de studenten zichzelf op een vijfpunt Likert schaal. In dit verslag wordt ingegaan op de antwoorden op gesloten vragen over de vakinhoudelijke en pedagogisch-didactische kennis en vaardigheden en attitude van pabostudenten ten aanzien van wetenschap- en techniekonderwijs.

Resultaten

1) *Overeenkomsten en verschillen in het wetenschap- en techniekonderwijs op de pabo's*
Overeenkomsten in het w&t onderwijs op de vier in het onderzoek betrokken pabo's zijn dat er in de eerste twee jaren verplichte w&t trajecten worden verzorgd voor alle studenten. Vaak gaat het om ongeveer 5 à 10 bijeenkomsten per jaar op de pabo met informatie (vooral gericht op vakdidactiek), activiteiten die studenten zelf kunnen uitproberen, en het stimuleren van nadenken over en ontwikkelen van activiteiten die in de stage uitgevoerd kunnen worden.

In het derde jaar van deze pabo's kunnen studenten kiezen voor specialisatietrajecten, zoals een minor of profilering w&t en in het vierde jaar kunnen zij bij hun afstudeeronderzoek

kiezen voor een onderwerp rond w&t. Naast overeenkomsten zijn er ook verschillen tussen de pabo's op het gebied van w&t onderwijs. De trajecten in de eerste twee jaar zijn niet gelijk van inhoud. Op één pabo wordt vooral ingegaan op de integratie van w&t met andere vakken. Op andere pabo's speelt de integratie een minder grote rol en worden ook aparte w&t activiteiten aangeboden die studenten via een vertaalslag in hun stagescholen kunnen gebruiken. Daarnaast wordt op één van de pabo's na de trajecten in de eerste twee jaar ook in het eerste deel van het derde jaar een w&t traject verplicht door alle studenten gevolgd. Verder bestaan verschillen tussen de specialisatietrajecten die door studenten gevolgd worden. Op één pabo kunnen studenten kiezen voor een profilering w&t (naast twee andere profileringsmogelijkheden). Bovendien is er een werkweek gericht op w&t waar de studenten voor kunnen kiezen. Op een andere pabo heeft een deel van de studenten een combistage gedaan waarbij een pabostudent en een bètastudent samenwerken en activiteiten uitvoeren gericht op het verbeteren van de onderwijspraktijk van een basisschool op het gebied van w&t. Op twee pabo's kunnen studenten kiezen voor een minor waarbij ze onderzoek doen op het gebied van w&t in de onderwijspraktijk. Daarnaast zijn er nog andere mogelijkheden tot specialisatie op de pabo's, zoals deelname aan een workshop of techniekmanifestatie. Keuze voor de w&t specialisatietrajecten door studenten hangt onder meer af van concurrerende keuzemogelijkheden.

2) Beoordeling van het niveau van w&t onderwijs op de pabo

Bijna tweederde van de studenten vindt het niveau van w&t onderwijs op de pabo niet moeilijk, maar ook niet gemakkelijk (62%). En bijna een derde van de studenten vindt het w&t onderwijs op de pabo gemakkelijk of erg gemakkelijk (31%). Slechts 6% van de studenten vindt het w&t onderwijs moeilijk (van 2 studenten is hun oordeel niet bekend).

3) Beoordeling van de eigen kwaliteiten als leraar op het gebied van w&t onderwijs

Op de vraag of studenten zichzelf al een goede leraar vinden op het gebied van wetenschap en techniek beantwoordt de helft van de studenten dat zij dat helemaal niet of niet vinden (50%). Een ander groot deel beoordeelt zichzelf neutraal tussen 'helemaal niet' en 'helemaal wel' (39%). Een klein deel van de studenten vindt dat ze wel al een goede leraar w&t zijn (10%). Van 1 student is het oordeel niet bekend.

4) Ervaren kennis en vaardigheden van vakinhoud en vakdidactiek en attitude ten aanzien van w&t onderwijs

Vakinhoudelijke kennis en vaardigheden

Op de vraag of studenten vinden dat ze genoeg vakinhoudelijke kennis hebben om w&t lessen te kunnen geven, vult bijna de helft van de studenten in dat ze deze kennis helemaal niet of niet hebben (48%). Ongeveer een derde van de studenten beoordeelt zichzelf neutraal tussen 'helemaal niet' en 'helemaal wel' (34%). Een kleine groep studenten vindt dat de eigen vakinhoudelijke kennis wel aanwezig is (17%). Van 1 student is het oordeel niet bekend.

De antwoorden op het hebben van voldoende wetenschappelijke en technische vaardigheden komen ongeveer overeen met die op de vorige vraag: helemaal niet of niet: 44%, neutraal: 37%, wel of helemaal wel: 16% (van 3 studenten is het oordeel niet bekend).

Pedagogisch-didactische kennis en vaardigheden

Op de vraag naar het bekend zijn van doelen voor w&t onderwijs (onderdeel van de pedagogisch-didactische kennis) vindt iets meer dan de helft van de studenten dat deze doelen niet bekend zijn (52%). Bijna een derde van de studenten vindt dat deze doelen enigszins bekend zijn (neutraal tussen helemaal wel en helemaal niet: 29%). Een klein deel van de studenten vindt dat de doelen wel bekend zijn (14%). Van 6 studenten is het oordeel niet bekend. Om te bepalen in hoeverre studenten onderzoekend en ontwerpend leren toepassen in hun eigen lessen, kozen zij vijf omschrijvingen uit in totaal zestien omschrijvingen (al dan niet gericht op onderzoekend en ontwerpend leren). Het blijkt dat de meeste studenten kiezen voor de algehele omschrijving 'onderzoekend en ontwerpend leren' (87%) en de omschrijving 'kinderen ontdekken/experimenteren' (88%). Daarentegen worden contrasterende stellingen nauwelijks gekozen om de eigen w&t lessen weer te geven: 'kinderen volgen voorbeeld leerkracht' geselecteerd door 5%, 'de leerkracht vertelt hoe het zit' geselecteerd door 4% van de studenten, 'instructie leerkracht is een groot onderdeel van de les' geselecteerd door 5%.

Attitude

De attitude ten aanzien van het geven van w&t onderwijs verschilt van het oordeel met betrekking tot de eigen kennis en vaardigheden op het gebied van w&t. Een vijfde deel van de studenten vindt het niet leuk om w&t onderwijs te geven (20%). Iets meer dan een vierde is hierover neutraal (26%). De helft van de studenten vindt het echter wel leuk om w&t onderwijs te verzorgen (50%). Van 4 studenten is het oordeel niet bekend. Meer dan de helft van de studenten vindt het belangrijk om w&t onderwijs te geven (54%) en bijna een derde is hier neutraal over (30%). Meer dan een derde van de studenten is het echter niet eens met de stelling 'ik begrijp zelf genoeg van w&t om dit te kunnen lesgeven' (38%) of is daar neutraal over (37%). Ongeveer een vierde van de studenten is het wel eens met deze stelling (23%). Wat betreft hun vertrouwen in het geven van w&t onderwijs ervaart ongeveer een vierde deel van de studenten niet genoeg zelfvertrouwen (26%). Een groter deel is hierover neutraal (40%). Ongeveer een derde deel heeft wel genoeg zelfvertrouwen voor het geven van w&t onderwijs (32%). Veel studenten zijn van plan om w&t lessen te geven als ze als leerkracht werkzaam zijn (53%) of zijn hier neutraal over (26%). Als er op de toekomstige werkplek geen w&t onderwijs wordt gegeven, is bijna een derde deel van de studenten van plan om collega's te motiveren om dit in te voeren (30%). Een groter deel is hier neutraal over (41%) en meer dan een vierde deel is niet van plan om in dat geval collega's te motiveren (27%).

Conclusie

Uit de resultaten blijkt dat de curricula van de pabo's overeenkomsten tonen. Bij de meeste pabo's volgen de studenten alleen in de eerste twee jaar verplichte w&t lessen. Bij één pabo volgen studenten ook verplichte w&t lessen in het begin van het derde jaar.

De meeste studenten zijn neutraal over het niveau van w&t onderwijs op de pabo (bijna twee derde van de studenten) of vinden dit gemakkelijk (bijna een derde van de studenten). De helft van de studenten vindt zichzelf echter nog geen goede leraar op het gebied van w&t.

Uit de resultaten met betrekking tot de ervaren vakinhoudelijke kennis en vaardigheden blijkt

dat veel studenten (bijna de helft) vinden dat hun vakinhoudelijke kennis en wetenschappelijke en technische procesvaardigheden nog niet voldoende aanwezig zijn om w&t lessen te kunnen geven. Van deze studenten zit een vierde deel in het tweede jaar. De tweedejaars studenten hebben ongeveer drie kwart van het w&t traject op de pabo gevolgd voordat zij de vragenlijst hebben ingevuld. Omdat dit w&t traject voornamelijk gericht is op pedagogisch-didactische kennis en niet zozeer op vakinhoudelijke kennis en vaardigheden is de kans klein dat zij deze kennis nog zullen opdoen als zij geen specialisatietraject op het gebied van w&t kiezen. Bovendien zouden de overige studenten die de vragenlijst hebben ingevuld (derde- of vierdejaars) moeten ervaren dat zij voldoende vakinhoudelijke kennis en vaardigheden bezitten aangezien het mogelijk is dat zij geen verdiepingstraject volgen en met de kennis die zij op dit moment bezitten na afronding van de pabo-opleiding aan de slag gaan in het werkveld. Omdat verondersteld wordt dat vakinhoudelijke kennis en vaardigheden van belang zijn bij het opdoen van pedagogisch-didactische kennis en vaardigheden (Rohaan et al., 2008), is het belangrijk om hier aandacht aan te besteden.

Wat betreft de pedagogisch-didactische kennis en vaardigheden blijkt dat voor iets meer dan de helft van de studenten de doelen met betrekking tot w&t onderwijs niet bekend zijn. Wel geven zij er blijk van eerder voor varianten van onderzoekend en ontwerpnd leren te kiezen bij het geven van w&t onderwijs dan voor klassikaal onderwijs met een top-down rol voor de leerkracht die instrueert en de les bepaalt.

Met betrekking tot hun attitude voor wetenschap- en techniekonderwijs blijkt dat de helft van de studenten het leuk vindt om w&t onderwijs te verzorgen en dat iets meer dan een vierde van de studenten hierover een neutraal oordeel geeft. Deze positieve (of neutrale) houding geeft aanknopingspunten bij het verbeteren van het w&t onderwijs voor pabostudenten.

Discussie en advies

De curricula van de pabo's zijn in beweging. Bij twee pabo's is er bijvoorbeeld een samenwerkingsverband opgestart waarbij pabostudenten in een gezamenlijk curriculum w&t lessen krijgen aangeboden als vak apart en daarnaast verweven met verschillende thema's. Bij het blijven verbeteren van de bestaande curricula kunnen de volgende adviezen worden meegenomen:

Het is belangrijk om een vakgebied als wetenschap en techniek, dat in het basisonderwijs nog geen vanzelfsprekende plaats heeft gekregen, extra te benadrukken op de pabo. Wanneer wetenschap- en techniekonderwijs alleen in de eerste twee jaar wordt aangeboden, is het mogelijk dat studenten die niet voor een profilering of verdiepingstraject op dit gebied kiezen, in het derde en vierde jaar van de pabo nauwelijks of zelfs geen aandacht besteden aan wetenschap en techniek. Bovendien is het mogelijk dat deze studenten ook op de stageschool maar beperkt in aanraking komen met wetenschap- en techniekonderwijs (in vergelijking met bijvoorbeeld taal- en rekenonderwijs). Een traject in het derde en/of vierde studiejaar voor alle studenten (bijvoorbeeld gericht op het ontwikkelen van een visie op wetenschap- en techniekonderwijs met verplicht uit te voeren activiteiten op de stageschool) vergroot de kans dat wetenschap en techniek een belangrijk vakgebied wordt in het primair onderwijs. Bovendien zal er nog meer aandacht moeten zijn voor verschillen tussen studenten: studenten met veel vakinhoudelijke kennis en vaardigheden op het gebied van w&t (bijvoorbeeld vanwege een profielkeuze in het middelbaar onderwijs gericht op wetenschap en techniek) en studenten die daarvan nog weinig basiskennis

bezitten. Wanneer de laatste groep studenten verplichte deficiëntiemodules kan volgen om de kennis uit te breiden, is de kans groter dat zij zelf ervaren dat ze na hun pabo-opleiding met voldoende vakinhoudelijke kennis en vaardigheden wetenschap- en technieklessen in het primair onderwijs kunnen verzorgen. Door aan te sluiten bij de positieve (of neutrale) attitude van een groot deel van de pabostudenten kunnen de w&t curricula op de pabo's steeds verder worden verbeterd.

Referenties

- Graft, M., van & Kemmers, P. (2007). *Onderzoekend en ontwerpend leren bij natuur en techniek. Basisdocument over de didactiek voor onderzoekend en ontwerpend leren in het primair onderwijs*. Den Haag: Stichting Platform Bèta Techniek.
- Raad voor Onderwijs, Jeugdzaken en Cultuur (2007). *Brief van de minister van onderwijs, cultuur en wetenschap*.
Vindplaats:<http://rijksbegroting.minfin.nl/2008/kamerstukken,2007/12/12/kst113368.html>
Geraadpleegd op 13 juli 2011.
- Rohaan, E. J., Taconis, R., & Jochems, W. M. G. (2008). Reviewing the relations between teachers' knowledge and pupils' attitude in the field of primary technology education. *International Journal of Technology and Design Education*, 18 (3).
- Walma van der Molen, J.H., De Lange, J., & Kok, J. (2009). Theoretische uitgangspunten bij de professionalisering van leraren basisonderwijs op het gebied van wetenschap en techniek. In H. van Keulen & J.H. Walma van der Molen (Eds.), *Onderzoek naar wetenschap en techniek in het Nederlandse basisonderwijs* (pp. 29-39). Den Haag: Platform Bèta Techniek.

Onderzoek naar gerichte schoolontwikkeling op het gebied van Wetenschap en techniek

Bart Coppes, Fontys Pabo Eindhoven

1. Inleiding

De afgelopen jaren zijn er veel projecten geweest ter stimulering van het vak techniek, later toegespitst tot wetenschap en techniek. Het woord techniek werd zeker in de begintijd nog vooral geassocieerd met het “maken”. Daardoor was het invullen van de techniekdoelen vooral gericht op het aanschaffen van materiaal. De centrale gedachte was vaak dat de leerkracht er eigenlijk zo weinig mogelijk werk aan moest hebben. De ontwikkeling richt zich nu steeds meer op het ontwikkelen van talenten van kinderen in een wetenschappelijke en technologische context. Talenten ontwikkelen lukt niet indien je je enkel richt op het organiseren van die activiteiten waarin kinderen in tweetallen en/of zelfstandig werken aan opdrachten. Wetenschap en techniek kan veel meer bieden dan enkel het dekken van kerndoelen. Wetenschap en techniek kan een verrijking zijn voor alle vakken. De term “wetenschap” in “wetenschap en techniek” geeft namelijk het creatieve en onderzoekende karakter aan van de activiteiten die je hierbij gebruikt. Terwijl de term techniek de mogelijkheid biedt om alle ideeën die ontstaan uit deze processen ook werkelijk ten uitvoer te brengen.

In mijn beroepspraktijk staat steeds meer het Onderzoekend en Ontwerpen leren centraal (van Graft en Kemmers, maart 2007²) Dit betekent een compleet andere opstelling voor iedereen die er mee gemoeid is.

- ⤴ De kinderen; zij zijn gewend dat de leerkracht hen vertelt wat ze moeten leren. Bij het OOL zijn ze veel meer eigenaar van hun ontwikkelingsproces. Kennisconstructie is het sleutelwoord. Zelf initiatief tonen moet kinderen echter (wederom) geleerd worden.
- ⤴ De leerkrachten: Inspelen op de vragen van kinderen vraagt andere manieren van werken. Veel meer aandacht zal besteed moeten worden aan de introductie van onderwerpen om te zorgen dat de vragen van de kinderen niet alle kanten opgaan. De organisatie van de lessen zal anders ingericht moeten worden. Daarnaast vraagt deze manier van werken meer van de creativiteit van de leerkracht op het gebied van ontwerpen. De leerkracht zal methodes meer als rode draad moeten gebruiken dan als lesbijbel.
- ⤴ De schoolorganisatie: De schoolorganisatie zal anders moeten gaan inspelen op faciliteiten als lokalen en materialen. Er zal steeds meer buiten de eigen klas en klaslokaal gewerkt gaan worden waardoor samenwerking tussen de jaargroepen zal plaatsvinden.

Het frappante is dat de scholen zich echter, nog steeds, vooral bezig houden met de aanschaf van materialen, terwijl internationaal onderzoek (Jarvis, 2004³; Palmer 2004⁴) laat

2 Leren Onderzoekend en Ontwerpend Leren bij Natuur en Techniek, van Graft en Kemmers, maart 2007

3 International Journal of Science Education, Volume 26, Number 14, van Jarvis & Pelt, November 2004

4 A Motivational View of Constructivist informed Teaching, Palmer, 2005

zien dat wanneer leerkrachten met behulp van nascholing zelf meer kennis, vaardigheden, zelfvertrouwen en een meer positieve attitude hebben ontwikkeld ten opzichte van natuurwetenschap en techniek, zij belangrijke stappen vooruit kunnen zetten in hun lespraktijk en op een enthousiaste manier de kennis, vaardigheden en attitude onder hun leerlingen kunnen verbeteren. Hoe komt het dat scholen deze factoren onderbelicht laten en hier weinig of geen aandacht aan besteden?

Bijkomend probleem is dat de (soms gevoelsmatige) belasting van leerkrachten in het basisonderwijs momenteel zeer hoog is. Dit draagt uiteraard niet bij aan een succesvolle implementatie.

Naar aanleiding van deze probleemformulering hebben we ons de volgende vraag gesteld: Aan welke kenmerken, aansluitend aan de schoolkenmerken, moet een W&T lijn voldoen om succesvol ingevoerd te worden? Hierbij proberen we een aantal kritische succesfactoren te vinden die generiek zijn voor alle scholen. Ook houden we rekening met schoolspecifieke kenmerken: factoren die per school verschillend zijn. We hebben in het onderzoek dan ook de volgende zaken onder de loep genomen:

- de schoolorganisatie en de leerkracht;
- de gevoelde behoefte aan natuurwetenschappelijk en technische kennis;
- de attitude en pedagogische en vakdidactische vaardigheden;
- het educatief materiaal.

2. Het onderzoek

2.1. Deelnemer onderzoek

Dit onderzoek is uitgevoerd op een reguliere basisschool die al enkele jaren werkt aan vernieuwing. Zij hebben deelgenomen aan de VTB-Pro scholing en hebben daarin heel duidelijk gekozen voor het inzetten van het onderzoekend leren (er wordt ook veel gebruik gemaakt van ontwerpend leren). Centraal staat dat het kind greep krijgt op de natuurwetenschappelijke wereld waarin hij/zij leeft. Vanuit regelmatig wisselende thema's wordt steeds sterker ingestoken op verdere vakintegratie naar het taal en rekenen.

2.1.1. Onderzoek op school

In deze schoolorganisatie zijn aan de hand van een vragenlijst (de vragenlijst is gebaseerd op het C-BAM model. Zie kader) de volgende aspecten onderzocht;

C-BAM

Indien organisaties in staat zijn taxaties te maken van weerstanden bij hun medewerkers tijdens veranderingen, kan men de mate van succes op verandering inschatten. Wanneer medewerkers veel weerstanden hebben bij verandering, is hun betrokkenheid en inzet om mee te werken aan een succesvolle verandering meestal gering. Het is voor organisaties van belang te weten waarom sommige medewerkers weerstanden hebben én in welke mate weerstanden door onjuiste informatie, gebrek aan informatie of door irrationele gedachten of gevoelens worden veroorzaakt. Door middel van de C-BAM-vragenlijst en C-BAM diepte-interviews op basis van Fullers Concerns-Based Adoption Model, kunnen per medewerker of per afdeling weerstandsprofielen worden weergegeven. Op basis van deze profielen weet het management bij waar er weerstanden tegen een organisatieverandering bestaan en welke factoren daar aan ten grondslag liggen.

1. Ontwikkelingsgerichtheid

- wat de individuen binnen de organisatie willen en kunnen ontwikkelen en of zij in staat zijn om kritisch naar zichzelf te kunnen kijken (gebaseerd op het C-BAM model)

2. Kennisaspecten

- of er behoefte is naar praktische en theoretische w&T kennis
- of er behoefte is naar methodische kennis over OOL
- en of er behoefte is naar kennis over een breder palet aan educatieve werkvormen

3. Criteria materialen

- wat de prioriteiten zijn bij het gebruik van educatief materiaal

Aan de hand van de gestandaardiseerde vragenlijst is er een nulmeting afgenomen. Naar aanleiding van deze nulmeting hebben interventies (variërend van cursorische bijeenkomsten, begeleiding op de werkvloer, begeleidingsgesprekken enz.) plaatsgevonden. Na afloop hiervan is er een tweede meting verricht. Door beide metingen te vergelijken hopen we inzichtelijk te krijgen of de interventies bijgedragen hebben aan een positieve ontwikkeling.

2.2. Gerichte schoolontwikkeling op school

2.2.1. Ontwikkelingsgerichtheid op school

De resultaten van de nulmeting tonen dat de leerkrachten en het management bij de inzet van het Onderzoekend en Ontwerpend leren vooral insteken op beheersing van het dagelijks realiseren van deze vernieuwing en het oplossen van praktische problemen. Hierbij wordt nog weinig gekeken wat voor effect de vernieuwing heeft op de ontwikkeling van de kinderen. Men heeft wel veel concrete ideeën over veranderingen en zou deze ideeën graag doorgevoerd willen zien. Mogelijk weten leerkrachten nog te weinig over de vernieuwing en zijn ze daarover onzeker in hun dagelijkse praktijk. In theorie kan een oorzaak ook het gebrek aan belangstelling zijn, maar vanuit observaties lijkt daar geen sprake van te zijn. De onzekerheid van de leerkrachten komt ook duidelijk naar voren in de antwoorden op vragen over het hebben van voldoende kennis en ervaring met het domein wetenschap en techniek en/of het proces van onderzoekend leren. Uit de antwoorden blijkt dat de leerkrachten allen zeer sceptisch zijn over het feit of ze wel voldoende kennis hebben over

dit domein. Zelfs op het gebied van inzet van effectieve werkvormen spreken ze zich nog voorzichtig uit. Mogelijk hebben zij niet voldoende zelfvertrouwen om deze vernieuwing door te zetten. Op basis van deze nulmeting zijn interventies samengesteld met als doel de onzekerheid weg te nemen en om de leerkrachten voldoende handreikingen te geven op het gebied van natuurwetenschappelijke kennis en kennis over het onderzoekend leren (inzet van effectieve werkvormen).

Interventies op het gebied van kennis:

- ⤴ Korte studiedagen: Voorafgaand aan ieder nieuw in te zetten 3 maandelijks thema heb ik een introductie gedaan van het nieuwe thema volgens het onderzoekend leren. Hierbij werd ingegaan op de kennisaspecten en de mogelijke in te zetten didactische werkvormen. Deze konden de leerkrachten dan verder onder begeleiding concreet uitwerken.
- ⤴ Inzet van koffiocolleges: Op regelmatige basis werden korte sessies belegd (direct na school, tijdens het koffiedrinken), waarbij de actuele problemen vanuit een inhoudelijke insteek besproken werden. Ook het Onderzoekend leren werd hierbij in ontspannen sfeer en concreet wanneer het nodig was verder verklaard en vanuit concrete situaties besproken.

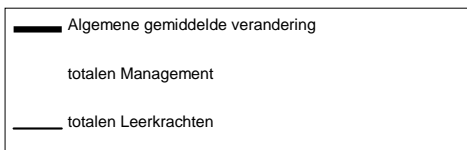
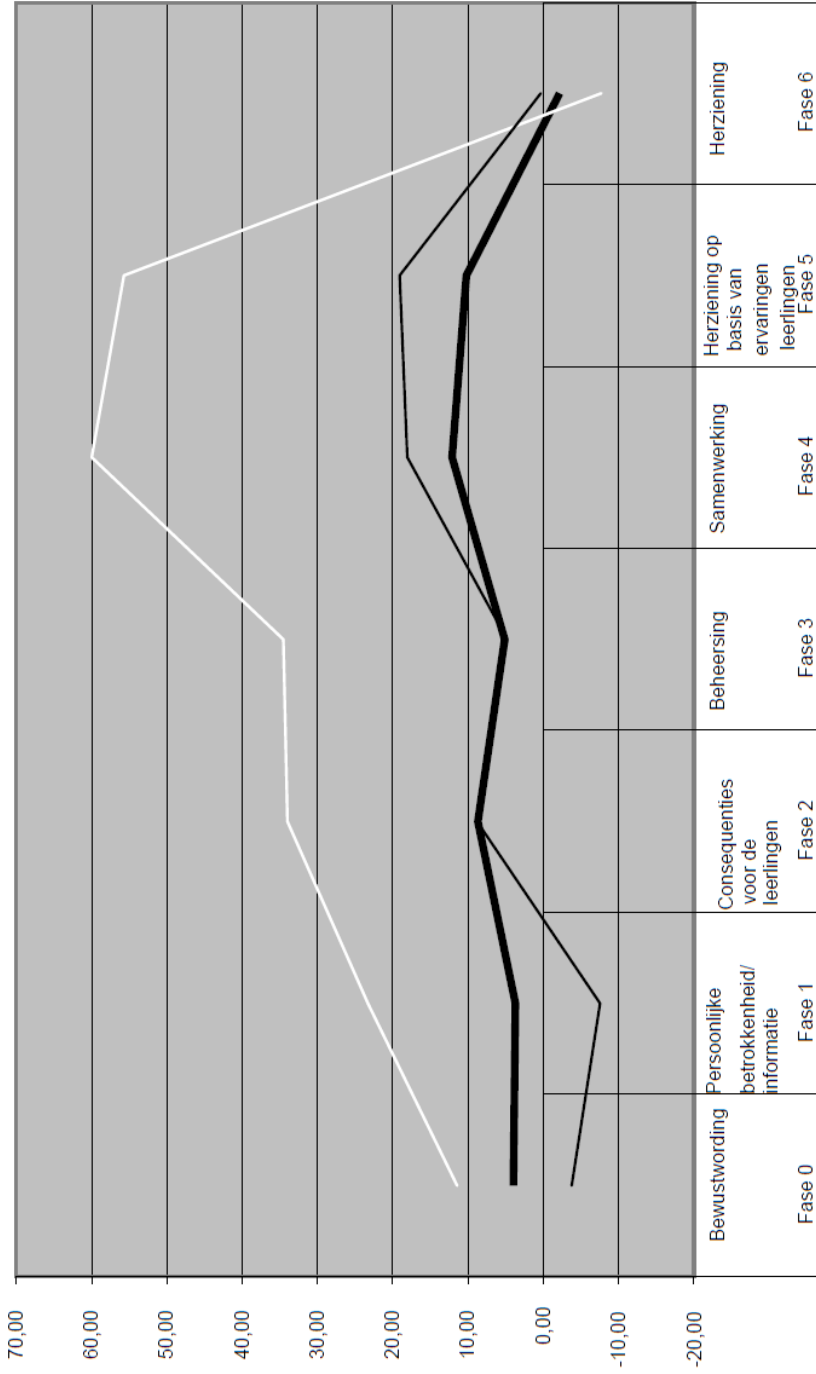
Interventies op het gebied van onzekerheid:

- ⤴ Begeleiding op de werkvloer: de leerkrachten werd concrete op de werkvloer geleverde begeleiding geboden. Naast het participeren in de lessen (directe feedback en/of aanvullingen) werden ook diverse voorbeeldlessen gegeven.
- ⤴ Adviseur projectgroep Onderzoekend leren. Door mij werd actief geparticipeerd in de projectgroep Onderzoekend leren op de school om al vanaf de voorbereiding, handvatten te bieden over verdere implementatie.
- ⤴ Ondersteuning bij het uitwerken en voorbereiden van de toekomstige thema's. De begeleiding bestond uit het aanreiken van ideeën over hoe bestaande methodes door aanpassingen gebruikt kunnen worden om de doelen te bereiken zonder de onderwijsvisie daarvoor geweld aan te doen.

De CBAM test wordt afgenomen met een vragenlijst. Aan de hand van de vragen en daarbij horende kenmerken kan een score voor iedere fase worden berekend. De score met het hoogste percentage geeft de ontwikkelingsfase aan waarin de geënquêteerde zich als individu bevindt. Deze wordt bekeken vanuit 7 fasen die de individu binnen het proces van onderwijsvernieuwing doorloopt. Zij gaan fase 0 de persoonlijk bewustwordingsfase door tot fase 6 de herzieningsfase. Als individu kun je in deelprocessen in diverse fases tegelijkertijd bevinden. Het gaat daarom bij het C-BAM model dan ook niet om het harde gegeven in welke fase je je bevindt maar om een inschatting van je positie als individu in een vernieuwingsproces. Het inzichtelijk krijgen van de fases waarin de individuen binnen de organisatie zich bevinden geeft als organisatie een indicatie om de interventies op af te stemmen. Op personen die nog persoonlijk bewust moet worden van de vernieuwing

Model van betrokkenheid veranderingen

Procentuele toename (boven de nullijn)
of afname (onder de nullijn)



intervenier je anders dan op personen die bezig is om de vernieuwing te beheersen (fase 3). Bij deze organisatie betreft het een groep van 15 leerkrachten en 3 managementleden. Van het management heeft een persoon nog les-gebonden taken. Bovenstaande grafiek geeft de verandering tussen twee metingen aan: de pretest en de eindtest. We zien bij de leerkrachten en het management een nadrukkelijke toename in de fases 2, 4 en 5 (een positief percentage). Hierbij valt ook bij de leerkrachten de afname bij fase 0 en fase 1 op (negatief percentage). Terwijl bij de het management de afname op fase 6 opvalt.

2.2.2. Kennisaspecten ontwikkeling op school

Naast de CBAM vragenlijst (ontwikkelingsfasen) is bij de metingen ook geïnventariseerd of er veranderingen zijn in de vraag naar specifieke kennis. Door de resultaten op de pretestmeting en de eindmeting te vergelijken kan dan een ontwikkeling worden vastgesteld op het gebied van de vraag naar kennis. Zie de nu volgende tabel.

Tabel 1 Ontwikkeling

Vraag	Af/toename
1. behoefte naar theoretische w&t kennis	- 2,9%
2. behoefte naar praktische w&t kennis en vaardigheden	-10,4%
3. behoefte naar methodische kennis over OOL	-29,2%
4. behoefte naar kennis over een breder palet aan educatieve werkvormen	-24,1%

De scores bij 1. en 2. geven aan dat er een afname in vraag naar natuurwetenschappelijke en technische kennis is. Dit betekent niet dat door de interventies dat de leerkrachten zoveel meer kennis hebben. Het aanreiken van een uitgebreid begrippenkader vanuit de natuurwetenschap heeft leerkrachten mogelijk het gevoel gegeven meer duidelijkheid te hebben over welke kennis het eigenlijk gaat in relatie met de doelgroep (onder-, midden- en bovenbouw). Het paradigma "De leerkracht weet alles" speelt op de achtergrond nog steeds een rol. Duidelijk is geworden dat bij de leerlingen vooral begrip over de natuurwetenschappelijke aspecten relevant is en niet zozeer de kennis over deze aspecten. Daarnaast is er ook een duidelijke splitsing erkend in wat relevant is in de onderbouw en de midden- en bovenbouw. De onderbouw werkt vooral met het begrippenkader terwijl naarmate de kinderen ouder worden de leerkrachten meer in gaan spelen op de kennisconstructie rondom deze begrippen. Dit geeft de leerkrachten meer zelfvertrouwen over hun kennisniveau. De scores bij 3. en 4. geven aan dat door het continu aanreiken van voorbeelden er een grote afname naar vraag op dit gebied ontstaat. Zien hoe je praktische zaken in de klas kunt invullen en het effect van deze oplossingen op het leergedrag van de kinderen leert leerkrachten buiten hun vaste patronen kijken. Het palet aan didactische werkvormen waarmee leerkrachten hun eigen praktijk invullen is daardoor uitgebreid. Ook het creatief oplossen van ogenschijnlijk lastige didactische situaties is toegenomen. Hierdoor ontstaat een grote variëteit in werkvormen en in uiteindelijke mogelijkheden om de kinderen

te ontwikkelen.

✦ Onzekerheid

De effecten van een hoger kennisniveau op kennisaspecten en op het gebied van didactische werkvormen heeft geresulteerd in het feit dat leerkrachten praktische zaken op alternatieve manieren aanpakken. Kijkende naar wat voor effect het heeft op de kinderen durven ze meer creativiteit in hun beroepspraktijk te brengen. Dit heeft geresulteerd in een positieve spiraal op het gebied van onzekerheid. Elke ervaring (ook soms een negatieve) draagt bij aan een groeiende zekerheid.

2.2.3. Criteria materialen op school

Indien je een onderwijsvernieuwing wilt inzetten is het niet enkel voldoende om te werken aan de kennis en vaardigheden van de leerkrachten. Een aanpassing van het materiaal kan verder bijdragen aan een versterking van de vernieuwing. Als je nieuw materiaal wilt inzetten in het basisonderwijs zullen we dus kritische stil moeten staan bij educatief materiaal. Aan de hand van negen gestelde kenmerken⁵ voor onderwijsmateriaal werden de leerkrachten gevraagd een prioritering aan te brengen in de kenmerken. Door deze prioritering moesten ze een duidelijk standpunt innemen in hun visie op relevantie van deze kenmerken⁶. Deze kenmerken zijn:

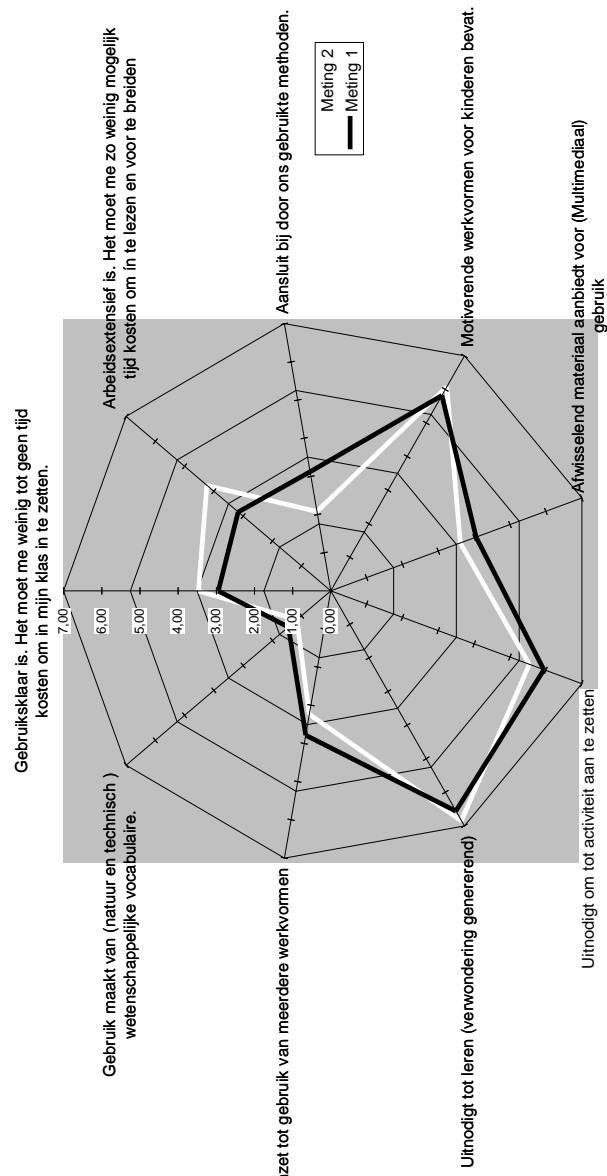
1. Gebruiksklaar
2. Arbeidsextensief
3. Aansluiten bij de vraag van de leerkrachten
4. Motiverende werkvormen voor kinderen bevatten
5. Afwisselend materiaal gebruik (Multimediaal)
6. Uitnodigt om activiteit aanzetten
7. Uitnodigt tot leren (verwondering genererend)
8. Aanzetten tot gebruik van meerdere werkvormen
9. Inzetten van (natuur en technisch) wetenschappelijke vocabulaire.

In de afgenomen vragenlijsten werden de geënquêteerden gevraagd punten (tussen 1 en 8) te geven aan ieder eerder genoemd kenmerk. Doordat ze ieder punt maar één keer konden geven ontstond een goed zicht op de prioritering van kenmerken. In zowel de pretest (zwarte

⁵ voor meer info en details zie o.a. Bakx, Van der Sanden, Sijtsma, & Taconis, 2002; Boekaerts & Simons, 2003; Cennamo, 1993; De Vries, & De Jong, 1999; Erwin, & Rieppe, 1999; Hannafin, & Land, 1997; Gravemeijer, 2009; Hattie, 2009; Marzano, 2007.

⁶ voor meer info en details zie o.a. Bakx, Van der Sanden, Sijtsma, & Taconis, 2002; Boekaerts & Simons, 2003; Cennamo, 1993; De Vries, & De Jong, 1999; Erwin, & Rieppe, 1999; Hannafin, & Land, 1997; Gravemeijer, 2009; Hattie, 2009; Marzano, 2007.

Prioriteitstelling betreffen W&T lesmateriaal



lijnen) als nameting (witte lijn) kwam duidelijk naar voren dat de leerkrachten niet enkel en alleen kijken naar hun taakbelasting. Zowel aan gebruiksklaarheid als aan arbeidsextensiviteit wordt geen hoge prioriteit gesteld. De nadruk in de prioritering ligt vooral op het feit of het materiaal uitnodigt tot leren en uitnodigt tot activiteit. Ook motiverende werkvormen voor de kinderen scoort hierbij hoog. Opvallend is de zeer lage score op het gebied van “Gebruik maakt van natuur en technisch wetenschappelijk vocabulaire”. Na de interventies (paragraaf 2.2.1.) blijkt in de pre-test dat er anders gekeken wordt naar de prioritering. De prioriteringsscore voor “Aansluiten bij door ons gebruikte materialen” afgenomen. Dit kan wijzen op dat de leerkrachten door de verkregen kennis beter in staat zijn om zelf het materiaal aan te laten sluiten bij de gebruikte methodes. Dit ligt in lijn met de gegevens uit tabel 1 paragraaf 2.2.2. waarin een grote afname is te zien naar behoefte naar kennis over een breder palet aan educatieve werkvormen. Daarnaast is de prioriteringsscore voor “Gebruiksklaar” en “Arbeidsextensief” juist toegenomen. Dit kan wijzen op dat door al eerder genoemde kennistoename ze de prioritering naar een effectievere inzet van nieuwe materialen en dat het dus arbeidsextensiever en eerder gebruiksklaar dient te zijn.

2.3 Conclusie

Op basis van het onderzoek waarin leerkrachten en management aan de hand van de C-BAM vragenlijst en de prioriteitstellingen betreffende het Wetenschap en techniekmateriaal zijn ondervraagd komen we tot de volgende uitspraken

Ontwikkelingsgerichtheid

Door de interventies (korte studiedagen, inzet van koffiecottes, begeleiding op de werkvloer, advies in de projectgroep Onderzoekend leren en de ondersteuning bij het uitwerken en voorbereiden van de toekomstige thema's) is er een duidelijke ontwikkeling waargenomen bij de deelnemende individuen en in de groep als geheel. De leerkrachten krijgen meer persoonlijke ervaringen en krijgen meer zelfvertrouwen. Hierdoor durven ze meer te leren van collega's met als effect dat een verregaande samenwerking vorm krijgt. Duidelijk is ook dat op dit moment het management verder is/wil dan de leerkrachten (zie de resultaten op de CBAM vragenlijsten). Bijkomend effect is dat de leerkrachten ook open staan voor verdere ontwikkeling. Concreet zie je dit terug in het grote aantal vrijwillige aanmeldingen vanuit deze school voor de impulsopleidingstrajecten van het Platform Bètatechniek.

Kennisaspecten

Vanuit de ervaringen opgedaan tijdens de toegepaste interventies kan gesteld worden dat het niet de vraag is naar natuurwetenschappelijke en technische kennis die er voor zorgt dat er een voorbehoud is ten aanzien van een grotere inzet van Wetenschap en techniek lessen. Het is vooral de onbekendheid met de werkelijk relevante onderwerpen in dit domein. Door het groeiende vertrouwen in eigen kunnen, wordt de (nog steeds noodzakelijke) verdieping van bijbehorende kennis niet meer als remmend ervaren.

Onderwijskundig is het vooral de vraag hoe je nu het Onderzoekend en Ontwerpend leren toepast in een werkelijke praktijksituatie. Door het begeleid ervaren, het bespreken van concrete situaties en in samenwerking met collega's invulling te geven aan lessen, blijkt de vraag naar kennis op dit gebied flink af te nemen.

Criteria materialen

De eisen die gesteld worden aan educatief materiaal zijn vooral gericht op materiaal dat uitnodigt tot leren en aanzet tot het ondernemen van activiteiten. Bij de keuze voor w&t materiaal speelt het kunnen inzetten van (natuur en technisch) wetenschappelijke vocabulaire geen rol van betekenis.

Het wordt als een onderdeel van het vak techniek ervaren en niet als versterking van, of geïntegreerd met, de taallessen. Het educatieve materiaal wordt door de leerkrachten vooral gezien als hulpmiddel voor het kind in plaats van als mogelijkheden tot variatie in werk van de leerkracht.

Onderzoekslab: een opleidingseenheid op het snijvlak van rekenen-wiskunde en wetenschap en techniek⁷

Frans Van Mulken, Aritmae

Inleiding

De introductie van wetenschap & techniek in de basisschool betekent een nieuwe invalshoek, mogelijkheden en kansen om het β -gehalte van het onderwijsaanbod te versterken. Tegelijkertijd vraagt de introductie van wetenschap en techniek om een fundamentele (her-) bezinning op de algemene doelstellingen en inhoud en doelstellingen van de basisschool (Gravemeijer, 2009). Ook de opleidingen voor leraren basisonderwijs ontkomen niet aan de vraag hoe in te spelen op deze maatschappelijke ontwikkeling. Het nieuwe vakgebied wetenschap en techniek vraagt om leraren die leerlingen kunnen inspireren en motiveren om gedreven door nieuwsgierigheid greep te krijgen op de hen omringende werkelijkheid met wetenschappelijke en technische denkwijzen, methoden en ontwerpen (VTB-Pro, 2007b). Dat is een hele klus omdat natuurwetenschappen in Nederland vooral een biologische invulling krijgen en leraren weinig vertrouwd zijn met natuurwetenschappelijke en technische onderwerpen. (Meelissen & Drent, 2008).

Het onderzoekslab – een ontwerp van een opleidingseenheid voor leraren basisonderwijs – sluit aan op de uitgangspunten van VTB-Pro voor het scholen van leraren en op de maatschappelijk gevoelde noodzaak om het aandeel van wetenschap en techniek in het basisonderwijs te versterken. De ontwikkelde opleidingseenheid – een minor met een omvang van 20 erts – staat open voor leraren basisonderwijs die het basisprogramma van tweeënehalf jaar met succes hebben afgesloten. Binnen de minor wordt wetenschap en techniek geïntegreerd met rekenen-wiskunde aangeboden. Deze strekt zich uit over een periode van een half jaar (20 weken) met wekelijkse bijeenkomsten. In deze periode voeren de studenten een ontwikkelingsonderzoek uit. In totaal worden zes weken van de minor in de stage doorgebracht (twee dagen per week). Tijdens de stageweken wordt het onderzoek uitgevoerd. De resterende tijd staat in het teken van de voorbereiding van het onderzoek en het ontwerp van onderwijs (omvang acht weken), het evalueren van en reflecteren op de uitgevoerde lessen, het verwerken van de onderzoeksresultaten en het rapporteren (omvang vier weken).

Het onderzoek binnen de ontwikkelde opleidingseenheid richt zich op het implementeren van een lessenserie rondom de samengestelde grootheid snelheid. De contouren van de lessenserie zijn ontworpen door de projectgroep STEFF (Science and Technology Education For the Future) van Eindhoven School of Education (EsoE). De serie bestaat uit vier lessen (Van Galen, 2008, 2009). Het betreft een ruw ontwerp dat in het kader een iteratieve onderzoekscyclus van voorbereiden-uitproberen-evalueren-reflecteren door de

⁷ Dit artikel is een ingekorte, van een uitvoerige nog niet gepubliceerde versie; Onderzoekslab: snelheid onder constructie. Zie: <http://aritmae.nl/pdf/pmonderzoek.pdf>

leraar-onderzoekers verder verfijnd en afgestemd moet worden op de praktijk. Het onderzoek werd uitgevoerd in een kleine leer-/onderzoeksgemeenschap bestaande uit vier derdejaars studenten, twee docent-onderzoekers i.c. een vak-expert rekenen-wiskunde van de pabo en een vak-expert wetenschap en techniek(Tu/E), en vier groepsleraren basisonderwijs.

Het onderwerp snelheid leent zich voor een geïntegreerde benadering omdat het zich beweegt op het grensvlak van rekenen-wiskunde (verhoudingen, meten, verbanden) en wetenschap en techniek: een rijke leeromgeving met een hoog ICT-gehalte (Van Galen c.s., 2006). Met dit laatste wordt bedoeld dat leerlingen aan de hand van computeranimaties en representaties van de werkelijkheid (dynamische grafieken) samenhangen tussen grootheden in de werkelijkheid – zoals tussen afstand en tijd – gaan ontdekken, leren vastleggen en leren onderzoeken. Ook in technisch opzicht biedt het onderwerp snelheid interessante aanknopingspunten. Door binnen de lessenserie de nadruk te leggen op relatief eenvoudige instrumenten om snelheid te meten leren leerlingen ‘out of the black box’ te denken: geavanceerde instrumenten om snelheid te meten zoals snelheidsmeters in auto’s, instrumenten om afstanden of snelheid met behulp van lasers vast te stellen, snelheidsbepaling met behulp van navigatiesystemen als GPS e.d. zijn terug te voeren tot relatief eenvoudige metingen met alledaagse hulpmiddelen die voor alle basisleerlingen binnen het bereik liggen.

Inspelend op de moeilijkheden die leraren zeggen te ervaren met het uitvoeren van onderwijs op het gebied van wetenschap en techniek (Meelissen & Drent, 2008) vertrekt de ontworpen opleidingseenheid rondom het ontwikkelen van het concept van snelheid vanuit de volgende uitgangspunten. Het gekozen onderwerp binnen wetenschap en techniek moet binnen direct handbereik van leerlingen en leraren liggen. Het onderwerp snelheid komt ook in de huidige rekenmethoden in de bovenbouw aan de orde. Het uitvoeren van metingen moet geen ingewikkeld (meet-)instrumentarium vergen. Bij het voor wetenschap en techniek kenmerkende onderzoekend en ontwerpend leren kunnen leraren voortbouwen op basale kennis en een didactisch repertoire dat zij eerder verwierven in het kader van onderzoekend en ontdekkend leren in de context van rijk rekenwiskunde-onderwijs. Het uitvoeren van een gemeenschappelijk onderzoek in een kleine leer-/onderzoeksgemeenschap waarin verschillende expertises geborgd zijn, moet zorgen voor een veilige experimentele leeromgeving die de kans op beïnvloeding van attitudes, kennis en repertoire vergroot.

Opleidingsmodel

De ontwikkelde opleidingseenheid is opgebouwd uit vijf lagen. De basis, het onderzoekconcept van het leren onderzoeken, bestaat uit leren uitvoeren van een actie-onderzoek waarin de ‘actie’ bestaat uit het ontwikkelingsonderzoek. Het actie-onderzoek structureert alle uit te voeren activiteiten. De macrocyclus van voorbereiden-uitvoeren-evalueren-reflecteren en rapporteren van het onderzoek vormt daarbij de globale structuur (Mills, 2007). De voorbereidende fase wordt afgesloten met een probleemstelling en een daarop gebaseerd plan van actie in de vorm van een ontwerp van een lessenserie. Het ontwikkelingsonderzoek bestaat uit het doorlopen van microcycli. Ieder les wordt door de gemeenschap voorbereid, door een lid uitgevoerd en op video gezet, vervolgens aan de hand van de videobeelden gemeenschappelijk nabesproken, geëvalueerd, bijgesteld en,

indien noodzakelijk, opnieuw uitgeprobeerd. Deze minicyclus herhaalt zich bij elke les van het ruwe ontwerp.

De tweede laag die de gemeenschap doorloopt heeft betrekking op het zich eigen maken van het didactisch concept van onderzoekend leren en ontwerpen van wetenschap en techniek (Graft & Kemmers, 2007). Dit wordt geïntegreerd met het onderwijsconcept van onderzoekend leren en ontdekken van rekenen-wiskunde. Beide concepten worden met elkaar verbonden door het toepassen van de vijf onderwijs-leerprincipes van rekenen-wiskunde: concretiseren - construeren, niveauverhogingen-modelgebruik, het stimuleren van eigen producties – reflecteren, denk-activerend interactief handelen – het bevorderen van samenwerken, en het bewerkstelligen van samenhang in kennis – structureren (Treffers, 1987). De eerste term van de vijf principes slaat op het handelen van de leraar, de tweede term duidt telkens op de leerlingactiviteit(-en).

De derde laag van het opleidingsmodel die binnen de leergemeenschap aangeboord wordt heeft betrekking op het verwerven van het vakconcept. Dit zijn de kerninzichten rondom het snelheidsconcept. Bijvoorbeeld kerninzichten als het denken in verhoudingen (snelheid als verhoudingsgetal), maatverfijning of schaalvergroting (het omzetten van m/sec in km/ u), het hanteren van verschillende visuele representaties (staafdiagram, lijngrafiek). Ook het opbouwen van noties van snelheid als 'variabele' die verschillende waarden kan aannemen. Deze kerninzichten hebben een lokaal karakter en bestrijken slechts een deelgebied van wetenschap en techniek (Lintsen, 2005, Lloyd, 2008). Daarnaast wordt ook gewerkt aan een bij wetenschap en techniek behorende attitude van 'geletterdheid' in de zin van het leren hanteren van (wetenschappelijke) kennis en inzichten die behulpzaam kunnen zijn in het ontdekken van misleidende informatie, het blootleggen van ongerijmdheden waarvan de reclamewereld bijvoorbeeld zich nogal eens bedient.

De vierde laag waardoor de gemeenschap geloofdst wordt, bestaat uit de kennismaking met verschillende ontwerpheuristieken die leiden tot een open onderwijsontwerp. Op dit niveau wordt aandacht gevraagd voor de micro-cultuur in de groep die nodig is voor onderzoekende houding van de leerlingen en de bijbehorende, verborgen normen en waarden e.d. (Yackel & Cobb, 1996) aan de hand van het sociaal –psychologisch interpretatiekader van Cobb (2000). Een tweede heuristiek waarmee de leden kennismaken heeft betrekking op de concrete vormgeving en inrichting van onderwijs- en leerprocessen in de vorm van een hypothetisch leertraject (Simon). De kern van deze heuristiek is dat een les wordt voorbereid aan de hand van een einddoel en tussendoelen. Bij elke tussendoel moeten de leden van de gemeenschappen voorspellen welke leeractiviteiten uitgelokt worden. Aan de hand van de video-opnamen wordt dan achteraf bekeken of de voorspellingen uitkomen en waarom wel of niet. Een derde ontwerpheuristiek betreft die van het emergent modelleren (Gravemeijer, 1999). Deze heuristiek beschrijft de bijzonder betekenis van visuele representaties in de uitlijning en begeleiding van het leerproces door de leraar van situationele en contextgebonden kennis naar formele, situatie-overstijgende, gegeneraliseerde kennis van het onderzoeksgebied.

De toplaag van het opleidingsmodel bestaat uit het toepassen van de kennis en het ontwikkelen van het bijbehorende didactisch repertoire, het verdiepen en verfijnen van het ruwe ontwerp en het passend maken aan situationele factoren van de school en de groep op

basis van de opgedane ervaringen en de analyses van het videomateriaal in het kader van het doorlopen van de minicycli van het ontwikkelingsonderzoek.

De geschetste gelaagde opbouw van de ontwikkelde opleidingseenheid heeft een algemeen karakter waarbij de wetenschaps-technische inhoud uitwisselbaar is: in plaats van snelheid kunnen ook andere β -inhouden gekozen worden.

Opleidingsdidactiek

De algemene doelstelling van het onderzoekslab valt te omschrijven als het exploreren van de wijze waarop een opleidingseenheid voor leraren ingericht kan worden waarin zowel de drie VTB-pro uitgangspunten voor scholing van leraren – het opbouwen van kennis, attitude en competenties – en de opvatting om wetenschap en techniek tot zijn recht te laten komen door het zoeken van mogelijkheden tot integratie met bestaande schoolvakken (VTB-Pro, 2007). Gegeven de beoogde ingrijpende verandering van het leraarsgedrag is gekozen voor kleine leergemeenschappen als eenheid van opleiding die daarmee deel uit maken van de rijke leeromgeving. Hierdoor kunnen zowel de (meta-)cognitieve als de niet-cognitieve aspecten van het leren en de ontwikkeling van de betrokken leden tot hun recht kunnen komen.

De opleidingseenheid is gebaseerd op een hybride, holistische implementatiestrategie waarin de rijke leeromgeving – waarvan de leraar zelf deel uit maakt – structuur geeft aan het complexe veranderingsproces. Tot deze rijke leeromgeving hoort

- a) een organisatiestructuur van kleine werkgemeenschappen bestaande uit leraren, a.s. leraren en didactici die gezamenlijk onderzoek verrichten naar de uitvoeren van innoverende lessenseries.;
- b) een technische structuur met een hoog ICT-gehalte waarin videoregistraties van de uitgevoerde lesactiviteiten een centrale rol spelen in de onderlinge communicatie, uitwisseling van kennis en discussie plaatsvindt op basis van de ingebrachte expertise;
- c) een functionele structuur van actie-onderzoek die door haar cyclisch en iteratieve karakter zorgt voor systematiek en planmatigheid in de veelheid van activiteiten variërend van het stimuleren van betrokkenheid, het bevorderen van interactie, rijke evaluatie tot co-constructie van kennis;
- d) een didactische structuur gericht op visie- en attitudeontwikkeling, het voorbereiden, uitproberen en evalueren van het ontwikkelde onderwijs inclusief de constructie van leermaterialen.

De didactiek die binnen het lab is gevolgd beantwoordt aan het principe van 'guided intervention' (Freudenthal, 1973, 1983). Dit wil zeggen dat de leden de constituerende concepten (onderzoek-, onderwijs- en vakconcepten) en heuristieken in een geleid onderwijsproces (her-) ontdekken. Aanvankelijk blijft de inbreng van de leden beperkt. Het naderen van de toplaag doet echter een toenemend beroep op de creativiteit van de leden van de leer-/onderzoekgemeenschap: de inbreng van de leden die het onderzoek uitvoeren wordt groter. Het ruwe ontwerp moet immers afgestemd worden op de situationele context van de groep en de school. Kennis in de vorm van concepten en heuristieken wordt door de leden van de gemeenschap eigen gemaakt door een combinatie van literatuurstudie, ervaringen die in instituutspractica en de beroepspraktijk worden opgedaan, analyse en

evaluatie van video- en toetsmateriaal en reflectie daarop, discussies e.d., allemaal binnen het kader van het actieonderzoek. De rode draad en daarmee het aangrijpingspunt van de didactiek wordt gevormd door het observeren en het analyseren van het didactisch handelen van de leraar en dan met name de mate waarin deze erin slaagt het denken bij de leerlingen te leggen en te activeren respectievelijk hoe dit bevorderd kan worden.

Een deel van de vereiste kennis en het benodigde repertoire werd eerder verworven bij het begeleiden van groepsgericht en interactief werken aan open probleemsituaties in het kader van rekenen-wiskunde. Tijdens de bijeenkomsten zijn de overeenkomsten tussen de didactiek van onderzoekend en ontdekkend leren van wetenschap en de didactiek van onderzoekend en ontdekkend leren van rekenen-wiskunde benadrukt in van de vorm instituuetspractica met reflectieve intermezzo's. Daarbij is volgens het principe van teach-as-you-preach nadrukkelijk ingezoomd op de analyse van interactieprocessen. De interactie in het kader van rekenen-wiskunde tussen leraar en leerlingen en leerlingen onderling is gericht op het (geleid) ontdekken van kernconcepten in plaats van het voordoen en voorzeggen via directe instructie, het beredeneren van gevonden oplossingen op basis van eigen inzichten, het uitwisselen van ideeën, het elkaar proberen te overtuigen en het zich gewonnen geven bij oplossingen en ideeën van klasgenoten die meer hout snijden. Bij dit proces hoort een groeps cultuur van met elkaar gedeelde waarden en normen waarin ieders inbreng waardevol kan zijn en respect verdient, het honoreren en onderkennen van belangrijke ontdekkingen en inzichten rondom te verwerven kernconcepten.

De leraar die deze processen moet begeleiden zal zich bewust moeten zijn van de invloed van deze sociaal-culturele processen op de kwaliteit van het leren, gericht moeten zijn op procesaspecten van het leren, en de leeropbrengsten van dit proces tijdens de interacties moeten kunnen beoordelen op hun waarde in verband met het leren van belangrijke (vak-)kennisaspecten. Het orkestreren van dit interactief handelen doet een beroep op cognitieve aspecten van het leren, i.c. kennis van het vak en kennis van het onderwijzen en leren van leerlingen (Hill c.s. 2008), en het metacognitief (zelfsturend, monitoring) handelen van de leraar.

Uit deze schets zal duidelijk zijn dat de bijeenkomsten beoogden te beantwoorden aan dezelfde uitgangspunten die de leraren geacht werden te hanteren bij het realiseren van het onderwijs aan de basisschoolleerlingen. Bijzondere aandacht dient daarbij nog uit te gaan naar de rol van de organisatie van het opleidingsonderwijs in kleine leer- en onderzoeksgemeenschappen. Deze gemeenschappen bestaande uit leraren, a.s leraren en didactici kunnen op basis van hun verschillende inbreng hun expertise gebruiken om het orkestreren van de interactie door de leraar te helpen beïnvloeden. Gegeven het veronderstelde geavanceerde niveau van interactief handelen en de daarmee gepaarde kans op mislukkingen doet het zelfsturend karakter van dit professionaliseringsproces behalve op cognitieve en metacognitieve aspecten, ook een beroep op emotionele en met de motivatie samenhangende persoonsaspecten. Het opvangen van deze niet-cognitieve aspecten van het leren is een tweede reden voor de keuze van het project om kleine leergemeenschappen in het leven te roepen. Een derde reden die zou kunnen pleiten voor leergemeenschappen betreft de kansen voor het leren ontwikkelen van een gemeenschappelijke (vak-)taal mede door de frequentie van de bijeenkomsten. Het gemis daarvan kan een bron zijn van het mislukken van onderwijsinnovaties (Van Eerde, 2008; Van Eerde c.s., 2008)

In het vervolg gaan wij vooral in de op de vraag:

Wat zijn de leeropbrengsten van de betrokken a.s. leraren bij de focus op het orkestreren van interactief handelen in relatie tot het concept van onderzoekend en ontdekkend van deelnemende a.s. leraren?

Deelnemers

In de periode tussen medio februari en begin april krijgen de studenten een gemeenschappelijk instructie van 5 weken rondom het wetenschap & techniek-project 'snelheid'. Er is één leergemeenschap gevormd die met het onderwerp snelheid aan de slag ging. De leergemeenschap bestond uit vier studenten, twee opleidingsdocenten en op de achtergrond vier leraren. Het project werd op drie scholen in een groep 6 (n=16) , drie groepen 7 (n=10, n= 23 en n= 24) uitgevoerd. Zoals hiervoor aangegeven beslaat de totale leereenheid 20 erts die in het kader van een minor is aangeboden.

Methode

De leden van de gemeenschap hebben de in de inleiding geschetste macro-cyclus van actie-onderzoek en de geneste microcycli van ontwikkelingsonderzoek doorlopen waardoor zij kennismaakten met de gelaagdheid van het onderzoek (zie het opleidingsmodel) en de didactiek die uitgaat van het beginsel van geleide herontdekking.

Daarmee hebben zij gewerkt aan de drie doelstellingen van het VTB-pro-programma: het ontwikkelen van kennis en vaardigheden op het gebied van verschillende vakconcepten, aan het versterken van de attitude ten aanzien van wetenschap en techniek, en aan de didactische competenties. De gemeenschapsleden hebben kennis en vaardigheden opgedaan in het toepassen van de empirische cyclus van observeren, verwachtingen formuleren en rapporteren. In de laatste fasen van de cyclus wordt nadrukkelijk gewerkt aan het attitudeaspect van voortgaande professionalisering van de leraar door de nadruk op presentaties buiten de kring van de leergemeenschap.

Resultaten

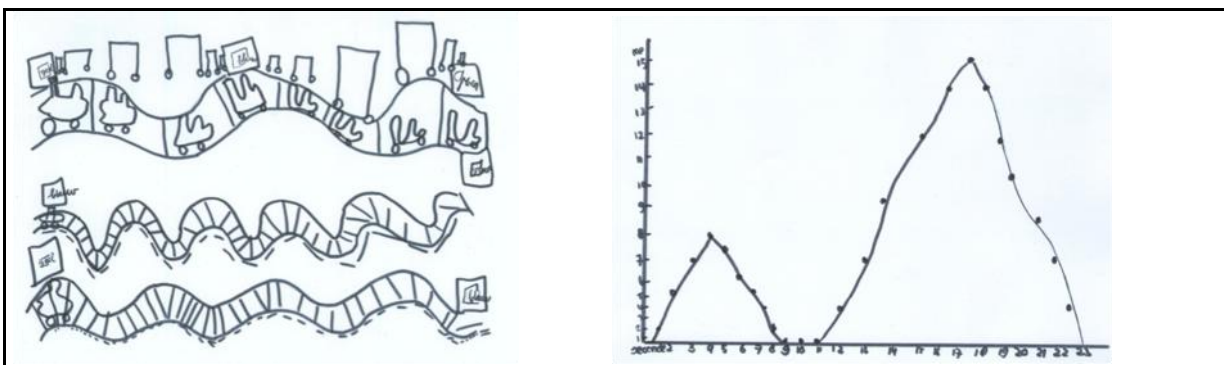
De leden van de gemeenschap hebben op alle doelstellingen van het project duidelijk leerwinst laten zien. De meeste leerwinst is geboekt op het terrein van pedagogisch didactisch-handelen met betrekking tot het orkestreren van de interactie. Dit leidde in de praktijk tot daadwerkelijk meer activerend onderwijs waarin getracht wordt het denken waar mogelijk bij de leerlingen te leggen en geopereerd wordt in de zone van de naaste ontwikkeling (Vygotsky, 1934). Dit is af te leiden uit de soort vragen en andere technieken die toegepast werden door de aspirant-leraren zoals doorvragen, het verzoeken om concretisering van rederingen van leerlingen, het parafraseren, het uitlokken van activiteiten die zinvol waren met het oog op het actuele leerproces en nog komende leerprocessen (revoicing, scaffolding).

In de lesvoorbereidingen was een kentering waar te nemen van een voorbereiding die vooral gericht was op het beschrijven van de organisatie van de les en de daarbij behorend uitvoerende handelingen naar een voorbereiding waarin geleidelijk meer open vragen gingen fungeren als leidraad voor de opbouw van de lesactiviteiten. Dit laatste kan beschouwd worden als een voorstadium van een werkwijze die strookt met de ideeën die ten grondslag aan het hypothetisch leertraject. Als-dan-, doel-middel-redeneringen e.d. kwamen wel

sporadisch voor in de lesvoorbereidingen, maar deze hadden desondanks strikt genomen niet het karakter van een hypothetisch leertraject waarin meer zichtbaar moeten zijn van de (praktijk)theorieën waarvan de leraren zich bedienen. Datzelfde kan gezegd worden over de reflecties op de uitgevoerde activiteiten, hoewel deze zeker inhoudelijker en meer ter zake waren dan de reflecties aan het begin van het project. Vergeten mag echter niet worden dat de aspirant-leden van de leergemeenschap jarenlang ervaringen hadden met een veel oppervlakkigere vorm van het voorbereiden van lessen. Om de kwaliteit van de lesvoorbereidingen te verbeteren zou een minor-overstijgende aanpak nodig zijn.

Tijdens de bijeenkomsten is veel aandacht besteed aan het verwerven van de concepten rondom snelheid. Deze aandacht heeft geleid tot een grotere doe-explicitering. De voordelen hiervan bleken uit de adequatere formulering van de doelstellingen van de les, maar werden ook zichtbaar in de uitvoering van de lesactiviteiten: het begeleiden van de interactief handelen in de praktijk, dit wil zeggen het bewaken dat de discussies tussen de leerlingen en de leraar niet ontspoorde en ter zake waren. Deze niet-geringe leerwinst moeten mede toegeschreven worden aan de effecten van de ritmiek van de reflectieve cyclus waarin volgens een strakke wekelijkse planning de lessen uitgebreid werden voorbereid en geëvalueerd met behulp van videobeelden. Het uitlokken van cognitieve conflicten heeft de kennisontwikkeling in een stroomversnelling gebracht. De waarde van deze werkwijze kan niet gauw onderschat worden.

Verrassend was de relatieve korte tijd waarin de aspirant-leraren erin slaagden om de cultuur in de klas te veranderen ten gunste van de 'ontdeklessen'. Leerlingen discussieerden, redeneerden met veel enthousiasme en experimenteerden naar hartenlust, zelfs buiten de lessen om. Dit heeft blijkens de uitgevoerde peilingen ook een gunstige invloed had op de wijze waarop de leerlingen oordeelden over hun beleving van de lessen, ook van rekenen-wiskunde. Niet in de laatste plaats hebben de leerlingen ook veel geleerd. De tekeningen die de leerlingen in de eerste les maakten werden vergeleken met de tekeningen naar aanleiding van een soortgelijke situatie aan het eind van de lessenserie. Vrijwel alle kinderen bleken in staat om een grafiek te maken van de situatie met de rijdende trein. Onderstaande vergelijking van de visuele afbeeldingen van voor- en nameting laat de geboekte winst duidelijk zien (Figuur 1). Het benoemen van de assen bleek echter volgens de gegevens nog lastig. Aan dit gegeven zou in een vervolg op de ontworpen snelheidscyclus nog verder uitwerking gegeven moeten worden. Terugblikkend op de doelstellingen van de minor mag gesproken van een geslaagde positieve beïnvloeding van de attitude van de leden van de gemeenschap jegens wetenschap en techniek.



Figuur 1. Tekenning van de rijdende trein op de voor- en nameting van een leerling

Deze resultaten in de vorm van duidelijke leerwinsten in combinatie met het enthousiasme van de leerlingen bleken een zeer gunstige invloed te hebben op de motivatie en de attitude van de bij de gemeenschap betrokken studentleden. Zelfs na afloop van de minor blijven de studentleden vragen voor materiaal om de 'ontwerplessen' in hun stage te kunnen blijven uitvoeren.

Conclusies

Gesteld mag worden dat de ontworpen opleidingseenheid met haar gelaagde opbouw een succes is gebleken. Op alle terreinen is winst geboekt zowel ten aanzien van de attitude jegens wetenschap en techniek, de motivatie, de opgedane kennis en het ontwikkelde didactisch, interactief repertoire.

Ook zijn de onderzoeksvaardigheden toegenomen: het planmatig en systematisch werken in de macro-cyclus van het actie-onderzoek en binnen de microcycli van het uitvoeren van het ontwikkelingsonderzoek door het ontwerpen en herhaald uitproberen van de lesontwerpen, en de analyse van en reflectie op de resultaten door de leden van de gemeenschap daarop.

Zonder meer is tegemoet gekomen aan de beoogde processen en gevoelde behoeften. Er is op een zeer constructieve wijze samengewerkt. Hoewel een aantal aspirant-leraren voor aanvang van het project hun aarzelingen bleken te hebben over de mogelijkheden van hun eigen inbreng, bleken zij na afloop unaniem in hun oordeel dat hen het project op dit punt niet teleurgesteld had en hen veel gebracht had. Gaande het project vulden de aspirant-leden de bijeenkomsten steeds meer zelf in met hun eigen inbreng. Dit kan gezien worden als een blijk van toegenomen autonomie van de leraar.

In het algemeen kan geconcludeerd worden dat alle direct betrokkenen –leerlingen, leraren, aspirant-leraren en opleiders – in feite 'lerenden' zijn geweest in de gecreëerde rijke leer- en onderzoekomgeving van het onderzoekslab. De ontwikkelde opleidingseenheid kan model staan voor een geïntegreerde benadering van wetenschap en techniek in de opleiding.

Discussie en aanbevelingen

Een kritische kanttekening is op zijn plaats bij de innovatiestrategische mogelijkheden van deze omgeving. Bij de betrokken leraren is zeker sprake van een attitudeverandering. Maar er moet een vraagteken geplaatst worden bij de vraag of dit voldoende is om de gewenste implementatie van wetenschap en techniek in de praktijk te bewerkstelligen. De handleiding bij het uitvoeren van de lessenserie is beschikbaar. Een punt van aandacht zijn de benodigde materialen en meetinstrumenten. Die moeten bij de handleiding als pakket beschikbaar komen.

Daarnaast vereist deze benadering een constructieve en pro-actieve rol van directeuren en van besturen. Zonder deze ondersteuning – die ook inhoudelijke kennis vereist – zal de implementatie van wetenschap en techniek in de praktijk een moeizaam en weinig duurzaam proces zijn.

Het ontwerpen van een ruw ontwerp van een lessenserie dat gehoorzaamt aan door Freudenthal naar voren gebrachte heuristische van geleide (her-)ontdekking en (inhoudelijk) en van didactische fenomenologie waarbij de geschiedenis van het menselijk denken

fungeert als leidraad voor de keuze van inhouden is specialistenwerk dat niet is weggelegd voor opleidingsdocenten, laat staan voor pabostudenten. Dit pleit voor meer ontwikkelingsonderzoek waarin universiteiten met Opleidingsinstituten (Hogescholen) samenwerken zoals in het onderzoekslab heeft plaatsgevonden. Dit ontwikkelwerk leidend tot ruwe ontwerp van lessenseries, borgt de kwaliteit van het onderwijs op het gebied van wetenschap en techniek en kan noch door opleidingsdocenten noch door de deelnemende (aspirant-)leraren overgenomen worden.

Met het project, het onderzoekslaboratorium, is een begaanbare weg bewandeld om wetenschap en techniek te koppelen aan reken-wiskunde door de funderende vakconcepten, het concept van leren onderzoeken, de onderwijsconcepten van onderzoekend en ontdekkend leren en onderzoekend en ontwerpen leren in een samenhangend geheel van een rijke leeromgeving onder te brengen. Met het oog op het implementeren van wetenschap en techniek in de basisschool kan echter de rol van directies en besturen als katalysators van dit proces niet genoeg onderstreept worden. Met een constructieve rol van de directies en een scholingspakket voor leraren basisonderwijs tegen de achtergrond van de structuur van de rijke leeromgeving die hier geschetst werd, lijken de kansen op het verwezenlijken van het ideaal namelijk dat de leergemeenschappen evolueren tot onderzoeksgemeenschappen naderbij gebracht kan worden. Dat zou betekenen dat de leraren op eigen kracht, zelfstandig hun eigen onderwijspraktijk gaan onderzoeken, het concept van leren onderzoeken adopteren om nieuwe inzichten over vakconcepten – inhouden en doelstellingen – onderwijsconcepten – didactisch handelen en leren van de leerlingen – op te doen met het oog op verspreiding van deze kennis binnen en buiten de school⁸.

Literatuur

- Cobb, P. (2000). Constructivism in Social Context. In: Steffe, L.O. & P.W. Thompson (eds). *Radical Constructivism in Action Building on the Pioneering Work of Ernst von Glasersfeld*. London: Routledge Falmer, 152-179.
- Eerde, H.A.A. van, M. Hajer & J. Prenger (2008). Promoting mathematics and language learning in interaction. In: J. Deen, M. Hajer & T. Koole (eds.). *Interaction in two multi-cultural mathematics classrooms. Processes of Inclusion and Exclusion* (pp.31-69). Amsterdam: Aksant.
- Eerde, D. van (2008). Tussen droom en daad – op zoek naar een repertoire van leraren voor interactief georiënteerd reken-wiskundeonderwijs. *Reken-wiskundeonderwijs: onderzoek, ontwikkeling, praktijk*, 27, 3/4, 48-58.
- Freudenthal. H. (1973). *Mathematics as an educational task*. Dordrecht: Reidel.
- Freudenthal. H. (1983). *Didactical phenomenology of mathematical structures*. Dordrecht: Reidel.
- Galen, van F. (2009). Leren voor later: toekomstgericht science en techniekonderwijs voor de basisschool. *Reken-wiskundeonderwijs: onderzoek, ontwikkeling, praktijk*, 28 ,2, 26-27
- Galen, van F. (2008). Ontwerpbeslissingen bij het ontwikkelen van het computerprogramma “Grafiekenmaker”. *Reken-wiskundeonderwijs: onderzoek, ontwikkeling, praktijk*, 27, 3/4, 33-41.

⁸ Het onderzoekslab heeft een vervolg gekregen als onderwijslaboratorium rekenen-wiskunde waarin aan de genoemde implementatievoorwaarden in de bestuurlijke sfeer is tegemoet gekomen. Zie: <http://aritmee.nl>

- Galen van, F. , Jonker V., Velthoven van, W. (2006). Zon en schaduw, de realiteit en de computer. *Volgens Bartjens*, 26, 2, 16-18.
- Graft, van M. en Kemmers , P. (2007). *Onderzoekend en Ontwerpend Leren bij Natuur en Techniek, Basisdocument*. SLO: Enschede.
- Gravemeijer, K. (2009). Realistisch reken-wiskunde onderwijs als alternatief voor de taakanalytische bandering. In: R. Klarus & R.J. Simons (eds.), *Wat is goed onderwijs? Bijdragen uit de psychologie*. Den- Haag: Lemma.
- Gravemeijer, K. (1999). How emergent models may foster the constitution of formal mathematics. *Mathematical Thinking and learning*, 1, 2, 155-177.
- Hill, H.C., Ball, D.L. & Schilling, S.G. (2008). Unpacking Pedagogical Content Knowledge: Conceptualizing and Measuring Teachers' Topic-specific Knowledge of Students,. *Journal for Research in Mathematical Education*, 39, 4, 372-400.
- Lintsen, H., (2005). *Made in Holland: Een techniekgeschiedenis van Nederland*. Zutphen: Walburg Pers, 275-292.
- Lloyd, Ch., (2008). *Wat is er in hemelsnaam gebeurd? Geen grens aan groei*. London/Amsterdam: Nieuw Amsterdam.
- Meelissen, M. & M. Drent (2008). TIMSS 2007. *Trends in leerprestaties in exacte vakken in het basisonderwijs*. Enschede: Universiteit Twente.
- Mills, G.E., (2007). *Action Research: a Guide for the Teacher Researcher*. Boston: Pearson.
- Simon, M. A. (2000). Constructivism, Mathematics Teacher Education, and Research in Mathematics Teacher Development. In: Steffe, L.O. & P.W. Thompson (eds). *Radical Constructivism in Action Building on the Pioneering Work of Ernst von Glasersfeld*. London: Routledge Falmer, 213-231.
- Treffers, A. (1987). *Three Dimensions. A model of Goal and Theory description in Studies in Mathematics education. The Wiskobas Project*. Dordrecht: Reidel.
- VTB-Pro (2007a). *Wetenschap en techniek: een rijke leeromgeving*. Brochure onder redactie van J. Kuijpers. Den Haag: Programma VTB & VTB-pro.
- VTB-Pro (2007b). *Wetenschap en techniek: een ontdekkingsreis naar kennis*. Brochure onder redactie van J. Kuijpers. Den Haag: Programma VTB & VTB-pro.
- Vygotsky, L (1934). *Denken und Sprechen*. Frankfurt am Main: Fischer Verlag.
- Yackel, E. & P. Cobb (1996). Sociomathematical Norms, Argumentation, and Autonomy in Mathematics. *Journal for Research in Mathematics Education* , 22 (5), 390-408.

Over de auteurs

BART COPPES

Bart Coppes is werkzaam als Consultant Wetenschap en techniek op de Fontys PABO Eindhoven. Hij begeleidt visietrajecten rondom toekomstgericht onderwijs, de implementatietrajecten onderzoekend en Ontwerpend leren en verzorgt trainingen op/voor basisscholen bij het uiteindelijk concreet en praktisch inzetten van Wetenschap en techniek in het curriculum.

MARIYAN GARDENIER

Mariyan Gardenier is 4 jaar als onderwijscoördinator werkzaam bij de Eindhoven School of Education. Ze coördineert de minor Educatie & Communicatie en verzorgt het werkpleklernen van de studenten op de scholen voor het Voortgezet Onderwijs. Als docent begeleidt ze minorstudenten in hun persoonlijke ontwikkeling tot het docentschap.

Daarvoor was ze als docent Onderwijskunde werkzaam bij de Fontys Pabo Eindhoven, gespecialiseerd in 'het jonge kind' en in het onderwijsconcept 'ErvaringsGericht Onderwijs' (E.G.O.).

MARCEL GIJSEN

Marcel Gijsen was sinds 1986 actief in het speciaal onderwijs Franciscusoord (REC 3). In 1992 rondde hij de deeltijdopleiding techniek af aan de HKLS. Als verantwoordelijk vakdocent techniek, later vanuit een directiefunctie, stond hij voor de implementatie van wetenschap en techniek in het schoolprogramma. In 2005 maakte hij de overstap naar de Pabo Hogeschool Zuyd waar hij als vakdocent, wetenschap en techniek implementeert in het Pabo-curriculum. Daarnaast was hij tot 2011 projectleider VTB en verzorgde hij VTB-proscholing voor de regio Zuid-Limburg. Marcel is lid van de Kenniskring Wetenschap en Techniek en doet onderzoek naar het leermiddel sCOOLlab en de betrokkenheid van leraren primair onderwijs.

KOENO GRAVEMEIJER

Koeno Gravemeijer is emeritus hoogleraar Science- en Techniekeducatie bij de Eindhoven School of Education en was binnen het Kenniscentrum Wetenschap en Techniek Zuid verantwoordelijk voor het onderzoek. Daarvoor was hij hoogleraar op het gebied van het reken-wiskundeonderwijs aan de Universiteit Utrecht en aan Vanderbilt University in de VS. Bij de Universiteit Utrecht was hij verbonden aan de vakgroep Onderwijskunde en aan het Freudenthal Instituut. In zijn werk richt hij zich op vakspecifieke onderwijstheorieën, de rol van symbolen en modellen in het β -onderwijs en op het uitwerken en funderen van ontwerpgericht onderzoek als onderzoeksmethode.

HANNO VAN KEULEN

Hanno van Keulen is scheikundige en werkt als programmaleider bètatechniekonderwijs bij het Centrum voor Onderwijs en Leren van de Universiteit Utrecht. Hij doet onderzoek naar innovatief onderwijs op het gebied van wetenschap en techniek in het basisonderwijs en schreef daar diverse boeken over. Hij was van 2007 tot 2011 lector bij Fontys Pabo Limburg.

LEOPOLD KNOPS

Leopold Knops is werkzaam aan de Fontys Pabo Eindhoven. Hij werd geboren in Maastricht maar het gezin verhuisde naar Leuven. Hier kreeg hij zijn scholing en studeerde hij biologie aan de Katholieke Universiteit. Hij behaalde er ook zijn onderwijsbevoegdheid. Na een aantal banen bij allerlei scholen belandde hij in 1975 aan de Pedagogische Academie te Eindhoven, een rechtsvoorganger van de Fontys Pabo Eindhoven, waar hij werkzaam is als domeinexpert natuuronderwijs. Hij is lid van de RDC 17 (Environmental Education and Sustainable Development) van de ATEE. De jongste ontwikkelingen op gebied van natuur en techniek (of liever wetenschap en technologie) ziet hij met veel belangstelling en geestdrift tegemoet.

FRANS VAN MULKEN

Dr. Frans Van Mulken is momenteel werkzaam als hoofddocent rekenen-wiskunde & didactiek van de Hogeschool van Amsterdam. Voorts heeft hij een eigen onderneming Aritmae b.v. die zich richt op onderzoek, onderwijsontwikkeling en professionalisering van leraren op het gebied van rekenen en wiskunde. Na een loopbaan als universitair docent promoveerde hij in 1992 op een onderzoek naar het strategiegebruik van basisschoolleerlingen bij hoofdrekenen. De afgelopen jaren was hij naast vakdocent en onderzoeker, projectleider van het Onderwijslab rekenen-wiskunde, een rekeninnovatieproject gericht op de professionalisering van de leraren van KPO-Roosendaal. Gedurende de periode 2009 -2012 was hij binnen het Kenniscentrum Wetenschap en Techniek Zuid betrokken bij het project Science and Technology for the Future (STEFF) van de Eindhoven School of Education.

ANJA ROOS

Anja Roos is docent beeldende vorming bij de Fontys Pabo Limburg in Sittard. Ze is coördinator van hoofdfase B, het derde leerjaar. Ze begeleidt derde en vierdejaars studenten met studie en stage. Daarbij hoort ook het begeleiden van vierdejaars studenten met hun praktijkonderzoek. Sinds kort maakt zij deel uit van de groep kwaliteitzorg van De Nieuwste Pabo.

LOU SLANGEN

Lou Slangen is als associate lector werkzaam bij het lectoraat Science & Techniek educatie Primair Onderwijs van de Fontys Pabo Limburg. Voor de Fontys Pabo Limburg werkt hij tevens als ontwikkelaar en docent van het wetenschap en techniek curriculum. Tevens is hij vanuit het steunpunt en expertisecentrum wetenschap en techniek voor Zuid- en Midden-Limburg werkzaam als projectleider/kwartiermaker voor het nieuwe “Excellentie, wetenschap en techniek” innovatie programma voor het primair onderwijs. Hij verzorgt in dit verband professionaliseringstrajecten voor leerkrachten en adviseert scholen en besturen inzake beleidsontwikkelingen en het implementeren van wetenschap en techniek in de basisschool. Lou Slangen doet in het kader van een PhD studie onderzoek naar het leren van en over robotica in de bovenbouw van de basisschool. Hij heeft daarnaast diverse publicaties in vak- en wetenschappelijke tijdschriften en in boekvorm doen verschijnen over het wetenschap en techniek onderwijs.

MARTINA VAN UUM

Martina van Uum is sinds 2009 werkzaam als onderzoeker bij de Eindhoven School of Education. Haar onderzoeksprojecten bevinden zich voornamelijk op het gebied van (onderwijs in) wetenschap en techniek. Voorbeelden hiervan zijn onderzoeken naar scholingsarrangementen voor (aanstaande) leraren, wetenschap- en techniekactiviteiten voor leerlingen in het primair onderwijs en de eerste leerjaren van het voortgezet onderwijs en onderzoek naar de houding van leraren en basisschooldirecteuren ten aanzien van onderwijs in techniek.

FONS VOSSSEN

Fons Vossen volgde na een bouwtechnische opleiding de studie leerkracht basisonderwijs. Na het behalen van o.a. de onderwijsbevoegdheden: speciaal onderwijs, handvaardigheid en algemene technieken, was hij 15 jaar als leraar handvaardigheid en algemene techniek werkzaam in diverse vormen van het voortgezet speciaal onderwijs.

Sinds 1995 is hij verbonden aan het Speciaal Basis Onderwijs Geleen als vakleerkracht Wetenschap en Techniek. Hij verzorgt workshops voor het (speciaal) basisonderwijs en adviseert en ondersteunt leerkrachten en schooldirecties bij de invoering van het vakgebied W&T. Momenteel doet hij als coördinator Wetenschap en Techniek o.a. onderzoek naar de concrete leeropbrengsten die techniekonderwijs heeft voor kinderen. Wat levert de samenvoeging W&T met andere leergebieden op aan algemeen leerrendement? Tevens werkt hij aan een 4-jarig implementatie programma waarin de verworvenheden uit W&T onderwijs de dagelijkse lesactiviteiten voor leerlingen en groepsleerkrachten kunnen versterken, concretiseren en optimaliseren. Vooral het ontwikkelen van een onderzoekende houding bij leerlingen en leerkrachten staat bij dit laatste onderzoek centraal.