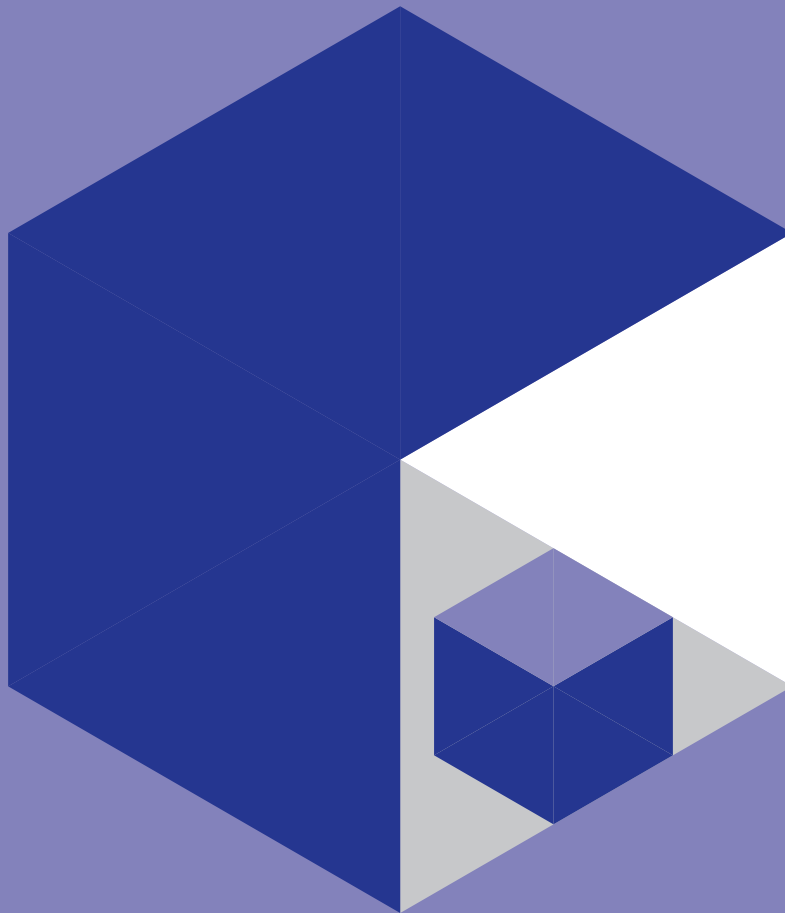


LESSEN VOOR LERARENOPLEIDING EN ONDERWIJSPRAKTIJK

HOE KRIJG JE STUDENTEN EN DOCENTEN ZO VER DAT ZE
BLIJVEN LEREN VAN HUN PRAKTIJKERVARING

Ed van den Berg



Hogeschool van Amsterdam
University of Applied Sciences

Afscheidscollege 1 juni 2016

Ed van den Berg

Lector Wetenschap- en Techniekonderwijs
Kenniscentrum, Faculteit Onderwijs en Opvoeding
2008 - 2016
e.van.den.berg@hva.nl

Dylan Degeling

Vormgeving

Gepubliceerd

2016

Gereviewd

dr. Marco Snoek

Trefwoorden

vakdidactiek; vakdidactische kennis en vaardigheden; pedagogical content knowledge; tacit knowledge; formatieve toetsing; embedded formative assessment; preconcepties, leerling denkbeelden; inquiry-based science education; praktijken in lerarenopleiding; hybrid spaces

Citatie voor de gepubliceerde versie (APA)

Berg, E. van den (2016). *Lessen voor Lerarenopleiding en Onderwijspraktijk: Hoe krijg je studenten en docenten zo ver dat ze blijven leren van hun praktijkervaring*. Amsterdam: Hogeschool van Amsterdam.

Hogeschool van Amsterdam

www.hva.nl

© 2016. Hogeschool van Amsterdam.

Dit werk valt onder een Creative Commons Naamsvermelding 4.0
Internationaal-licentie.

SAMENVATTING EN INLEIDING / ABSTRACT AND INTRODUCTION

NEDERLANDS

De theorie-praktijk kloof is berucht in het onderwijs. Theorie moet vaak nog verregaand worden aangepast aan de eigen onderwijsomstandigheden van de docent, zeg maar aan de lokale onderwijsecologie. Aan de andere kant zit er veel vakdidactische en praktijkkennis opgesloten in het hoofd van docenten, *tacit knowledge*, onzichtbaar voor studenten in lerarenopleiding. Wat nu als je die theorie deels gaat genereren in de eigen klassen van docenten en leraren in opleiding? Dan wordt de theorie-praktijk kloof kleiner, kan *tacit knowledge* mogelijk expliciet en zichtbaar worden, en wordt er een fundament gelegd voor blijvend leren van de eigen leservaring.

Er zijn activiteiten in lerarenopleiding en in de school die sterk kunnen bijdragen tot de vakdidactische kennis van leraren doordat die activiteiten zelf vakdidactische kennis genereren binnen de eigen klassen. En die kennis is dan al deels aangepast aan de onderwijsecologie van eigen school en leerlingen, een kleinere kloof dus. In dit boekje beschrijf en illustreer ik vijf generieke activiteiten die mijn collega's en ik jarenlang in verschillende vormen hebben toegepast in lerarenopleiding en nascholing in Indonesië, de Filipijnen, en Nederland zowel met betrekking tot begripsleren als leren onderzoeken in basisschool en voortgezet onderwijs. In de praktijk droegen deze activiteiten inderdaad bij tot vakdidactische kennis en motivatie in lerarenopleiding en nascholing. Intensieve begeleiding is belangrijk, o.a. om de ruwe kennis gegenereerd uit de leservaring van studenten expliciet te maken en te structureren. Bij dit *in de praktijk leren van vakdidactiek* kan gebruik worden gemaakt van ideeën van Grossman et al (2009) over praktijken in lerarenopleiding, van Van Merriënboer et al (2002) over het leren van complexe vaardigheden, en van Zeichner et al (2010) over *hybrid spaces* waarin studenten, leraren, en opleiders samen werken aan onderwijsontwikkeling.

ENGLISH

The theory-practice gap is notorious in education. Theory often has to be adapted extensively to the local education ecology of the teacher and may seem irrelevant to students. On the other hand, much pedagogical content knowledge (PCK) is locked up in the heads of teachers, *tacit knowledge*, which is invisible for pre-service interns. But what if one lets pre- and in-service students generate the pedagogical content knowledge in realistic and inspiring situations in real classrooms? Then the theory-practice gap can be reduced, tacit knowledge can be made explicit and visible, and a foundation may be established for continued learning from teaching experience.

There are activities in teacher education and school which can contribute strongly to the development of PCK of teachers because they can generate PCK within the classroom. And this knowledge is then already partly adjusted to the education ecology of the own school and pupils, thus a smaller gap. In this booklet I describe and illustrate five generic activities which my colleagues and I have used for many years in pre- and in-service education in Indonesia, the Philippines, and the Netherlands with regard to learning concepts as well as learning to conduct investigations in primary and secondary education. Examples are the application of formative assessment and the

design and execution of inquiry lessons. In practice these activities have worked quite well in rather varied circumstances (primary and secondary education, different countries) and they generated pedagogical content knowledge as well as motivation. Intensive guidance is needed, amongst others to make the resulting raw knowledge explicit and structure it.

In this learning of PCK through classroom practice one can make use of the ideas of Grossman et al (2009) about practices in teacher education, of Van Merriënboer et al (2002) about learning complex skills, and of Zeichner et al (2010) about hybrid spaces in which students, teachers, and teacher educators cooperate in educational development.

INHOUDSOPGAVE

Lessen voor lerarenopleiding en onderwijspraktijk	2
1. Pedagogic Content Knowledge oftewel vakdidactiek	3
2. “Fun” natuurwetenschap als vakdidactiek genererende activiteit	5
3. Preconceptie interviews gevolgd door lesontwerp	9
4. Intermezzo: Leren is constructie, niet kopiëren	11
5. Formatieve toetsing met snelle feedback	12
6. De theorie-praktijkcyclus: lessenserie ontwerpen, uitproberen, evalueren	17
7. Theoretisch Intermezzo	21
8. De Professionele Leergemeenschap	23
9. Trivial matters ... trivia matter! Get the basics right, de rol van trivialiteit	25
10. Rollen voor lerarenopleiders	26
11. Tenslotte	27
Referenties	28
Dank	32
Het lectoraat Wetenschap en Techniekonderwijs	33
De loopbaan van Ed van den Berg	34
Verklarende woordenlijst	35

LESSEN VOOR LERARENOPLEIDING EN ONDERWIJSPRAKTIJK¹

De theorie-praktijk kloof is berucht in het onderwijs. Theorie moet vaak nog verregaand worden aangepast aan de eigen onderwijsomstandigheden van de docent, zeg maar aan de lokale onderwijsecologie. Aan de andere kant zit er veel vakdidactische en praktijkkennis opgesloten in het hoofd van docenten, *tacit knowledge*, onzichtbaar voor studenten in lerarenopleiding en voor onderzoekers. Wat nu als je die theorie deels gaat genereren in de eigen klassen van docenten en leraren in opleiding? Dan wordt de theorie-praktijk kloof kleiner, kan *tacit knowledge* mogelijk expliciet en zichtbaar worden, en wordt er een fundament gelegd voor blijvend leren van de eigen leservaring.

Er zijn activiteiten in lerarenopleiding en in de school die sterk kunnen bijdragen tot de vakdidactische kennis van leraren doordat die activiteiten zelf vakdidactische kennis genereren binnen de eigen klassen. En die kennis is dan al deels aangepast aan de onderwijsecologie van eigen school en leerlingen, een kleinere kloof dus. In dit artikel beschrijf en illustreer ik enkele generieke activiteiten die mijn collega's en ik in verschillende vormen hebben toegepast in lerarenopleiding en nascholing in Indonesië, de Filipijnen, en Nederland zowel met betrekking tot begripseren als leren onderzoeken. Bij dit *in de praktijk leren van vakdidactiek* kan gebruik worden gemaakt van ideeën van Grossman et al (2009) over praktijken in lerarenopleiding, van Van Merriënboer et al (2002) over het leren van complexe vaardigheden, en van Zeichner et al (2009) over *hybrid spaces* waarin studenten, leraren, en opleiders samen werken aan onderwijsontwikkeling.

¹ Enkele basisideeën uit deze lezing werden eerder internationaal gepubliceerd in Berg (2012) en Berg (2015).

1. PEDAGOGIC CONTENT KNOWLEDGE OFTEWEL VAKDIDACTIEK

Shulman (1986, p9-10) introduced PCK as follows:

Within the category of pedagogical content knowledge, I include, for the most regularly taught topics in one's subject area, the most useful forms of representation of those ideas, the most powerful analogies, illustrations, examples, explanations, and demonstrations – in a word, the ways of representing and formulating the subject that makes it comprehensible for others. Since there are no single most powerful forms of representation, the teacher must have at hand a veritable armamentarium of alternative forms of representation, some of which derive from research whereas others originate in the wisdom of practice. Pedagogical content knowledge also includes an understanding of what makes the learning of specific topics easy or difficult: the conceptions and preconceptions that pupils of different ages and backgrounds bring with them to the learning of those most frequently taught topics and lessons. If those preconceptions are misconceptions, which they so often are, teachers need knowledge of the strategies most likely to be fruitful in reorganizing the understanding of learners, because those learners are unlikely to appear before them as blank slates.

Met zijn formulering gaf hij een krachtige impuls aan vakdidactiek gedurende een van de vruchtbaarste periodes in bèta vakdidactisch onderzoek, de jaren 80 met veel onderzoek naar preconcepties en misconcepties van leerlingen en begripgericht onderwijs. Na Shulman hebben andere auteurs het begrip PCK verbreed totdat het samenvalt met vakdidactiek. Magnussen (1999) vatte een aantal eigenschappen van PCK samen:

- Veel PCK is praktische vakkennis, geworteld in de ervaring van docenten. Slechts een deel ervan is gevalideerd door onderzoek.
- Veel PCK is *tacit knowledge*, verborgen in het hoofd van de docent en gebruikt tijdens het onderwijsproces, maar het is niet expliciet en vaak onzichtbaar voor studenten in lerarenopleiding die stage lopen (Loughran et al, 2008; Korthagen & Kessels, 1999).
- De professionele kennis van docenten is moeilijk te categoriseren en daardoor *exceptionally difficult to articulate and document* (Loughran et al, 2004).
- Een deel van PCK is stabiel en universeel en valide voor lange tijd zoals kennis over misconcepties en andere leermoeilijkheden. Andere PCK kan tijdelijk of lokaal zijn zoals hoe je magnetische velden demonstreert op een Overheadprojector (een bijna verdwenen apparaat), of hoe je leerlingen klaarstoomt voor lokale examens, of hoe je je vak verbindt met de mode en tiener cultuur van de dag.
- PCK is deels lokaal in die zin dat docenten hun lessen aanpassen aan de lokale randvoorwaarden (type leerlingen, faciliteiten/apparatuur, roostering en curriculum) van hun school. PCK moet daarom ook vaak worden aangepast of zelfs opnieuw uitgevonden worden in de ecologie van de eigen klas.
- Wanneer PCK expliciet wordt, dan geeft het een raamwerk voor observatie van het onderwijs-leerproces, dan kan het onze ogen openen voor lesgeven en leren in de klas. PCK kan ons helpen

beter naar leerlingen en docenten te kijken (bijvoorbeeld begripsverwarring tussen docent en leerlingen) *en daardoor meer PCK genereren. PCK wordt dan generatief!*

De hoeveelheid vakdidactische kennis in de natuurwetenschappen over het leren en lesgeven van allerlei belangrijke onderwerpen is enorm. Het is ondoenlijk al deze kennis over te brengen op studenten in een lerarenopleiding. Bovendien is er veel PCK die gevoelig is voor school en klasomgeving, zeg maar voor allerlei factoren in de onderwijsecologie. Daardoor blijft veel didactische kennis ongebruikt. **Daarom is het beter dat vakdidactische scholing zich richt op activiteiten met de potentie om PCK te genereren in de eigen stageklassen van studenten in lerarenopleiding en van docenten in nascholing en andere professionele ontwikkeling** in plaats van zich te richten op kennisoverdracht. Er is nog een reden hiervoor. Veel algemene en vakdidactische kennis is nog moeilijk toepasbaar door studenten in lerarenopleiding of in hun eerste jaar lesgeven vanwege beperkte klasmanagementvaardigheden. Probeer maar eens een subtiel onderwijsleergesprek in nog wat rommelige klassen. Studenten/docenten concluderen dan te vroeg dat die mooie werkvormen van de lerarenopleiding niet realistisch zijn. Dit is waarschijnlijk een belangrijke reden voor het “wash-out” effect (Zeichner & Tabachnick, 1981), namelijk het effect dat innovatieve werkvormen en vakdidactische kennis uit de opleiding uiteindelijk niet meer gebruikt worden na diplomering.

Ik zal vijf methoden illustreren voor generatie van vakdidactische kennis, methoden die ikzelf veel heb gebruikt in lerarenopleiding en in professionaliseringstrajecten in de landen waar ik heb gewerkt (Indonesië, Filipijnen, Nederland, Australië). De rol van de vakdidacticus en mentor daarbij is om naast inspireren, motiveren, en begeleiden de studenten ook te helpen om de gegenereerde vakdidactische kennis expliciet te maken en te organiseren en structureren.

2. “FUN” NATUURWETENSCHAP ALS VAKDIDACTIEK GENERERENDE ACTIVITEIT

De eerste uitdaging van docenten in de natuurwetenschappen en dan vooral natuur- en scheikunde, is interesse te kweken en leerlingen te motiveren voor het vak (Jenkins, 2006). Hoe train je dit in een lerarenopleiding? In de jaren 80 begonnen we in ons lerarenopleidingsprogramma in Indonesië met interactieve *science exhibitions* (zoals NEMO) en later in de Filipijnen maakten we dit een onderdeel van het opleidingsprogramma. Studenten organiseerden een kleine tentoonstelling in hun 2^{de} jaar en een veel grotere in het 3^{de} jaar van een 4-jarig programma voor lerarenopleiding. We nodigden scholen uit en typisch kregen we in 2 dagen tijd zo'n 800 leerlingen op bezoek van 16 scholen. Gedurende de voorbereiding verkenden de studenten veel verschillende demonstratie experimenten (o.a. Liem, 1991; Shakashiri, 1983 – 2011; Gluck, 2008; demonstraties uit vakliteratuur en lesmateriaal) en leerden ze om deze experimenten op interessante manieren te demonstreren. Ze bekritiseerden en inspireerden elkaar, en gedurende de tentoonstelling hadden ze de gelegenheid om hun gekozen demonstraties vele malen te herhalen en hun vragen en uitleg te perfectioneren en af te stemmen op de bezoekende leerlingen.

In 2011, na 9-jaar absentie, had ik de gelegenheid om ons Filipijnse programma weer te bezoeken en lukte het om informatie te verzamelen van 100 van de toen ongeveer 300 alumni van de lerarenopleiding natuurkunde/scheikunde/wiskunde die op dat moment al jaren les gaven. Veel van hen organiseerden zelf tentoonstellingen met hun leerlingen in de eigen middelbare school als onderdeel van hun vak programma. Deze tentoonstellingen waren gericht op leerlingen in lagere klassen van de eigen middelbare school, of op ouders, of op leerlingen van omliggende basisscholen. Ondertussen is de traditie van tentoonstellingen in de lerarenopleiding zelf nog springlevend en wordt nog steeds elk jaar een grote tentoonstelling georganiseerd.

De tentoonstellingen zijn generatief gebleken op diverse manieren: a) studenten aan de lerarenopleiding verkennen veel verschillende experimenten voordat ze een keuze maken (genereren van kennis over experimenten), b) terwijl ze hun experimenten selecteren komen ze problemen tegen die ze op moeten lossen (dit genereert kennis over hardware en vaardigheid in *trouble-shooting*), c) tijdens de tentoonstelling oefenen ze in interactief demonstreren met vragenstellen, luisteren, en verklaren aan bezoekende leerlingen met zeer uiteenlopende aanleg en achtergrond (uitleg aanpassen aan diversiteit van publiek), en d) gebleken is dat velen later hun eigen tentoonstellingen organiseren. Dat laatste hadden we niet verwacht, maar het is een zeer interessante uitkomst uit een survey van 100 alumni die langer dan 5 jaar hadden lesgegeven. In 2011 bezocht ik scholen en lessen van 21 alumni en de schooldirecteuren waren allemaal lovend over hun vaardigheid met demonstraties, en experimenten. Dat zijn ze met leraren afkomstig van andere Filipijnse lerarenopleidingen niet gewend.

Dat was in Indonesië en de Filipijnen. Wat doen we bij de Hogeschool van Amsterdam? Elk jaar organiseren studenten van Pabo en UPvA tentoonstellingen op enkele basisscholen (figuur 2). Studenten krijgen aan het begin van het semester de opdracht binnen een maand een tentoonstelling te organiseren. Ze krijgen een sessie museumdidactiek, bezoeken Naturalis of NEMO en bereiden dan in hoog tempo een tentoonstelling voor op een van de stagescholen. Het initiatief

hiervoor kwam van de uitstekende Wetenschap en Techniek (W&T) sectie van de pabo HvA (Welmoet Damsma, Jose van Gelderen, Tom van Eijck, Rene Onclin). Voor Pabo studenten is dit een mooie start van vakdidactiek voor Wetenschap en Technologie (W&T). Studenten kiezen een thema voor de tentoonstelling (bijvoorbeeld ruimtevaart en zonnestelsel) en ze verkennen dat onderwerp en doen op die manier veel inhoudelijke kennis op. Ze zoeken naar passende interactieve exhibits à la NEMO. Tijdens de tentoonstelling krijgen ze alle leerlingen van de school langs, van groep 1 t/m 8 en merken ze de verschillen in wat deze leeftijden interessant vinden en in hoe je kennis aan ze presenteert. Begeleiding en kwaliteitscontrole zijn belangrijk want studenten beginnen aan zo'n project met beperkte inhoudelijke kennis, er zal dus gecorrigeerd moeten worden.



Figuur 1a Bezoekers van de tentoonstelling proberen tevergeefs zonder vallen het geld op te pakken terwijl ze met de hakken tegen de muur (moeten) staan. Dat lukt niet zonder te vallen.



Figuur 1b Gebruik van een spiegel om het hoofd van een jongen op het lichaam van een meisje te zetten. Het meisje staat links. Een experiment van Cheryl (vooraan rechts) en Maypril (achteraan links).

Wat doe je als je in een lerarenopleiding niet genoeg studenten hebt om een tentoonstelling te organiseren? Dan kan je demonstratiewedstrijden organiseren tussen studenten van verschillende lerarenopleidingen. Wij doen dat al jaren tussen VU en Windesheim en sinds dit jaar doet ook de HvA mee en volgend jaar hoopt de Technische Universiteit Delft ook mee te doen. Studenten verkennen allerlei proefjes, ze doen aan troubleshooten en krijgen experimenteerervaring, en moeten aantrekkelijke en unieke presentatievormen vinden. Studenten leren veel terwijl ze een demo kiezen en door het wedstrijdelement worden ze gedwongen tot een hogere kwaliteit van uitvoering dan in een gewone college demonstratie. De HvA natuurkunde sectie (Gert de Goede, Wouter Spaan, Bart van Dalen) organiseert al enkele jaren demonstraties op de onderwijsmarkt van de jaarlijkse Woudschoten conferentie voor natuurkunde docenten, o.a. demonstraties afkomstig uit de Minnaert *Natuurkunde van het Vrije Veld* serie (Minnaert, 1968).

Terug naar waar het om ging, dit is dus een praktische manier om studenten zelf PCK te laten genereren in hun eigen activiteiten met leerlingen. **De tentoonstellingsmethode is een generatieve methode. Er wordt niet alleen PCK overgedragen door opleiders, er wordt ook PCK gegenereerd door studenten zelf.** Hoe bereid je studenten hierop voor? Zowel in pre-service als in-service activiteiten beginnen we elke sessie altijd met een inspirerende 5 – 10 minuten demonstratie door

een van de deelnemers. Elke vakdidactiek les is er dus kort aandacht voor interactieve demonstraties en inspiratie.



Figuur 2 Anne doet proefjes met water voor leerlingen van STAIJ school Laterna Magica.

Ook bij **andere vakken**, dus niet bij natuurwetenschappen, zijn standaardvormen te bedenken die spectaculair zijn en motiverend voor leerlingen maar ook generatief in vakdidactiek. Bij wiskunde kunnen dat puzzels zijn, of denk aan *Animath* van mijn opvolgster Monique Pijls. Zij laat daarin oudere leerlingen korte animaties ontwikkelen om moeilijke begrippen uit te leggen aan jongere leerlingen. Je kunt natuurlijk ook je lerarenopleidingsstudenten die animaties laten ontwerpen en dan heb je een standaardvorm te pakken waarin studenten de vakdidactische problemen rond een begrip verkennen en daar dan een animatie voor maken en natuurlijk uitproberen met leerlingen. Collega's van talen kunnen vast ook wel standaardvormen bedenken die motiverend zijn voor studenten en leerlingen en vakdidactische kennis genereren.

LESSEN VOOR LERARENOPLEIDING EN ONDERWIJSPRAKTIJK

Les 1

Zoek naar een fun standaardactiviteit (zoals tentoonstellingen, demonstraties, of puzzels, of ...) die potentie heeft PCK te genereren en daag studenten uit daar iets mee te doen voor leerlingen.

Les 2

Formuleer enkele harde eisen waaraan het product moet voldoen en definieer contactmomenten voor begeleiding en feedback.

Les 3

Have fun!

3. PRECONCEPTIE INTERVIEWS GEVOLGD DOOR LESONTWERP

PCK moet generatief zijn, het moet de ogen openen van studenten in lerarenopleiding opdat ze meer zien en leren, en betere vragen stellen aan hun mentoren om toegang te krijgen tot de *tacit knowledge* van de mentor. Een tamelijk triviale en populaire activiteit in lerarenopleiding is om studenten preconcepties van leerlingen te laten meten met diagnostische toetsen zoals de *Force Concept Inventory* (Hestenes et al, 1992), of conceptuele vragen uit Hewitt's *Conceptual Physics*, of vragen gebaseerd op Allen's (2010) nuttige samenvatting van alternatieve concepties van leerlingen in de basisschool. Er is heel veel literatuur beschikbaar zoals blijkt uit de bibliografie van Duit (2009). Resultaten zijn altijd verrassend voor de studenten, ook voor hen die al literatuur bestudeerd hebben. Deze kleine onderzoekjes vormen een uitstekende confrontatie met begripsproblemen in de praktijk.

14 June 2012: First year students in a Dutch university based program for elementary teacher education presented their experiences in assessing pre-conceptions and subsequently teaching. Each duo had interviewed 8 children from Kindergarten through grade 6 on topics like the moon or the water cycle (where does rain come from? Where does it go?). Then they organized three lessons for a particular grade level. They were able to pick up a range of preconceptions and original ideas of children and throughout the lessons some of the pre-service students had been able to follow the children's ideas through formative assessment. Of course there was still much to be improved in the lessons, but the attention for preconceptions and embedded formative assessment is a great start in learning to teach as these are tools to generate PCK (Report Fibonacci Project).

In de verschillende landen waar ik heb gewerkt, vonden studenten in lerarenopleiding onderzoekjes naar pre-/misconcepties van leerlingen altijd fascinerend en lukte het ze meestal ook niet eerder in de literatuur gerapporteerde concepties en redeneringen te ontdekken. Wij als docenten/opleiders leerden van de verslagen van onze studenten. De activiteit was dus generatief voor zowel studenten als hun docenten. In mijn ervaring heeft het theoretisch bestuderen van leerling denkbeelden veel minder impact dan het zelf onderzoeken ervan.

Ook HvA Pabo en UPvA studenten doen dit soort onderzoekjes. Van tevoren zijn ze vaak sceptisch, zouden kinderen al ideeën hebben over begrippen uit de natuurwetenschap zoals de watercyclus, waar komt de regen vandaan, waar gaat regenwater naar toe, etc. Maar altijd zijn er verrassende en compleet onverwachte kinderdenkbeelden. Dat is heel motiverend. Vorig jaar ontwikkelden studenten in het kader van de bèta profilering, een vak onderdeel van 8 EC, lesmateriaal voor de kerndoelen "meten" bij rekenen/wiskunde. Ze begonnen met interviews met kinderen van diverse leeftijden over lengte, volume, en andere aspecten van meten. Dat leverde nuttige informatie op die vervolgens gebruikt kon worden in het ontwerp van lesmateriaal in nauw overleg met leerkrachten van de 8^{ste} Montessorischool (Eijck & Berg, 2016).

Diagnostische vragen en formatieve toetsing (zie volgende paragraaf) kunnen ook geïntegreerd worden in lesmateriaal (*embedded formative assessment*). Als dat op een handige manier gebeurt, bijvoorbeeld met "snelle formats" zoals diagrammen en grafieken, dan kan de rondlopende docent heel snel een indruk krijgen van leerproblemen, ook als leerlingen in een verschillend tempo werken.

LESSEN VOOR LERARENOPLEIDING EN ONDERWIJSPRAKTIJK

Les 4

Het is nodig in een vroeg stadium in lerarenopleiding studenten te confronteren met leerling denkbeelden, typische fouten en persoonlijke interpretaties van begrippen en verschijnselen. Studenten moeten heel snel door krijgen dat dezelfde informatie bij verschillende leerlingen tot heel verschillende denkbeelden kan leiden.

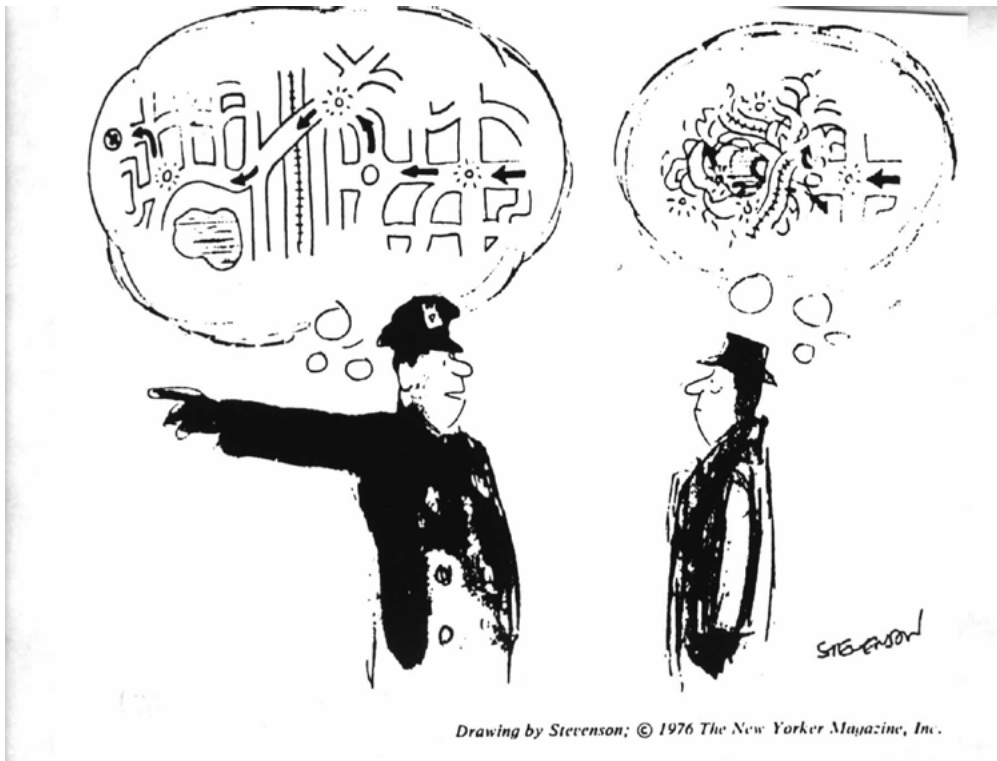
Les 5

Die al dan niet foute denkbeelden van leerlingen vormen -hoe dan ook- het startkapitaal voor lessen en daar moet in voorbereiding van lessen rekening mee worden gehouden.

Les 6

In elk leerproces moet aandacht zijn voor begripsontwikkeling. Die kan ook tijdens lessen enigszins gevolgd worden, zie paragraaf 5.

4. INTERMEZZO: LEREN IS CONSTRUCTIE, NIET KOPIËREN



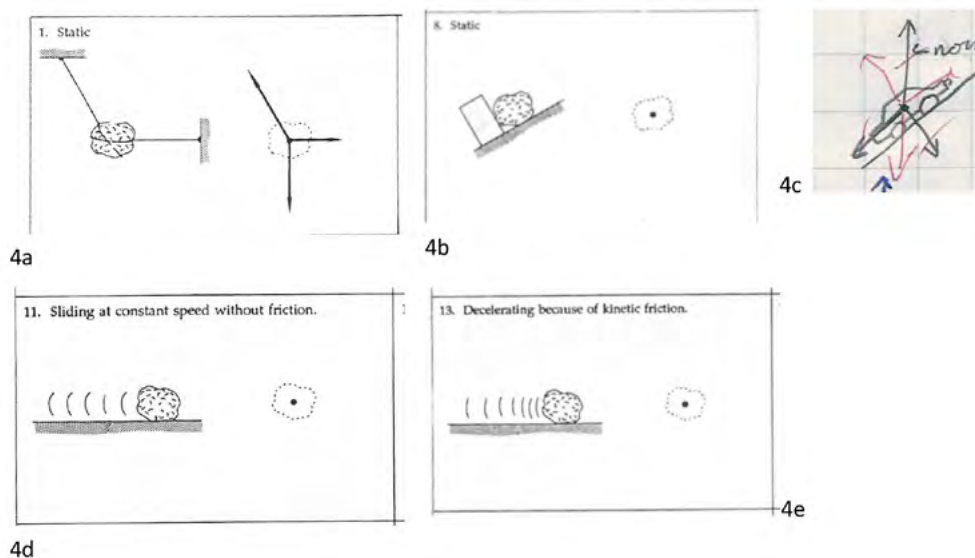
Figuur 3 Leren is constructie niet kopiëren.

Figuur 3 laat een bekende situatie zien. Een dame (leerling) is verdwaald, een agent (leraar) wijst de weg. We hebben allemaal zowel ervaring met de rol van de dame (verdwaald) als de rol van de agent (de weg wijzen). De dame begrijpt het begin van de uitleg nog wel, maar daarna loopt alles door elkaar. Ik vroeg mijn studenten altijd wat de agent en de dame zouden kunnen doen om de communicatie te verbeteren. Antwoorden zijn: de dame vragen wat ze al weet, kent ze bijvoorbeeld de buurt van haar bestemming al, herinnert ze zich karakteristieke gebouwen? De agent kan dan aansluiten bij deze voorkennis. Of elkaar vragen stellen om te oefenen, de agent kan vragen welke kant de dame op moet bij de tweede rotonde of na het spoor. De agent kan ook een tekening maken. En zo valt er veel meer te bedenken om het leerproces van de dame te verbeteren.

De kern van de zaak is dat kennis zelf geconstrueerd moet worden, kopiëren van het ene hoofd naar het andere werkt niet. Die constructie gaat vaak fout en moet dus voortdurend gecontroleerd worden. Dat kan door interactie tussen docent en leerling en tussen leerlingen onderling. Het kan ook meer systematisch door formatieve toetsing gevolgd door constructieve feedback. Dat is het volgende onderwerp.

5. FORMATIEVE TOETSING MET SNELLE FEEDBACK

In een meta-analyse van meer dan 600 studies lieten Black en Wiliam (1998) zien dat formatieve toetsing grotere effecten heeft dan de meeste andere onderwijs interventies. Voorwaarde zijn dat a) de toetsing puur is voor verbeteren van leren en les geven en **niet** voor cijfergeving, b) kwaliteits feedback wordt gegeven, c) deze feedback onmiddellijk is, tijdens het leerproces. Hattie en Timperley (2007) bevestigden dit in een andere meta-analyse. Een generatieve methode die daarop in speelt, is het gebruik van *embedded formative assessment* met snelle feedback en *peer teaching* (Mazur, 1997; Berg et al, 2000; Berg, 2003; Berg & Hoekzema, 2006; Berg & Hoekstra, 2014; Berg en Westbroek, 2014). Hierin worden typische diagnostische begripsvragen geïntegreerd in de les maar in een format waarin het antwoord in een oogopslag door de docent gediagnosticeerd kan worden, bijvoorbeeld doordat het antwoord in de vorm van een schets, grafiek, reactievergelijking, of andere snel zichtbare manier gegeven wordt (figuren 4-6). Afhankelijk van het patroon van 10 – 15 antwoorden die een docent in 1 minuut kan zien, volgt een snelle remediatie uitleg. Meestal vindt al spontaan peer teaching plaats door leerlingen die antwoorden vergelijken. Inmiddels zijn digitale manieren om dit te doen (Socrative, Plickers, Kahoot, goformative) al tamelijk ingeburgerd. Leerlingen stemmen dan over meerkeuzevragen via hun telefoon (Socrative) of gecodeerde figuren (Plickers) en antwoordenstatistiek verschijnt onmiddellijk op de computer van de docent. Ikzelf geef toch de voorkeur aan antwoorden in grafische vorm op papier, o.a. doordat je onverwachte antwoorden tegen komt (bij meerkeuze niet) en omdat de docent de klas in moet en een kort gesprekje van 10 – 20 seconden met een leerling over een fout antwoord veel didactische informatie kan opleveren die uiteindelijk ook de rest van de klas ten goede komt.



Figuur 4 Voorbeelden uit Jim Court's krachtendiagrammen (Court, 1999). Figuur 4a geeft een voorbeeld en 4b-d zijn opgaven voor leerlingen. Verwachte fouten zijn het niet tekenen van een normaalkracht in figuur 4b, of tekenen van een verticale normaalkracht in plaats van loodrecht op het oppervlak zoals in de overeenkomstige figuur van de auto met zwarte krachten van de leerling en rode verbeteringen door de docent. In 4c en 4d tekenen veel leerlingen een kracht in de richting van de beweging terwijl er in die richting door niets geduwd wordt en dus geen kracht is.

Wij ontwikkelden veel grafische diagnostische toets vragen in de Filipijnen waar het typische aantal leerlingen per klas in onze regio rond de 60 was (Central Philippines). We zochten naar manieren om dan toch begripsvorming van leerlingen te kunnen volgen en er effectief op te reageren. Dat werden *concept checks* met snelle feedback (Berg, 2003) rond bekende misconcepties. Een typisch voorbeeld zijn de krachtendiagrammen van Jim Court (1999) in figuur 4. Eerst worden enkele afspraken gemaakt over het tekenen van krachten. Vervolgens wordt geoefend met krachtendiagrammen. De probleemsituaties verschijnen één-voor-één op bord of beamer en leerlingen tekenen de krachtendiagrammen. Bij elke opgave gaat de docent rond en ziet 10 – 15 leerling antwoorden in minder dan een minuut. Op de meest voorkomende fouten wordt plenair feedback gegeven en dan volgt de volgende opgave. Het is vaak zelfs mogelijk een 20 seconden interview te doen onderweg in de klas bij een onverwacht antwoord. Ondertussen vergelijken leerlingen hun antwoorden ... zo ontstaat een vorm van peer teaching. Het is belangrijk de opgaven één-voor-één te doen steeds gevolgd door feedback. Dan heeft een leerling telkens een kans zich met de feedback te verbeteren en de volgende opgave goed te doen. Als alle opgaven op een werkblad zouden staan dat zonder feedback wordt afgewerkt, dan kan een leerling alles fout hebben, terwijl er bij de één-voor-één methode door feedback verbetering ontstaat en zelfvertrouwen wordt opgebouwd. Emmett et al (2009) lieten overtuigend de voordelen van één-voor-één zien toen ze door toevallige omstandigheden gelegenheid hadden de twee methoden 2x te vergelijken bij twee verschillende docenten. Bij de werkblad methode ontstonden series van fouten. Bij de één-voor-één methode traden na feedback steeds correcties op.

Literatuur en geschiedenis: fortune lines

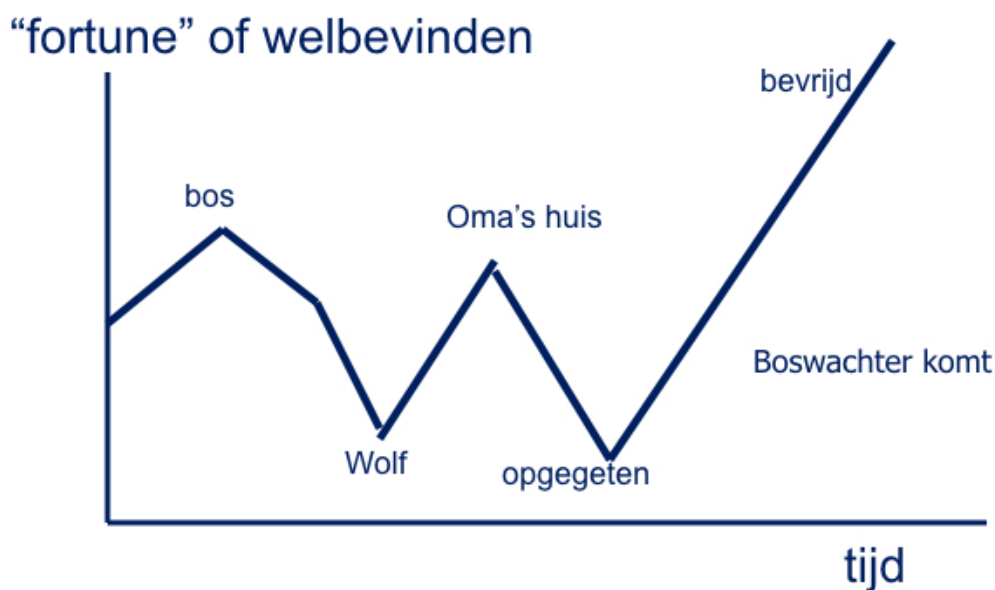
1. Roodkapje gaat blij van huis
2. Roodkapje bereikt het bos
3. Roodkapje komt de wolf tegen
4. Roodkapje ontvlucht de wolf
5. Roodkapje komt bij oma's huis
6. Roodkapje wordt opgegeten
7. Roodkapje en oma worden bevrijd



Figuur 5 Gebeurtenissen uit het sprookje Roodkapje.

Deze vorm van *formative assessment* werkt uitstekend bij een vak als natuurkunde met zijn vele diagrammen. Maar ook bij andere vakken zijn er veel mogelijkheden. Met VU-collega Willem Hoekstra ontwikkelde ik wiskunde voorbeelden (Berg & Hoekstra, 2014). VU-collega Yke Meindersma ontwikkelde handige formats en voorbeelden voor Nederlands en Caspar Geraedts deed dit voor Biologie. Figuur 6 laat een *fortune line* zien, dat is een grafiek van het welbevinden van een persoon als functie van de tijd (Gunstone & White, 1992). De persoon kan een figuur uit een roman zijn of uit een sprookje zoals Roodkapje. Het kan ook een historisch figuur zijn. Je kunt ook het perspectief omdraaien. In het sprookje van Roodkapje kun je het welbevinden van de wolf tekenen, dat ziet er heel anders uit. In geschiedenis kun je afzonderlijke *fortune lines* tekenen voor het welbevinden van Nederlanders en Duitsers bij gebeurtenissen uit de 2^{de} wereldoorlog, of bij de finale van het wereldkampioenschap voetbal van 1974. *Fortune lines* zijn een manier om begrip van leerlingen te meten zó dat de docent het in een oogopslag kan zien. In een hoofdstuk in een boek van Sluijsmans en Kneyber (eind 2016) presenteer ik voorbeelden uit verschillende vakken en op verschillende niveaus van onderwijs en geef ik gedetailleerde suggesties.

Literatuur/geschiedenis: Fortune lines

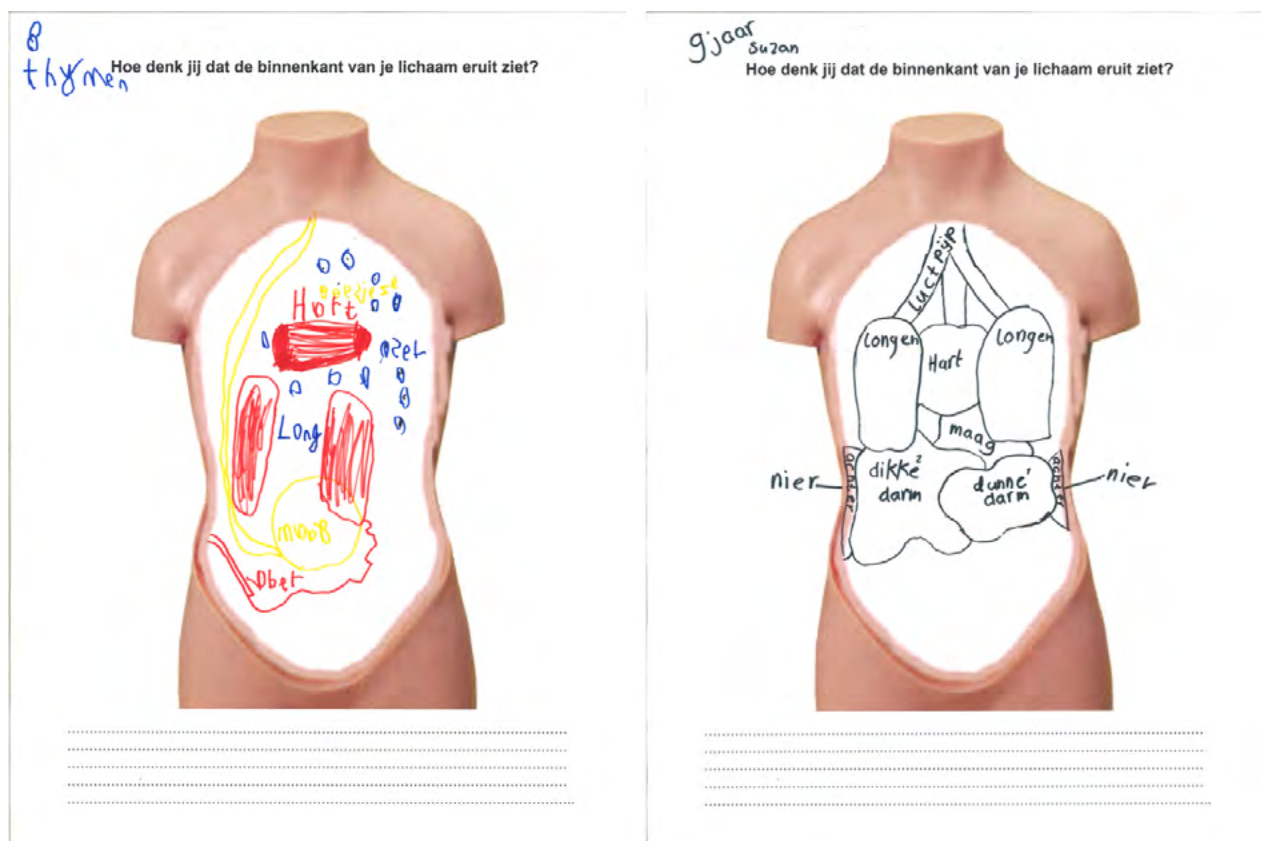


Figuur 6 Een grafiek van welbevinden van Roodkapje. De grafiek voor het welbevinden van de wolf zal er heel anders uitzien (White & Gunstone, 1992).

Ondertussen stimuleerden we Pabo en post-HBO studenten op de Hogeschool van Amsterdam om formatieve toetsing te integreren in hun lessenseries (*embedded assessment*), opdat er ijkpunten ontstaan voor begripontwikkeling waarbij de leerkracht in een snel rondje even kan checken hoe het gaat met een kernbegrip of -vaardigheid. Als formatieve toetsing in lesmateriaal geïntegreerd is, dan hoeft een klas ook niet synchroon te lopen en komt elke leerling op een verschillend moment toe aan de formatieve toetsing. Wel kan het efficiënter zijn om de feedback/remediatie wel klassikaal

te doen. De docent kan dan af en toe even een rondje maken en kijken naar de antwoorden op enkele sleutelvragen die als formatieve toetsing gebruikt worden. De leerkrachten in de post-HBO-opleiding Onderwijskundig Expert W&T/OOL van Ipabo en HvA verwerkten dit in hun lessenseries. Figuren 7a en 7b laten een opdracht zien in een anatomie les. Kinderen tekenen hun voorkennis over waar de organen zitten en hoe ze verbonden zijn. Daaruit kan de leerkracht de voorkennis aflezen en instructie aanpassen.

Docenten natuur- en scheikunde in de professionele leergemeenschap die begeleid wordt vanuit de VU (sinds 2014) verwerken concept checks nu routinematig in hun lessen en gebruiken die om begrips- en vaardigheidsontwikkeling van hun leerlingen te volgen en om te zien of wijzigingen in hun les tot verbetering leiden. Daarbij ontstaan ook nieuwe werkvormen zoals de witte bordjes methode van Onne Slooten. Hij laat groepjes leerlingen elk op een wit bord een opgave uitwerken en daarin bewust een fout maken die de andere leerlingen moeten opsporen. Zo krijg je hele zichtbare “performance”. Er zijn allerlei varianten op de witte bordjes methode (Megowan-Romanowicz, 2016). Collega Wouter Spaan van de HvA laat zijn studenten elkaar vragen stellen over de tekst op de bordjes en merkt dat dit goede begripsdiscussies oplevert.



Figuur 7 Thymen (links) en Suzan (rechts) tekenen de binnenkant van het lichaam

Studenten maken typische beginnersfouten. Soms schieten ze tekort in klasmanagement, die moet heel strikt zijn bij klassikale toepassing. Maar een student maakte ook eens een hele serie vragen die te weinig met elkaar te maken hadden, waardoor docent en leerlingen geen verbetering zullen zien en er geen motivatiesprong kan optreden. Je moet dus als opleider erg gespitst zijn op correct gebruik van de diverse methoden voor formatieve toetsing. Maar als het allemaal goed gaat,

dan kunnen docenten en studenten veel leren over typische fouten van leerlingen en hoe je die remedieert.

Kortom, inbouwen van formatieve toetsing in de lessen, geïntegreerd (*embedded*) of niet, levert informatie op over denkbeelden en typische fouten van leerlingen waar studenten in lerarenopleiding, docenten, en hun begeleiders veel van kunnen leren. En als deze lespraktijk onderdeel wordt van het routinegedrag van docenten, dan wordt dat een constante bron van vakdidactische informatie, het is generatief!

LESSEN VOOR LERARENOPLEIDING EN ONDERWIJSPRAKTIJK

Les 7

Formatieve toetsing is een van de krachtigste middelen om het onderwijsproces te ondersteunen. Er zijn simpele methoden voor toetsing met snelle lay-out waarmee docenten tijdens de les een indruk krijgen van de belangrijkste leerproblemen en daarop kunnen reageren en het kost maar een paar minuten van de les.

Les 8

De begripsvragen die in formatieve toetsing gepropageerd worden, leiden vaak tot interessante discussies tussen leerlingen en zijn dus niet alleen geschikt voor diagnostische toetsing, maar ook als les- en oefenmateriaal.

Les 9

Formatieve toetsing kan worden geïntegreerd in lesmethoden en lesmateriaal waardoor leerkrachten en docenten dit structureel kunnen inbouwen in hun lessen.

6. DE THEORIE-PRAKTIJKCYCLUS: LESSENSERIE ONTWERPEN, UITPROBEREN, EVALUEREN

We stappen over naar een ander onderwerp, het *leren onderzoeken* en het *onderzoekend leren*. Het leren onderzoeken is een van de belangrijke leerdoelen bij natuurwetenschappen en speerpunt van het Platform Bèta/Techniek. Om te leren onderzoeken moeten leerlingen onderzoekservaring opdoen dus *onderzoekend leren*. Internationaal wordt dit *Inquiry-Based Science Education* (IBSE) genoemd. In onderzoeken kunnen we drie fasen onderscheiden: 1) *voorbereiding* met vragen stellen over een onderwerp en hypothetische antwoorden formuleren, onderzoeksopzet bedenken en opzetten; 2) *uitvoering* met observeren en meten en registreren; 3) *analyse en interpretatie* met dataverwerking, interpreteren, en verklaren. Uit allerlei onderzoek blijkt dat praktische activiteiten die bedoeld zijn om te leren onderzoeken, veel te prescriptief zijn ("kookboek") en daardoor worden de 1^{ste} en 3^{de} fase kortgesloten door instructies en wordt het onderzoek beperkt tot uitvoering van een voorschrift (Tamir & Lunetta, 1981; Osborne & Freyberg, 1985, p69-80; Germann et al, 1996; Abrahams & Millar, 2008; Spaan & Berg, 2016). Er wordt te weinig gelegenheid gegeven om heen-en-weer te denken tussen verschijnselen en theorie en om onderzoeksvaardigheden te oefenen. Ook blijkt dat docenten zelf weinig of helemaal niet sturen op *leren onderzoeken* en aandacht beperken tot leren van feiten en begrippen (Abrahams & Millar, 2008; Abrahams & Reiss, 2012). Studenten in lerarenopleiding en docenten/leerkrachten met ervaring weten toch niet goed hoe ze *onderzoekend leren* moeten implementeren, zelfs niet in Engeland dat al heel lang zeer duidelijke leerdoelen m.b.t. inquiry in het curriculum heeft staan en leerdoelen m.b.t. leren onderzoeken ook sterk benadrukt.

Op de HvA startten we in 2008 met een minor Wetenschap en Techniek en Onderzoekend en Ontwerpend leren. Het sluitstuk van de minor was het ontwerpen, uitvoeren, en evalueren van een onderzoekende of ontwerpende lessenserie. Daarvoor moesten de studenten het volgende doen:

1. Een onderwerp kiezen (bijvoorbeeld de watercyclus) en dan preconcepties/denkbeelden van leerlingen onderzoeken door interviews met 8 of 9 kinderen gespreid over onder-, midden- en bovenbouw (groep 1 – 8).
2. Een lessenserie ontwerpen inclusief onderzoekende of ontwerpende activiteiten.
3. De lessenserie uitvoeren in hele klassen of desnoods in een kleinere groep.
4. De lessenserie evalueren en verbeteringen voorstellen.

Dit is een theorie-praktijk cyclus. De theoretische ideeën van colleges moeten vertaald worden naar de eigen onderwijspraktijk op de stageschool en die onderwijspraktijk moet in de evaluatie weer teruggekoppeld worden naar de theorie. De opdracht is generatief, studenten genereren voor zichzelf inhoudelijke en vakdidactische kennis in de eigen stage situatie en met betrekking tot het zelf gekozen onderwerp. Studenten leren o.a. over leerling denkbeelden, over vertaling van vakbegrippen naar leerlingen, over handige organisatie van activiteiten, etc. Voor ondersteuning zijn de studenten afhankelijk van de HvA opleiders want W&T en IBSE-ervaring van mentor/leerkrachten is vaak te beperkt. Bij deze opdracht zien leerkrachten vaak dat onderzoekend leren in hun klassen met hun kinderen heel wel mogelijk is en dat hun kinderen daarbij onverwachte talenten tonen. Overigens kan het onderwijs door studenten soms georganiseerd worden met kleine groepjes

leerlingen in plaats van een hele klas om disruptie door nog gebrekkige vaardigheden ten aanzien van klasmanagement van studenten te voorkomen en het hen gemakkelijker te maken om aandacht te geven aan begrips- en vaardigheidsaspecten in plaats van orde houden en logistiek.

Gedurende de eerste jaren van de Universitaire Pabo van UvA en HvA werd deze opdracht ook uitgevoerd in het 3^{de} semester van het UPvA programma nadat studenten in het 2^{de} semester al kennis gemaakt hadden met onderzoekend leren. Inmiddels is er ook een beroepsopdracht Onderzoekend en Ontwerpend Leren voor 2^{de} jaars studenten Pabo in het leergebied Oriëntatie op Jezelf en de Wereld (OJW) betreffende de vakken Aardrijkskunde, Geschiedenis, en Wetenschap en Technologie, waarin 2^{de} jaars een bestaande lessenserie uitvoeren in de klas. Zelf een onderzoekende lessenserie ontwerpen is een brug te ver voor 2^{de} jaars Pabo studenten zonder een uitgebreid voortraject.

Studenten slagen er zeker in onderzoeks- en ontwerp activiteiten in de klas te brengen en er zijn interessante materialen gemaakt die we afgelopen jaar publiceerden (Damsma et al, 2015).

Wat leren studenten van het ontwerpen van een lessenserie via zo'n theorie-praktijk cyclus? Ze verkennen verschillende onderwerpen (vakinhoud) voordat ze een onderwerp kiezen, ze verkennen preconcepties (vakdidactiek), ze ontwerpen lessen en proberen *leren onderzoeken* daarin vorm te geven (vakdidactiek), ze voeren de lessen uit en moeten daarbij oog hebben voor begripsontwikkeling en redeneren (*embedded formative assessment*) en evalueren tenslotte wat er geleerd is. Dat alles wordt voor een groot deel ervaren en geleerd in de eigen stageschool en wordt daardoor ervaren als zowel realistisch als relevant. Het is ook generatief, studenten genereren hun eigen PCK. Natuurlijk is de kennis die gegenereerd wordt enigszins lukraak en ongestructureerd. Goede begeleiding in dit grotendeels werkplek gebaseerde leren is cruciaal, want de gegenereerde PCK moet expliciet worden in plaats van *tacit*. Op de meeste stagescholen moet die begeleiding komen van de opleiders en vakdidactici want de mentoren zijn momenteel nog vaak slecht geschoold in Wetenschap en Technologie en in Onderzoekend en Ontwerpend Leren.

Sommige studenten komen ver. Recent lieten we experimentele lessenseries uitvoeren in 32 Amsterdamse en Zaandamse klassen door geselecteerde 3^{de} en 4^{de} jaars UPvA en HvA Pabo studenten in het PhD onderzoek van Patricia Kruit. Uitvoering verliep grotendeels zoals bedoeld. Ikzelf bezocht 4 willekeurig gekozen lessen die geheel volgens de bedoeling en specificaties in de docentenhandleiding kundig werden uitgevoerd.

De theorie-praktijk cyclus met onderzoekend leren betreft belangrijke leerdoelen voor kinderen (leren onderzoeken) en voor leerkrachten (leren *onderzoekend leren* te begeleiden), maar daarbij moet men uitkijken onderzoekend leren niet als alleenzalmakende didactiek te verkopen. Onderzoekend leren is in de eerste plaats een didactiek voor het *leren onderzoeken*. Voor andere leerdoelen, bijvoorbeeld kennisdoelen, is er een keuze uit veel werkvormen en didactische benaderingen en is *onderzoekend leren* lang niet altijd de meest effectieve (Kirschner et al, 2007; Kuhn, 2007).

Ervaren leerkrachten die deelnemen aan de post-HBO opleiding Onderwijskundig *Expert W&T/ OOL* (Wetenschap en Technologie/Onderzoekend en Ontwerpend Leren) ontwikkelen zelf ook een onderzoekende lessenserie nadat ze eerst een bestaande serie hebben uitgevoerd in de klas. Het lukt hen redelijk om de serie onderzoekend of ontwerpend te maken en formatieve toetsing

te integreren in het lesmateriaal. Complete instructies en beoordelingsschema's voor deze taak zijn beschikbaar van de auteur (e.van.den.berg@hva.nl) en zijn ook opgenomen in de nationale beschrijving van de opleiding.

Op de VU organiseren we in samenwerking met de lerarenopleiding van de Technische Universiteit Delft een cursus *ICT in IBSE*, oftewel onderzoekend leren met computer tools zoals meten met de computer, of meten aan video, of modelleren, of zelfs cycli van modelleren en meten waarin een model iteratief verbeterd wordt op grond van experimentele resultaten. Leerlingen modelleren bijvoorbeeld de beweging van een petflesraket, ze nemen video op van de beweging en doen metingen aan de video, ze vergelijken video-data met hun model en passen het model aan waarna vervolgens weer opnieuw videometingen worden gedaan. Studenten van de lerarenopleiding natuur- of scheikunde VU en van natuurkunde TU Delft volgden een korte 1 EC (28 studie-uren) cursus waarin ze eerst leren een ICT-tool te gebruiken (meten met sensoren, videomaten, of modelleren) en vervolgens een onderzoekende les ontwikkelen met gebruik deze tool. Het ontwikkelen, uitproberen en evalueren van zo'n onderzoekende les vormt een *theory-practice cycle*. Mijn PhD student Tran (2016) ontwikkelde en evalueerde deze cursus uitgebreid in zijn PhD onderzoek met 4 opeenvolgende groepen Nederlandse studenten in lerarenopleiding, 2 groepen leraren in nascholing in Slowakije, en een groep leraren in Vietnam. Studenten reageerden positief op de eis een onderzoekende les te ontwerpen en uit te voeren. Eerste versies van lesplannen hebben meestal goede onderzoekende intenties, maar practicumwerkbladen zijn vaak toch te prescriptief. In de uitvoering worden onderzoeksintenties ook regelmatig kortgesloten door docentaanwijzingen of tijdgebrek. Studenten kunnen theoretisch goed uitleggen wat met IBSE bedoeld wordt, maar hebben moeite een echte onderzoekende les te plannen en uit te voeren. Niettemin, een meerderheid kon een aantal onderzoeksaspecten realiseren en de meeste studenten konden na afloop goed aangeven welke gelegenheden ze hadden gemist en hoe ze hun les meer onderzoekend konden maken. Uitgebreide informatie en data over het onderzoekend karakter van de geproduceerde lessen en uitvoering ervan zijn opgenomen in Tran (2016). De moeite die studenten hadden om echte onderzoekslessen te maken klopt met de IBSE-geschiedenis van meer dan 50 jaar en toch maar beperkte implementatie in lesmateriaal en klas (Abrahams & Millar 2008; Abrahams & Reiss, 2012). Eén theorie-praktijk cyclus is niet genoeg om dat probleem op te lossen, maar geeft de studenten wel een veel beter beeld van wat IBSE zou moeten zijn. Een Nederlandse student in het onderzoek schreef over de relevantie van de theorie-praktijkcyclus (Tran, 2016, p142).

"Very relevant, I am happy the course was offered and that I took it. In the teacher-education program we learn a lot of theory but for the implementation of it, I feel rather on my own, with very little guidance. The ICT in IBSE course was very hands-on (though the theory was also presented), gave me the opportunity to learn with and from others (knowledgeable, friendly experts and other (beginning) teachers). I got the guidance I needed to develop an activity and implement it, and the feedback after completion. The duration was fine. I strongly advise the training to other student teachers"

Wat leren studenten van deze ervaring? Ze beginnen te begrijpen wat er met IBSE bedoeld wordt, alleen theorie bleek daarvoor onvoldoende te zijn. Ze leren *leren onderzoeken* te vertalen naar concrete leerdoelen die in de les meetbaar zijn. Ze lopen aan tegen de vakdidactische problemen daarbij en ook tegen de triviale maar belangrijke logistieke problemen van practicumorganisatie. Ook deze activiteit genereert PCK.

LESSEN VOOR LERARENOPLEIDING EN ONDERWIJSPRAKTIJK

Les 10

Het ontwerpen, uitvoeren, en evalueren van een lessenserie met onderzoekende elementen is een noodzakelijke activiteit om studenten in lerarenopleiding te leren wat er met *inquiry-based science education* bedoeld wordt. Alleen theorie en college zijn voor dat doel onvoldoende.

Les 11

Bij deze activiteit is het noodzakelijk duidelijke eisen te stellen en begeleidingsmomenten vast te leggen zoals een 1^{ste} moment na keuze van het onderwerp en een 2^{de} moment ter inspectie van het lesmateriaal alvorens tot uitvoering over te gaan.

Les 12

Ervaringen in Pabo en UPvA laten de noodzaak zien dat studenten eerst een bestaande exemplarische lessenserie uitvoeren voordat ze eigen materiaal ontwikkelen. Ook bij dit uitproberen is begeleiding nodig om de leerervaring expliciet te maken.

7. THEORETISCH INTERMEZZO

Veel lerarenopleidingen werken impliciet of expliciet met lijsten van vaardigheden die een docent moet beheersen zoals bord of ICT-gebruik, vragen stellen, reageren op leerling antwoorden zoals bijvoorbeeld “revoicing” en andere details, toetsen maken, werkvormen, etc. Grossman et al (2009) ageren hiertegen en stellen voor lerarenopleiding te structureren rond een beperkt aantal basispraktijken zoals het leiden van een onderwijsleergesprek (met alle subvaardigheden die dat vergt van een docent), of zo’n theorie-praktijkcyclus rond onderzoekend leren uitvoeren (zie boven). Van Merriënboer et al (2002) komen vanuit instructietheorie tot een soortgelijk idee maar met betere argumenten. Complexe vaardigheden leer je **niet** door alle deelvaardigheden één-voor-één te leren en dan samen te voegen. De moeilijkheid zit minder in de deelvaardigheden dan in de integratie daarvan in een complexe vaardigheid. Dus moet je die vaardigheden juist geïntegreerd ontwikkelen en dan kom je uit bij praktijken zoals die door Grossman et al geponoerd worden. Het Van Merriënboer model geeft daar gedetailleerde aanwijzingen voor. Ook bij bovenstaande voorbeelden gaat het steeds om een conglomeraat aan vaardigheden die tegelijk en geïntegreerd worden geoefend. De voorbeelden “formatieve toetsing en feedback” en de “theorie-praktijkcyclus” van ontwerpen/uitvoeren/evalueren van lesmateriaal zouden kandidaat-praktijken à la Grossman kunnen zijn, en tegelijk voorbeelden van didactiekonderwijs dat zich richt op integratie van complexe didactische vaardigheden.

In 2010 introduceerde Zeichner “*hybrid spaces*” als ruimten ‘*that bring together school and university based teacher educators and practitioners and academic knowledge in new ways to enhance the learning of prospective teachers*’ (p. 92). Dergelijke *hybrid spaces* stimuleren gelijkwaardigere rollen voor opleiders, leraren en studenten dan de traditionele stage en Zeichner (2010, p92) claimt dat dit tot een meer dialectische verhouding leidt tussen academische kennis en praktijkkennis, in plaats van de traditionele hiërarchische en polaire theorie-praktijk verhouding. Cronin (2013) en collega’s creëerden zo’n *hybrid space* door studenten uit de lerarenopleiding examentraining te laten geven aan kleine groepjes leerlingen in een Aula met alle examenleerlingen, vakdocenten en vakdidactici als observatoren en begeleiders. Een ultieme vorm van *hybrid spaces* is een Professionele LeerGemeenschap (PLG) met studenten, leerkrachten, en opleiders. Binnen de HvA betaprofilering (8 EC, 4^{de} jaar) is zo’n PLG gevormd (Eijck en Berg, 2016).

In een recent review van science teacher education door de nationale academies van wetenschappen in de VS concluderen Wilson et al (2016, p3) o.a. dat:

Teachers participate in occasions specifically designed to educate them, such as induction programs and professional development workshops, but they also learn a great deal in their own classes on a daily basis while interacting with their students (Ball and Cohen, 1999; Ball and Forzani, 2011; Luft et al., 2015).

Volgens de Wilson review moeten professionele ontwikkelingsprogramma’s voldoen aan de volgende eisen om effectief te zijn:

- actieve deelname van docenten die voorbeelden van effectief onderwijs analyseren inclusief werk van leerlingen,
- een focus op de inhoud van het eigen vak,

- stroomlijning met landelijk/lokaal schoolbeleid en praktijken, en
- voldoende duur zodat deelnemers door frequent theorie-praktijk cycli te ervaren, kunnen reflecteren op klaservaringen.

Dat zijn precies de eigenschappen van de professionele leergemeenschap (PLG) die we sinds 2014 organiseren.

8. DE PROFESSIONELE LEERGEMEENSCHAP

In een Professionele LeerGemeenschap (PLG) delen docenten hun expertise en werken ze samen aan verbetering van hun onderwijs. Hanna Westbroek en ik leiden sinds 2014 vanuit de VU een groep van 19 natuur- en scheikunde docenten uit bèta partner scholen die maandelijks bij elkaar komen. Docenten in onze PLG proberen steeds kleine vakdidactische veranderingen uit in hun lessen, veranderingen die gemakkelijk aan te passen zijn aan onderwerp en klasniveau. We begonnen met concept checks om een middel te hebben om leerling resultaten met sleutelbegrippen of vakvaardigheden te meten en te zien welke misvattingen of typische fouten er zijn. Zoals hierboven betoogd, kost een concept check slechts enkele minuten maar levert het veel nuttige informatie op voor de leerling, voor planning van het verdere verloop van de les en voor de vakdidactische ontwikkeling (PCK!) van de docent. Alle PLG-deelnemers voeren dan zo'n concept check uit, maar ze kiezen zelf of dat bij klas 2 havo en onderwerp licht is of bij klas 5 vwo bij het onderwerp elektromagnetisme of chemisch evenwicht.

Vervolgens gingen we aan de slag met PEOE (*Predict-Explain-Observe-Explain*) demonstraties rond begripsproblemen, simpele vormen van differentiatie, van flippen, en van andere activerende werkvormen. We rapporteren onze ervaringen elke maand terug aan elkaar waarbij we handige tips uitwisselen. Soms blijkt de afgesproken interventie in een klas niet te werken, maar meestal zijn er dan nuttige tips die een volgende keer tot betere resultaten leiden. Elke PLG-bijeenkomst start met een inspiratie/motivatief moment waar een van de deelnemers een inspirerende demonstratie uitvoert of een succesvolle ervaring uit de eigen lespraktijk demonstreert zoals bijvoorbeeld een manier om aan oefening van examenkennis te werken, of een interessant stukje film uit de klas laat zien. Kortom onze PLG draait op de volgende werkprincipes:

1. Kleine vakdidactische interventies die gemakkelijk toepasbaar zijn bij verschillende onderwerpen en klasniveaus en beperkte voorbereiding vergen.
2. Een harde afspraak dat elke deelnemer zo'n interventie uitvoert en daarover rapporteert in een korte e-mail of Word paragraaf met eventueel leerling materiaal als bijlage. Toevoeging van videomateriaal wordt gestimuleerd maar is niet verplicht. Een deelnemer mag een alternatieve interventie kiezen als dat beter past.
3. Elke sessie start met een inspiratie/motivatief demo door een deelnemer.
4. Daarna volgt terugkijken en ervaringen delen over de uitgevoerde interventie en dan in zoemen op een nieuwe interventie en voorbereiden.
5. Er is veel ruimte voor inbreng van deelnemers ook met eigen onderwerpen of voorstellen voor interventies.

Sommige andere PLGs gebruiken de *lesson study* methode. Daarbij wordt een serie sessies gebruikt om één gezamenlijke les voor te bereiden die deelnemers op hun eigen school geven, zo mogelijk geobserveerd door andere deelnemers. Wij doen dat niet omdat a) we het belangrijk vinden dat deelnemers vaak door een theorie-praktijk cyclus gaan (elke maand iets uitvoeren in de eigen klas, de repeated practice benadrukt door Wilson et al (2016), b) synchronisatie van onderwerpen en klassen tussen deelnemers moeilijk blijkt te zijn, en c) we enthousiasme en momentum willen kweken juist door vaak uitproberen. Aan de ene kant beperkt onze PLG methode de diepgang van vakdidactische discussies, aan de andere kant wordt elke voorgestelde didactische interventie

daadwerkelijk door alle deelnemers in de klas uitgevoerd en is er dus elke maand voor iedere deelnemer een complete theorie-praktijk cyclus.

In de praktijk blijkt dat ook kleine interventies vaak nog best lastig zijn om te optimaliseren, maar ook dat deelnemers zich door het groepseffect geïnspireerd voelen interventies te doen waar ze anders nooit aan toe kwamen. Met de inspiratie van de groep doe je het, alleen niet.

Hanna Westbroek leidt onderzoek om de impact van deze manier van werken te meten. Dat is heel lastig juist doordat PCK en docentkennissystemen zo moeilijk te expliciteren en te meten zijn (Loughran et al, 2004). Voor artikelen over activiteiten van onze PLG verwijs ik naar Berg & Westbroek (2015) en naar Haalboom & Rhebergen (2015).

LESSEN VOOR LERARENOPLEIDING EN ONDERWIJSPRAKTIJK

Les 13

De PLG is een inspirerende vorm om leraren vakdidactische kennis en vaardigheid te laten genereren in de eigen klas mits voldaan is aan een aantal ontwerpeisen zoals frequente en verplichte *repeated practice* in de eigen klas, feedback van collega's en begeleiders, en aandacht voor inspiratie en motivatie.

9. TRIVIAL MATTERS ... TRIVIA MATTER! GET THE BASICS RIGHT, DE ROL VAN TRIVIALITEIT

Als opleiders, als ontwikkelaars, als onderwijsvernieuwers en hemelbestormers zijn we dag in dag uit bezig nieuwe ideeën uit te werken, lesmateriaal te maken, YouTube filmpjes te zoeken, activiteiten voor leerlingen te ontwikkelen, of zelfs geheel nieuwe onderwijsconcepten te bedenken. Maar als basiszaken niet in orde zijn, dan bereiken we niets met de mooiste onderwijsactiviteit. Als er geen goede werksfeer is in de klas, dan is het onderwijs gewoon niet effectief, wat voor moois we de leerlingen ook voorschotelen. Enkele voorbeelden. Een practicum is vaak een activiteit met veel ruis waarin de handen en zintuigen druk bezig zijn, maar de hersens nogal eens in de parkeerstand komen te staan (Osborne & Freyberg, 1985). In een post-lab discussie moet zingeving plaats vinden. *Wat hebben we gedaan, wat hebben we gezien, en wat hebben we daaruit geleerd?* In veel practica ontbreekt zo'n post-lab discussie en die is nu juist essentieel. Het is beter het practicum te stoppen wanneer nog niet alle leerlingen klaar zijn, om maar voldoende tijd te hebben voor de post-lab discussie en dan discussie tot de volgende les uit te stellen. Een ander voorbeeld: de docent wil via cognitief conflict enkele begripsproblemen aanpakken. Hij/zij doet een prachtige demonstratie, stelt goede vragen, maar eist niet dat leerlingen individueel resultaten van de demo voorspellen en uitleggen, dus individueel opschrijven. Dan worden alleen de slimmeriken tot denken gebracht. Vooral bij tegen-intuïtieve verschijnselen is het belangrijk dat leerlingen zich bewust worden van de eigen foute voorspellingen en cognitief conflict ervaren. En zo zijn er zoveel triviale zaken die de effectiviteit van ons onderwijs ondermijnen. Het op orde krijgen van die trivialiteiten zal meer leerwinst opleveren dan de mooiste vernieuwingen en is ook een voorwaarde om vernieuwingen te doen slagen.

LESSEN VOOR LERARENOPLEIDING EN ONDERWIJSPRAKTIJK

Les 14

Bij alle onderwijsvernieuwing, geef aandacht aan basics: zijn de leerdoelen duidelijk voor docenten en leerlingen? Is duidelijk wat leerlingen moeten doen? Doen ze dat ook? Soortgelijke vragen kunnen ook gesteld worden op schoolniveau en bestuursniveau.

10. ROLLEN VOOR LERARENOPLEIDERS

Opleiden in de school heeft geleid tot terugtrekking van lerarenopleiders uit de school. Dat is heel gevaarlijk voor een lerarenopleiding, het kan de kloof tussen theorie en praktijk verbreden en verdiepen. Dus moet je, op wat voor manier dan ook, mogelijkheden creëren voor opleiders om ervaring op te blijven doen in de schoolpraktijk. Dat is goed voor de scholen, voor de opleiding en voor de studenten en de eis aan projecten is natuurlijk dat deze drie partners elk ook het eigen voordeel zien in een project.

Allerlei projecten binnen het lectoraat Wetenschap en Techniekonderwijs betrokken vakdidactici bij scholen en creëerden tegelijk hybrid spaces voor samenwerking van leerkrachten, opleiders en studenten (Zeichner et al, 2010; Cronin, 2013, zie eerdere discussie). Tom van Eijck (W&T) werkt al jaren 0,1 à 0,2 fte aan professionalisering bij STAJ en kan soms studenten strategisch inzetten. Jose van Gelderen (W&T) heeft input geleverd aan diverse professionaliseringsprogramma's bij AWBR evenals Erwin Janssen (wiskunde). Constance van Kesteren (Jonge Kind) en Tom van Eijck werken aan professionalisering bij Sirius met ondersteuning van Melina Fleurke. Constance van Kesteren, Miriam Klamer, Tom van Eijck, en Welmoet Damsma werken samen met scholen en kinderen en studenten in de Jonge Kind specialisatie. Sanne Hiddema en Jose van Gelderen werkten aan lesmateriaal voor taal en W&T en dat werd in Amsterdam-West in de school uitgetoetst. Studenten konden soms worden ingezet in deelprojecten zoals bij het ontwerpen van een kleuterlab bij Sirius. Patricia Kruit ontwikkelde lesmateriaal voor het leren van onderzoeksvaardigheden samen met Ilse Wagenaar van AWBR en deed een pilot in AWBR-scholen. Inmiddels wordt het materiaal in 32 schoolklassen van groep 7 in Amsterdam en Zaandam gebruikt in een onderwijsexperiment waarbij geselecteerde UPvA en Pabo studenten assisteren. Denk ook aan het eerder beschreven bèta-profileringsprogramma waarin leerkrachten, studenten, en opleiders samenwerken in een professionele leergemeenschap (Eijck & Berg, 2016).

Er zijn veel mogelijkheden voor gezamenlijke projecten van opleiders en scholen en deze leveren kennis en ervaring op en een andere kijk op de onderwijspraktijk, maar ook inspiratie en motivatie. Financiering vereist enige creativiteit, maar is meestal wel ergens te vinden vooral voor W&T. Daarbij moet men ook bedenken dat opleiders maar beperkt tijd hebben voor dergelijke activiteiten. Bij de 2015 ronde van subsidies voor W&T/OOL ontwikkeling en professionalisering werden ruim 100 voorstellen ingediend bij het Expertisecentrum voor W&T Noord-Holland en Flevoland. HvA ondersteuning bij die professionalisering moest beperkt worden tot de eigen opleidingsscholen in Amsterdam.

LESSEN VOOR LERARENOPLEIDING EN ONDERWIJSPRAKTIJK

Les 15

Opleiders, studenten en scholen/leerkrachten hebben elkaar nodig voor samenwerking in materiaalontwikkeling, professionalisering, professionele leergemeenschappen, en onderwijsexperimenten. Dergelijke samenwerking verkleint de theorie-praktijk kloof, de opleiding-school kloof, en vergroot de kennis en ervaring van alle deelnemers. Vaak creëert dit ook de *hybrid spaces* die studenten nodig hebben voor productief werkplekieren (Zeichner et al, 2010).

11. TENSLOTTE

We begonnen met de vraag hoe studenten in de lerarenopleiding praktische vakdidactiek oftewel Pedagogical Content Knowledge kunnen leren en toepassen. Met PCK bedoelde Shulman (1986) de kennis van praktiserende docenten over effectieve manieren om vakkennis in de klas over te dragen. Veel van die docentkennis is *tacit knowledge* en niet expliciete en bewuste kennis van docenten. Deze kennis is ook verregaand aangepast aan de eigen onderwijsecologie. Alle (vak)didactische kennis vereist aanpassingen aan de eigen onderwijsecologie en daar ligt de kern van het theorie-versus-praktijk probleem. De algemene (vak)didactische kennis die studenten in de lerarenopleiding leren, is in de praktijk niet zo maar toepasbaar ook al lijkt aanpassing vaak tamelijk triviaal.

In dit afscheidscollege presenteerde ik een aantal manieren om (vak)didactiek te leren in de onderwijspraktijk in plaats van in de collegezaal. Deze manieren (tentoonstelling organiseren of demonstratiewedstrijd, diagnostische toetsing van leerling denkbeelden en begrip, gebruik van *embedded formative assessment* met snelle feedback, ontwerpen/uitvoeren/evalueren van een les of lessenserie –een theorie-praktijkcyclus, en een praktisch PLG-format) bleken in de praktijk goed toepasbaar onder zeer gevarieerde omstandigheden (primair onderwijs, voortgezet onderwijs, diverse landen) en genereerden zowel PCK als motivatie. Het grote voordeel is dat de theorie-praktijk kloof op deze manier veel gemakkelijker overbrugd kan worden en dat de student ook leert te leren van de eigen ondervindingen en dat hopelijk blijft doen na diplomering. Dan wordt PCK generatief! Dat leren van de eigen onderwijspraktijk gaat niet vanzelf bij studenten en moet goed begeleid worden. Het praktijkleren levert tamelijk ruwe, ongestructureerde kennis op. Begeleiding en werkcolleges zorgen dan voor explicitering, structuur en organisatie van die kennis.

REFERENTIES

- Abrahams, I., Millar, R. (2008). Does practical work really work? A study of the effectiveness of practical work as a teaching and learning method in school science. *International Journal of Science Education*, 30(14), 1945-1969.
- Abrahams, I., Reiss, M.J. (2012). Practical Work: Its effectiveness in Primary and Secondary Schools in England. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(8), 1035-1055.
- Allen, M. (2010). *Misconceptions in Primary Science*. Open University Press & McGraw-Hill.
- Berg, E. van den, C. van Huis (1998). Drawing Forces. *The Physics Teacher*, 36(4), 222-223.
- Berg, E and R van den, N. Capistrano, A. Sicam (2000). Kinematics graphs and instant feedback. *School Science Review*, 82(299), 104-106.
- Berg, E. van den (2003). Teaching, Learning, and Quick Feedback Methods. *The Australian Science Teaching Journal*, June 2003, 28-34.
- Berg, E. van den, Hoekzema, D.J. (2006). Teaching conservation laws, symmetries, and elementary particles with fast feedback. *Physics Education*, 41, 47-56.
- Berg, E. van den (2012). Long term effects of an innovative physics teacher education program in the Philippines. In A. Lindell, A.-L. Kähkönen, & J. Viiri (Eds.), *Physics Alive. Proceedings of the GIREP-EPEC 2011 Conference*, (p149-154). Jyväskylä: University of Jyväskylä. ISBN 978-951-39-4800-9. (peer reviewed proceedings) <https://www.jyu.fi/en/congress/girep2011/main-page/electronic-proceedings-of-the-girep-epec-2011-conference>.
- Berg, E. van den, Westbroek, H. B. (2014). Formatieve toetsing en feedback in de klas. *NVOX*, 39 (5), 225-227.
- Berg, E. van den, Hoekstra, W.S. (2014). Onmiddellijke Diagnose en Feedback in Wiskunde Lessen, *Euclides* 90(2), november 2014, 22-25.
- Berg, E. van den, Westbroek, H. (2015). Samen eigen onderwijs ontwikkelen in een PLG Natuur- en Scheikunde. *NVOX*, 40(10), 526-527.
- Berg, E. van den (2016). Integreren van snelle formatieve diagnostische toetsing en feedback in gewone lessen. In: D. Sluijsmans & R. Kneyber : *Formatief Toetsen* (in press).
- Black, P., Wiliam, D. (1998). Assessment of and classroom learning. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 5(1), 7 – 74.
- Court, J.E. (1999). Free-Body Diagrams Revisited – I, *The Physics Teacher*, 37(7), 427-433.

- Cronin, S. (2013). Teacher educators teaching pre-service students in a school setting: developing a pedagogy for hybrid spaces. In: E. Van den Berg (editor) *Making IBSE durable through pre-service education*. Amsterdam: Kenniscentrum Onderwijs en Opvoeding, Hogeschool van Amsterdam.
- Damsma, W., Eijck, T. van, Gelderen, J. van, Snelders, E. (2015). Onderzoekende en Ontwerpende Lessenseries. Amsterdam: Hogeschool van Amsterdam (beschikbaar als pdf).
- Duit, R. (2009). Bibliography – STCSE, Students' and Teachers' Conceptions and Science Education. <http://archiv.ipn.uni-kiel.de/stcse/> (last consulted 6 July 2016).
- Eijck, T. van, Berg, E. van den (2016). Onderzoekend en ontwerpend leren in een professionele leergemeenschap van studenten, leerkrachten en opleiders. *De Nieuwe Meso* (vakblad voor schoolleiders en –bestuurders), 3(2), p103-105.
- Emmett, K., Klaassen, K., Eijkelhof, H. (2009). Fast feedback in classroom practice. *Physics Education*, 44, 492. *Handbook of Expertise and Expert Performance* (pp. 683-703). New York: Cambridge University Press.
- Gluck, P. (2008). Experiments for a special day. *Physics Education*, 43, 189-197.
- Grossman, P. , Hammerness, K., McDonald, M. (2009). Redefining teaching, re-imagining teacher education. *Teachers and Teaching: Theory and Practice*, 15(2), 273-289.
- Germann, P.J., Haskins, S., Auls, S. (1996). Analysis of nine high school Biology laboratory manuals: Promoting scientific inquiry. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(5), 475-499.
- Gunstone, R., White, R. (1992). *Probing Understanding*. London: Falmer Press.
- Haalboom, B., Baars, C., Rhebergen, S. (2014). Flipping the classroom als competitieve, een toepassing in de praktijk. *NVOX*, 39(3), 112-114.
- Hattie, J., Timperley, H. (2007). The power of feedback. *Review of Educational Research*, 77(1), 81 – 112.
- Hestenes, D., Wells, M., Swackhamer, G. (1992). Force Concept Inventory, *The Physics Teacher*, 30, 141-158.
- Hewitt, P.G. (2014). *Conceptual Physics* (12th edition), Pearson.
- Jenkins, E. (2006). The Student Voice and School Science Education, *Studies in Science Education*, 42(1), 49-88
- Kirschner, P. A., Sweller, J., & Clark, R. E. (2006). Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist*, 41(2), 75-86.
- Korthagen, F.A.J., Kessels, J. (1999). Linking theory and practice: changing the pedagogy of teacher education. *Educational Researcher*, 28(4), 4-17.

- Kuhn, D. (2007). Is direct instruction an answer to the right question? *Educational Psychologist*, 42(2), 109-113.
- Liem, T.K. (1991). *Invitations to Science Inquiry* (2nd edition). Science Inquiry Enterprises. Chino Hills (California).
- Loughran, J., Mulhall, P., Berry, A. (2004). In search of pedagogical content knowledge in science: developing ways of articulating and documenting professional practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(4), 370-391.
- Loughran, J., Berry, A., Mulhall, P. (2008). Exploring pedagogical content knowledge in science teacher education. *International Journal of Science Education*, 30(10), 1301-1320.
- Magnusson, S., Krajcik, J., Borko, H. (1999). Nature, sources and development of pedagogical content knowledge. In: J. Gess Newsome & N.G. Lederman (Eds/), *Examining pedagogical content knowledge* (p95-1332). Dordrecht, The Netherlands, Kluwer.
- Mazur, E. (1997). *Peer Teaching*. Wiley.
- Minnaert, M. (1968). *Natuurkunde van het vrije veld*, delen 1 – 3. Zutphen: Thieme.
- Megowan-Romanowicz, C. (2016). Whiteboarding: A tool for moving classroom discourse from answer-making to sense-making. *The Physics Teacher*, 54(2), 83-86.
- Van Merriënboer, J.J.G., Clark, R.E., de Croock, M.B.M. (2002). Blueprints for Complex Learning: The 4C/ID-model. *ETR&D*, 50(2), 39-64.
- Osborne, R., & Freyberg, P. (1985). *Learning in Science: The Implications of Children's Science*. London: Heinemann.
- Shakhashiri, B.Z. (1983-2011). *Chemical Demonstrations, vol; 1 – 5*. Madison, University of Wisconsin Press.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4—14.
- Sluismans, D., Kneyber, R. (2016). Formatieve toetsing (in press).
- Spaan, W., Berg, E. van den (2016). Teacher's design of practical work. *Proceedings GIREP Physics Education Conference*, Wroclav, Poland, 6-10 July 2015 (in press).
- Tamir, P. & Lunetta, V.N. (1981). Inquiry-related tasks in high school science laboratory handbooks. *Science Education*, 65(5), 477-484.
- Tran, Trinh Ba (2016). Development of a course on integrating ICT into inquiry-based science education. Amsterdam: Vrije Universiteit, PhD dissertation.

Wilson, S. Schweingruber, H., Nielsen, N. (2016). *Science Teachers' learning: enhancing opportunities, creating supportive contexts*. Washington: National Academies Press. ISBN: 978-0-309-38018-8. www.nap.edu.

Zeichner, K., & Tabachnick, B. R. (1981). Are the effects of university teacher education washed out by school experiences? *Journal of Teacher Education*, 32, 7-11.

Zeichner, K. (2010). Rethinking the connections between campus courses and diels experiences in college- and university-based teacher education. *Journal of Teacher Education*, 61, p91 – 99.

Zeichner, K., Payne, K. (2013). *Democratizing knowledge in urban teacher education*. In J. Noel (editor): Moving teacher education into urban schools and communities, prioritizing community strengths. London: Routledge, p3-19.

DANK

In mijn diverse banen heb ik altijd het geluk gehad te werken met bevlogen en plezierige collega's die hun bijdrage aan het leren en welzijn van leerlingen en studenten en de professie zeker zo belangrijk vonden als hun salaris. Dat was zo in mijn eerste leraarsbaan aan het Goois Lyceum in Bussum, in Indonesië en de Filipijnen, maar ook in mijn werk aan de VU, de Universiteit Utrecht, het AMSTEL Instituut UvA, en de Hogeschool van Amsterdam.

Dank aan:

- Marjan Freriks en Ton Ellermeijer voor hun rol bij het instellen van het lectoraat en constante steun sindsdien;
- Paul Ruis voor het opstarten van het lectoraat, het leggen van een fundament aan contacten en activiteiten zoals de netwerkontwikkeling die uiteindelijk uitmondde in het Noord-Holland en Flevoland netwerk, en de creatie van het programma rond VTB-pro dat 4 jaar lang een solide financiering opleverde;
- Ietje Veltman, Johan Jelsma en Ron Oostdam voor het creëren van productieve werkomstandigheden en vertrouwen;
- Peter Claessen en Cor de Beurs die het regionale besturennetwerk uitbouwden tot een voorbeeld voor de rest van het land;
- Pabo W&T sectie voor plezierige en inspirerende samenwerking, goed vakmanschap en een productieve praktische inslag;
- Marco Snoek als plezierige en zeer geïnformeerde kamergenoot sinds de verhuizing terug naar de Wibautstraat, hij gaf ook suggesties voor dit artikel;
- Monique Pijls, mijn opvolgster die veel bijdroeg aan de organisatie van het Symposium en Maarten van der Burg die de techniek bij de lezing ondersteunde;
- Collega lectoren voor plezierige samenwerking;
- Administratieve ondersteuners van diverse onderdelen van de Faculteit Onderwijs en Opvoeding HvA voor hun competentie, betrouwbaarheid, en ondersteuning;
- Collega's in de landelijke vakdidactiek, in scholen en besturen;
- En vooral dank aan Daday met wie ik op 1 juni precies 33 jaar getrouwd ben, met wie ik samen leraren heb opgeleid in Indonesië en de Filipijnen, en die met dochter Anjolie zorgde voor een positieve balans van werk en thuis.

HET LECTORAAT WETENSCHAP EN TECHNIEKONDERWIJS

Het lectoraat Wetenschap en Techniekonderwijs (W&T) werd in 2008 ingesteld als onderdeel van een nationaal Platform Bèta/Techniek programma voor 5 kenniscentra W&T aan de hogescholen van Saxion (Edith Stein), HAN, Fontys, de Haagse Hogeschool, en HvA. Ontplooide activiteiten in de beginfase waren o.a. diverse samenwerkingsprojecten van de Pabo's van Hogeschool Almere (nu Windesheim), InHolland, Ipabo, en HvA; coördinatie van VTBpro nascholingen in Noord-Holland en Flevoland; activiteiten binnen het Pabo programma van HvA zoals de ontwikkeling van een Minor W&T onderwijs en Onderzoekend en Ontwerpend Leren (OOL) en gezamenlijke stages van studenten van de Pabo en van Techniek en Natuurwetenschappen; ontwikkeling van een besturennetwerk in de regio dat nu de naam Expertisecentrum W&T Noord-Holland en Flevoland heeft overgenomen. Daarnaast waren er activiteiten met het AMSTEL Instituut zoals de EU POLLEN en Fibonacci projecten (2006 – 2013). Van 2012-2016 werden de activiteiten van het lectoraat grotendeels gefinancierd door overhead en overgebleven gelden van eerdere VTB-projecten aangevuld met enkele nieuwe projecten. De activiteiten hadden o.a. betrekking op het Pabo curriculum (verdere ontwikkeling van de minor, W&T in de Jonge Kind specialisatie), en ondersteuning van W&T/OOL ontwikkel- en professionaliseringstrajecten bij de opleidingsscholen. In een nationale subsidie voor W&T onderwijs aan de Pabo HvA werd dit alles verder uitgebouwd. Promotieonderzoek werd opgestart naar het leren en meten van onderzoeksvaardigheden. Nationaal werkte de lector mee aan de Pabo W&T kennisbasis, de ontwikkeling van een opleiding onderwijskundig expert W&T/OOL en realisering van deze opleiding in een project van Ipabo en HvA, en aan een boek over Onderzoekend en Ontwerpend Leren voor 4 – 14 jarigen gepubliceerd door de NVON. Internationaal werd deelgenomen aan de EU POLLEN en Fibonacci projecten en diverse internationale conferenties.

DE LOOPBAAN VAN ED VAN DEN BERG

Ed van den Berg werd in 1951 geboren in Uithoorn. Hij studeerde Natuurkunde aan de Vrije Universiteit (VU, doctoraal 1975), en promoveerde in 1978 in Science Education aan de University of Iowa in de VS ondersteund door een Fulbright beurs en een assistentschap. In 1975 gaf hij een half jaar les aan het Goois Lyceum en van 1975-78 was hij student-assistent aan de University of Iowa. Vervolgens werkte hij bij Unesco in Nairobi (Kenia, 1978/79) en de VU (1980/81) en gaf hij les aan het Segbroekcollege (1980). Van 1981-91 werd Ed door de VU uitgezonden naar Indonesië om te assisteren bij de ontwikkeling van een nieuwe lerarenopleiding exacte vakken aan Satya Wacana Christian University en les te geven in natuurkunde, natuurkundeonderwijs, en gerelateerde vakken. Midden in die periode, in 1986, was hij een half jaar gastdocent aan Curtin University of Technology in Perth, Australië. Na terugkeer in Nederland werd hij vakdidacticus natuurkunde aan de VU (1991-1995). Begin 1996 werd hij opnieuw uitgezonden naar een VU-project, dit keer om een lerarenopleiding te helpen ontwikkelen voor natuurkunde, scheikunde, en wiskunde aan de University of San Carlos in Cebu City, Filipijnen. Na terugkeer in 2002 werkte hij achtereenvolgens aan de VU, Universiteit Utrecht, Universiteit van Amsterdam, Hogeschool van Amsterdam en opnieuw VU en was hij o.a. betrokken bij projecten zoals het project Moderne Natuurkunde, Junior College, Nieuwe Natuurkunde, EU projecten POLLEN en FIBONACCI, Expertisecentrum Wetenschap en Techniek Noord-Holland en Flevoland, en diverse Platform Beta/Techniek projecten.

Ed publiceerde meer dan 350 artikelen en boekhoofdstukken waaronder vooral vakdidactische artikelen voor leraren. Hij was lid van redacties van de *International Journal of Science Education*, de *Journal of Research of Science Teaching* (o.a. Associate Editor van 2000 – 2002), de *Journal of Science Teacher Education*, section editor voor de *International Journal of Science Education* (ICASE), en reviewer voor *The Physics Teacher*, en de *International Journal of Science and Mathematics Education*. Hij ontving de volgende prijzen: Fulbright beurs (1975-78), Outstanding Service Award van de Philippine Physics Society (2001), en de Minnaert prijs voor contributies aan het Nederlandse Natuurkunde onderwijs (2015) welke eens in de twee jaar wordt toegekend.

VERKLARENDE WOORDENLIJST

Pedagogical content knowledge

Vakdidactische kennis van docenten over manieren om hun vak effectief te representeren en communiceren naar leerlingen. Zie ook de uitgebreidere definitie in de tekst.

Tacit knowledge

Veel pedagogische en vakdidactische kennis van docenten is niet expliciet en daardoor onzichtbaar voor buitenstaanders zoals studenten in lerarenopleiding en moeilijk overdraagbaar.

Leerling preconcepties of leerling denkbeelden

Over veel verschijnselen en begrippen in de natuurwetenschap blijken zelfs jonge leerlingen al veel ideeën te hebben die nogal eens strijdig zijn met de wetenschappelijke ideeën of uitleg.

Formatieve toetsing

Het verzamelen van informatie over tussentijdse leerresultaten tijdens het leerproces met als doel het leren van leerlingen en het onderwijzen door de leraar bij te sturen en effectiever te maken. Formatieve toetsing mag **niet** gebruikt worden voor beoordeling want het leerproces is nog onderweg.

Professionele leergemeenschap

Groep van professionals, bijvoorbeeld studenten/docenten/opleiders die samen proberen aspecten van onderwijs te ontwikkelen of te verbeteren.



Ed van den Berg tijdens de afscheidslezing



Deel van het publiek tijdens de afscheidslezing

