

De ontwikkeling van een analysekader voor het evidence-informed herontwerpen van W&T-onderwijs

Samenvatting

Pabo's dienen ervoor te zorgen dat toekomstige leraren in staat zijn onderwijs in Wetenschap en Technologie (W&T) te verzorgen. Aangezien meer dan driekwart van de scholen werkt met een methode op het gebied van W&T, is het belangrijk dat aanstaande leraren leren de kwaliteit van dit materiaal wetenschappelijk geïnformeerd te analyseren en te verbeteren. In deze 'good practice' beschrijving wordt de opzet en uitvoering van een project rondom het wetenschappelijk geïnformeerd analyseren van W&T leermateriaal besproken. De stappen die zijn gevolgd in dit project worden stuk voor stuk toegelicht. Na het belichten van iedere stap, wordt steeds uitgewerkt hoe ermee gewerkt kan worden in de lerarenopleiding. Hiertoe worden steeds concrete opdrachtsuggesties geboden. De voorgestelde opdrachten zorgen voor de integratie van theorie en praktijk en dragen bij aan de systematische en doelgerichte bevordering van de vakinhoudelijke, pedagogisch-didactische alsook onderzoekscompetenties van aanstaande leraren basisonderwijs. Door de opdrachten op te nemen in het pabo-curriculum wordt bijgedragen aan meer en beter evidence geïnformeerd onderwijs op zowel de pabo als in het basisonderwijs.

De ontwikkeling van een analysekader voor het evidence-informed herontwerpen van W&T-onderwijs

Symen van der Zee, Marit Benes, Martine Gijssels

Aanleiding en probleemstelling

In zowel Nederland als Vlaanderen zijn actieplannen ontwikkeld om de instroom in de bèta-technische velden te verhogen en om uitstroom te voorkomen (Departement Onderwijs & Vorming, 2015; Techniekpact, 2013). Om de instroom te verhogen wordt ingezet op de intensivering en kwalitatieve verbetering van het bèta-technisch onderwijs op alle niveaus van het onderwijs. Van basisscholen wordt verwacht dat zij hoogstaand bèta-technisch onderwijs aanbieden en daarmee systematisch en doeltreffend bijdragen aan de STEM-geletterdheid van leerlingen en realistische beroepsbeelden doen ontstaan. De aandacht voor bèta-technisch onderwijs heeft in Nederland geleid tot de introductie van Wetenschap en Technologie (W&T) in het basisonderwijs (Verkenningscommissie, 2013). Alle basisscholen dienen inmiddels Wetenschap en Technologie geïntegreerd te hebben in hun curriculum. Ook van de lerarenopleidingen basisonderwijs, de pabo's, wordt het nodige verwacht. Pabo's moeten ervoor zorgen dat toekomstige leraren toegerust zijn om hoogwaardig onderwijs in W&T te verzorgen.

De afgelopen jaren is vanuit het lectoraat Wetenschap en Technologie in het onderwijs van Saxion onderzoek verricht naar hoe pabo's dit het beste kunnen doen. Er is gekeken naar *wat* studenten dienen te leren en tevens *hoe* ze dit het beste kunnen leren (Van der Zee, 2017a, 2017b). Op basis hiervan is professionalisering ontwikkeld, die getoetst is op effectiviteit (zie bijv. Kroek, 2015; Rouweler & Van der Zee, 2018) en vervolgens is doorontwikkeld. De ontwikkelde professionalisering is gericht op de ontwikkeling van vakinhoudelijke kennis, didactische vaardigheden, de attitude ten aanzien van W&T en de ontwikkeling van de science-teaching self-efficacy. Een belangrijke competentie waaraan tot nu toe weinig aandacht werd besteed in de professionalisering, is het evidence-informed beoordelen en op grond ervan aanpassen van bestaand leermateriaal op het gebied van W&T. Aangezien meer dan driekwart van de basisscholen werkt met een methode voor het bevorderen van W&T (Inspectie van Onderwijs, 2015), is dit een belangrijke competentie voor (aanstaande) leraren basisonderwijs om te ontwikkelen. Vanuit het expertisecentrum Tech-Your-Future is een project gestart waarin op systematische wijze een kader is

ontwikkeld voor het analyseren van leermateriaal voor W&T. Met behulp van dit kader zijn zes veelgebruikte onderwijsmethodes geanalyseerd. In dit artikel bespreken we de ontwikkeling van dit kader en enkele algemene uitkomsten van de analyse van de methodes. Daarbij belichten we steeds hoe dit materiaal ingezet kan worden in de opleiding tot leraar basisonderwijs. We doen dit door het bieden van concrete opdrachtsuggesties.

Definiëring Wetenschap en Technologie

Voor de selectie en analyse van de kwaliteit van W&T leermaterialen is het belangrijk te definiëren wat wordt verstaan onder W&T. Binnen het project is W&T opgevat als een manier van kijken naar de wereld. Het start vanuit verwondering en stimuleert een onderzoekende manier van denken en doen. Aanvankelijk was W&T vooral een benadering voor Natuur en Techniek. Op advies van de Verkenningcommissie (2013) is dit verbreed naar het leergebied Oriëntatie op Jezelf en de Wereld (OJW) (geschiedenis, aardrijkskunde, natuur en techniek). Mede op grond van dit advies is het leerplankader W&T opgesteld (Van Graft, Klein Tank, & Beker, 2016). In dit kader worden drie inhoudelijke componenten onderscheiden: (wetenschappelijke) houding, (onderzoekende en ontwerpende) vaardigheden en kennis. Het gaat bij W&T-onderwijs dus om de ontwikkeling van kennis over de wereld, van onderzoekende en ontwerpende vaardigheden en om de ontwikkeling van een nieuwsgierige probleemoplossende houding.

Opdrachtsuggestie 1: definiëren van W&T

Opvattingen over wat W&T is, divergeren nogal. Laat studenten definiëren wat zij onder W&T verstaan. Laat ze vervolgens de definities vergelijken en op basis ervan verschillende componenten/elementen van W&T onderscheiden. Discussie kan gevoerd worden over welke componenten/elementen de studenten vinden behoren tot W&T en waarom. Tevens kan ingegaan worden op de invulling van deze componenten/elementen. Probeer de studenten vervolgens tot consensus te laten komen over een voorlopige definitie van W&T. Geef ze daarna de opdracht om met behulp van (internet)bronnen op zoek te gaan naar definities. Vergelijk de verschillende definities en bespreek de status ervan. Kies vervolgens met de studenten de meest gezaghebbende definitie en vergelijk deze met de definitie die is opgesteld door de groep. Ga in op de overeenkomsten en verschillen en stel de definitie vast.

Effectieve kenmerken

Voor het beoordelen van W&T leermateriaal is in het project gekozen voor de ontwikkeling van een analysekader. Een expertgroep is ingericht waarin verschillende typen expertise bijeen zijn gebracht. Concreet gaat het om onderwijskundigen met specialistische kennis op het gebied van de didactiek van W&T-onderwijs, een expert op het terrein van de integratie van taal en W&T onderwijs, vakinhoudelijke en didactische experts, en tot slot leerkrachten basisonderwijs. Op basis van de bestudering en integratie van relevante, wetenschappelijke literatuur over effectief W&T-onderwijs, zijn effectieve kenmerken van W&T onderwijs vastgesteld (zie ook Van der Zee, 2017a, 2017b). Deze kenmerken, inclusief de onderbouwing ervoor, zijn voorgelegd aan een klankbordgroep van experts (onderwijsadviseurs/ wetenschappers) en eindgebruikers (leraren/ schoolleiders). Op basis van de feedback erop zijn de geselecteerde kenmerken aangepast en aangescherpt. In totaal zijn tien effectieve kenmerken onderscheiden. Op basis van inhoudelijke overeenkomsten tussen deze kenmerken zijn ze onderverdeeld in vijf elementen. Deze zijn: onderzoeken en ontwerpen en onderzoeken, betekenisvolle context en interactie, ICT, inzicht en inspelen op verschillen, en ondersteuning van de leerkracht. Hieronder worden de vijf elementen en bijbehorende kenmerken kort beschreven.

Onderzoeken en ontwerpen

Het eerste element is onderzoeken en ontwerpen. Uit de literatuur blijkt dat de didactiek van onderzoekend en ontwerpend leren effectief is (zie bijv. Lazonder & Harmsen, 2016). Op basis hiervan heeft SLO al in 2007 een stappenplan ontwikkeld voor het onderzoekend en ontwerpend leren. Deze stappen zijn – in de vorm van een onderzoeks- en ontwerpcyclus – ook herkenbaar in het leerplankader W&T. Dit houdt in dat het W&T-onderwijs hands-on activiteiten bevat, waarin leerlingen concrete onderzoeks- en/of ontwerpervaringen opdoen. Maar alleen ‘handelen’ is niet voldoende voor effectief leren; er is een voortdurende wisselwerking nodig tussen handelen (hands-on) en denken (minds-on). Bovendien blijkt onbegeleid onderzoekend of ontwerpend leren niet effectief. Instructie en begeleiding, zoals feedback en scaffolding, zijn essentieel (zie verder Alfieri, Brooks, Aldrich & Tenenbaum, 2011; Dillon, 2008; Furtak, Seidel, Iverson & Briggs, 2012; Lazonder & Harmsen, 2016; Staver, 2007).

Betekenisvolle context en interactie

Betekenisvolle context en interactie is het tweede element dat wordt onderscheiden. Onderwijs in W&T is effectiever wanneer het op een betekenisvolle manier wordt aangeboden. Het bieden van een context is gunstig voor de leerprestaties, alsook voor de

interesse, motivatie en houding van leerlingen (zie bijv. Potvin & Hasni, 2014).

Onderwijsleermateriaal kan dit realiseren door aan te sluiten bij de leef- en belevingswereld en door de leefomgeving actief te betrekken. Verschillende overzichtsstudies laten verder zien dat samenwerkend leren effectief is, mits instructie wordt gegeven over hoe leerlingen moeten samenwerken en de leerkracht de leerlingen hierin begeleidt (zie bijv. Schroeder, Scott, Tolson, & Leer, 2007). Tot slot is talige interactie tussen leerlingen onderling en tussen de leerkracht en de leerlingen effectief. Als leerlingen in gesprek gaan over de inhoud, bevordert dit het denken erover. Daarvoor is het belangrijk dat de leerkracht de juiste interactievaardigheden toepast en de leerlingen ondersteunt in gesprekken (zie verder Furtak, Seidel, Iverson & Briggs, 2012; Lazonder & Harmsen, 2016; Savelsbergh et al., 2016; Schroeder, Scott, Tolson, Huang & Leer, 2007).

ICT

Het derde element is ICT. ICT kan het leerproces positief beïnvloeden. Dit gebeurt vooral wanneer de technologie het leren ondersteunt en de inhoud verheldert. Bijvoorbeeld door inzet van educatieve apps en simulaties. Leermateriaal kan hierin voorzien door suggesties voor online beeldmateriaal en de inzet van simulaties, dataverwerkingsprogramma's (bijv. grafieken maken) en digitale presentatiemiddelen te bieden (zie Osborne & Hennesy, 2003; Potvin & Hasni, 2014; Savelsbergh et al, 2016; Schroeder, Scott, Tolson, Huang & Leer, 2007; Vaessen et al., 2015).

Inzicht in en inspelen op verschillen

Het is belangrijk om rekening te houden met verschillen in niveau en werktempo. Het blijkt gunstig wanneer extra ondersteuning of uitdaging wordt geboden voor leerlingen die daar behoefte aan hebben. Daarnaast blijkt dat toetsen om het leren te stimuleren een grote impact heeft. Een leerkracht krijgt inzicht in wat leerlingen al weten en kunnen, waar ze moeite mee hebben en op welke punten remediëring en/of extra oefening nodig is. De inzet van diagnostische toetsen, peer- en selfassessment en feedback wordt benadrukt, evenals de actieve betrokkenheid bij het eigen maken van inhouden en vaardigheden (zie Harlen, 1999; Hodgson & Pyle, 2010; Schroeder, Scott, Tolson, Huang & Leer, 2007; Tweed, 2009).

Ondersteuning van de leerkracht

Het laatste element is ondersteuning van de leerkracht. Voldoende vakinhoudelijke kennis is voorwaardelijk voor het kunnen geven van W&T- onderwijs. Tegelijk blijkt dat leerkrachten niet altijd hierover beschikken en ze ook misconcepten hebben (zie bijv. Davis, Petish, &

Smithey, 2006). Daarom is het belangrijk dat leerkrachten worden gesteund in de ontwikkeling van hun vakinhoudelijke kennis. Leermateriaal kan aan deze behoefte tegemoet komen door achtergrondkennis te bieden over de vakinhouden en didactiek.

Opdrachtsuggestie 2: effectief W&T onderwijs

Laat studenten op basis van de literatuur analyseren aan welke kenmerken effectief W&T onderwijs dient te voldoen. Dit kan op verschillende manieren. Een eerste optie is om de studenten literatuur aan te reiken over effectief W&T onderwijs. De wetenschappelijke studies waarop het analysekader is gebaseerd, kunnen hiervoor worden gebruikt. Er kan eventueel gewerkt worden met expertgroepen. Bij deze werkwijze worden de studies verdeeld over groepen studenten en delen ze de kennis die ze hebben opgedaan. Wanneer de studenten niet zijn gewend om Engelstalig wetenschappelijk onderzoek te bestuderen, kunnen (ook) Nederlandstalige reviewstudies en of samenvattingen daarvan worden aangereikt (bijv. Tanis, Dobber, Zwart & Van Oers, 2014). Een andere optie is om studenten zelf te laten zoeken naar relevante literatuur. Dan kan ook de selectie van de literatuur met ze worden besproken. Welke zoektermen zijn gehanteerd en welke zoekmachines zijn gebruikt? En bespreek bijvoorbeeld ook het verschil tussen primair en secundair onderzoek en het verschil tussen een gewone review en een systematische review. Laat studenten vervolgens in expertgroepen de literatuur bestuderen en aan elkaar presenteren. Vergelijk vervolgens met de studenten de effectieve kenmerken die zijn gedestilleerd vanuit de literatuur en kom tot een overzicht ervan. Ga na in welke mate dit overzicht overeenkomt met de bovengenoemde effectieve kenmerken en kom tot een definitief besluit over de effectieve kenmerken die de basis zullen vormen voor het analysekader.

Criteria en specifieke kijkpunten

Op basis van de bovenbeschreven effectieve kenmerken heeft de expertgroep in het project criteria ontwikkeld waarmee nagegaan kan worden of er effectief aan W&T wordt gewerkt. Deze criteria zijn geoperationaliseerd in specifieke kijkpunten. Zowel de criteria als specifieke kijkpunten zijn geformuleerd als stelling en worden gescoord met een schaal die loopt van *helemaal mee oneens* tot *helemaal mee eens*. Om geen ruimte te laten om neutraal te antwoorden, is gekozen voor een 4-puntsschaal. Naast dat de beoordelaar per specifiek kijkpunt een keuze moet maken, is aan het analysekader een kolom toegevoegd waarin de

score toegelicht moet worden. Tabel 1 toont alle criteria en de bijbehorende specifieke kijkpunten.

Opdrachtsuggestie 3: kijkwijzer ontwikkelen

Geef de studenten in groepjes de opdracht om de effectieve kenmerken om te zetten naar criteria. Bekijk en vergelijk de opgestelde criteria en kom tot consensus over de criteria waaraan leermateriaal dient te voldoen. Laat de studenten vervolgens in groepjes specifieke kijkpunten ontwikkelen bij de opgestelde criteria. Vergelijk ook deze en bepaal welke specifieke kijkpunten worden gehanteerd. Laat de studenten de eigen criteria en specifieke kijkpunten vergelijken met de criteria en kijkpunten die in het onderzoek zijn gehanteerd. Vraag studenten tot slot te bepalen hoe de criteria en kijkpunten gescoord worden en discussieer over de voor- en nadelen van verschillende systematieken.

Tabel 1. Analyse kader W&T leermateriaal

<i>Criteria</i>	<i>Specifieke kijkpunten</i>
1. Het ontwerp- en onderzoeksproces wordt expliciet aangeboden.	1.1 de leerlingen leren onderzoeken en ontwerpen aan de hand van een stappenplan/cyclus voor ontwerpen en onderzoeken 1.2 de leerlingen leren bij het onderzoeken om vragen te stellen, onderzoek uit te voeren, waarnemingen te interpreteren en een relatie te leggen tussen onderzoek en kennis, en bevindingen te delen 1.3 de leerlingen leren bij het ontwerpen om systematisch problemen op te lossen, ontwerpkeuzes te maken met oog voor de gebruikers en context, en leren ze bevindingen te delen
2. De leerlingen worden ondersteund bij het onderzoeken en ontwerpen.	2.1 de leerlingen worden geïnstrueerd in de kennis en vaardigheden ten aanzien van onderzoeken en ontwerpen 2.2 het leermateriaal geeft aan hoe de leerlingen begeleid kunnen worden tijdens het ontwerpen en onderzoeken
3. Er is sprake van hands- en minds-on leren.	3.1 het leermateriaal biedt lessen/opdrachten waarin denken en handelen zijn geïntegreerd
4. De kennis, vaardigheden en houdingsaspecten worden in een betekenisvolle context aangeleerd.	4.1 het leermateriaal sluit aan bij de leef- en belevingswereld van de leerlingen 4.2 het leermateriaal biedt suggesties voor het betrekken van relevante bedrijven/instanties buiten de school (bedrijfsbezoeken, excursies, museumbezoek, schoolomgeving)
5. De didactiek van samenwerkend leren wordt toegepast.	5.1 de leerlingen worden geïnstrueerd in de samenwerkvaardigheden 5.2 het leermateriaal geeft aan hoe de leerlingen begeleid kunnen worden tijdens de samenwerking 5.3 het leermateriaal laat leerlingen reflecteren op de samenwerking

6. De leerlingen worden uitgedaagd om interactie/ dialoog te leren.	6.1 het leermateriaal biedt mondelinge taalactiviteiten 6.2 het leermateriaal biedt suggesties om de mondelinge taalproductie te bevorderen (bijv. denkvragen, vragen doorspelen, wachttijd bieden)
7. Het leermateriaal biedt mogelijkheden om te differentiëren.	7.1 het leermateriaal speelt in op verschillen in kennis en vaardigheden van de leerlingen (pre-teaching, extra ondersteuning, verdieping en verbreding)
8. Formatieve toetsing wordt toegepast om het leren van leerlingen te bevorderen.	8.1 het leermateriaal biedt leerlingen inzicht in de te behalen doelen 8.2 het leermateriaal biedt handreikingen voor het verzamelen en analyseren van de leeruitkomsten van leerlingen 8.3 het leermateriaal biedt handreikingen voor het benutten van de analyses van de leeruitkomsten van de leerlingen 8.4 het leermateriaal biedt leerlingen zicht op hun eigen leerontwikkeling
9. Het leren wordt ondersteund door technologie/media.	9.1 het leermateriaal ondersteunt het leren met behulp van de inzet van online beeldmateriaal 9.2 het leermateriaal ondersteunt het leren met behulp van de inzet van simulaties of programma's of apps voor virtuele experimenten, dataverwerking (bijv. om grafieken te maken), en digitale presentatietools
10. Het leermateriaal ondersteunt de leerkracht in het doeltreffend uitvoeren van het onderwijs.	10.1 het leermateriaal biedt leerkrachten achtergrondkennis over de vakinhouden 10.2 het leermateriaal biedt leerkrachten achtergrondkennis over de didactiek

Analyse van bestaand W&T-leermateriaal

Naast de ontwikkeling van het analysekader is in het project bestaand W&T leermateriaal geanalyseerd. Op basis van de gehanteerde definitie van W&T is ervoor gekozen methodes te analyseren die betrekking hebben op het leergebied Oriëntatie op Jezelf en de Wereld (OJW). Er is gekozen voor het analyseren van methodes, omdat ruim driekwart van de scholen aangeeft een methode voor OJW in te zetten (Inspectie van het Onderwijs, 2015). Methodes kwamen in aanmerking voor analyse wanneer ze alle en tegelijkertijd alleen de domeinen van het leergebied OJW beslaan. Voor de uiteindelijke selectie is gekeken naar welke methodes momenteel veel worden gebruikt in de onderwijspraktijk. Voor de vaststelling hiervan zijn praktijkexperts geraadpleegd, in totaal zes. Op basis van de reacties zijn de volgende onderwijsmethodes geselecteerd voor analyse: Blink vakgericht, Blink geïntegreerd, DaVinci, Faqta, Topondernemers, Argus Clou.

De zes geselecteerde methodes zijn door twee onderzoekers geanalyseerd. Alle criteria zijn gescoord op een 4-puntsschaal. Deze schaal is als volgt: *helemaal mee oneens/ mee oneens/ mee eens/ helemaal mee eens*. De onderzoekers hebben eerst onafhankelijk van elkaar het analysekader ingevuld. Vervolgens hebben ze de scores en toelichtingen erbij vergeleken. Over afwijkende scores en toelichtingen werd gediscussieerd, met als doel het bereiken van consensus. Indien consensus niet werd bereikt, was een derde onafhankelijke onderzoeker beschikbaar voor het komen tot een oordeel op basis van de toelichtingen en discussie. Op basis van de ingevulde analysekaders van beide onderzoekers en de uitkomsten van de dialoog hierover, is per methode een gezamenlijk analysekader ingevuld. Deze kaders zijn voorgelegd aan de derde onafhankelijke onderzoeker, die de rol van 'critical friend' heeft vervuld. Naar aanleiding van de schriftelijke feedback is een overleg gepland, waarin alle feedback is besproken en beschouwd door alle drie de onderzoekers. Op basis hiervan is gezamenlijk besloten welke aanpassingen nog nodig waren. De herziene ingevulde analysekaders zijn tot slot voorgelegd aan de eerder genoemde praktijkexperts. Ook zij hebben de rol van 'critical friend' vervuld.

Opdrachtsuggestie 4: analyseren van het materiaal

Laat studenten het W&T leermateriaal selecteren dat geanalyseerd gaat worden. Studenten zouden, net als in het project, OJW methodes kunnen analyseren, maar er kan ook ander leermateriaal gekozen worden, bijvoorbeeld leermateriaal waarmee op de stageschool wordt gewerkt. Nadat is bepaald welke materialen worden geanalyseerd, kan studenten gevraagd worden een procedure op te stellen voor het analyseren van het

materiaal. De kernvraag voor de studenten: op welke wijze kan gekomen worden tot een zo objectief mogelijk oordeel over het leermateriaal? Vergelijk de door de studenten voorgestelde procedure met de in het onderzoek gehanteerde procedure en bespreek mogelijke verschillen. Besluit over de definitieve inrichting van de procedure.

Enkele bevindingen

Om een algemeen beeld te krijgen van de kwaliteit van het leermateriaal, zijn analyses verricht. In het project zijn de gemiddelde scores van de zes onderzochte methodes op de verschillende criteria van het analysekader geanalyseerd en zijn de gemiddelde scores voor de specifieke kijkpunten bij ieder criterium berekend. Tot slot zijn de toelichtingen geanalyseerd om meer duiding te kunnen geven aan de scores. Tabel 1 presenteert de gemiddelde scores van de methodes op de verschillende criteria van het analysekader. Tabel 2 is een voorbeeld van de analyse van gemiddelde scores op de specifieke kijkpunten die horen bij het criterium 'Het ontwerp- en onderzoeksproces wordt expliciet aangeboden'. Voor de analyse van alle specifieke kijkpunten behorende bij de criteria, wordt verwezen naar <https://www.techyourfuture.nl/a-1545/kijkwijzer-analyseren-leermateriaal-wt-onderwijs>

Tabel 1.

Gemiddelde scores op de criteria

Criteria	M	SD
Het ontwerp- en onderzoeksproces wordt expliciet aangeboden	2,00	,37
De leerlingen worden ondersteund bij het onderzoeken en ontwerpen	1,67	,41
De didactiek van samenwerkend leren wordt toegepast	1,72	,44
De methode biedt mogelijkheden om te differentiëren	2,33	,82
De kennis, vaardigheden en houdingsaspecten worden in een betekenisvolle context aangeleerd	2,75	,52
Formatieve toetsing wordt toegepast om het leren van leerlingen te bevorderen	1,83	,49
Het leren wordt ondersteund door technologie/media	2,83	,26
De leerlingen worden uitgedaagd om in interactie/dialog te leren	2,33	,41

Er is sprake hands- en minds-on leren	2,17	,41
De methode ondersteunt de leerkracht in het doeltreffend uitvoeren van het onderwijs	1,92	,49

De resultaten laten zien dat de methodes over het algemeen weinig aandacht hebben voor het ondersteunen van de leerlingen bij het onderzoeken en ontwerpen en de didactiek van samenwerken in beperkte mate wordt toegepast. De methodes scoren het hoogst op de ondersteuning van het leren door de inzet van technologie/media en het aanbieden van de kennis, vaardigheden en houdingsaspecten in een betekenisvolle context. Bij de inzet van technologie en media gaat het om de inzet van online beeldmateriaal ter ondersteuning van het leren en de inzet van programma's, simulaties en apps voor bijvoorbeeld virtuele experimenten en digitale presentatietools. De grootste verschillen tussen de methodes zijn er op het gebied van de differentiatie.

Tabel 2.

Specifieke kijkpunten leren onderzoeken en ontwerpen

Specifieke kijkpunten	M	SD
De leerlingen leren onderzoeken en ontwerpen aan de hand van een stappenplan/cyclus voor ontwerpen en onderzoeken	2,00	,63
De leerlingen leren bij het onderzoeken om vragen te stellen, onderzoek uit te voeren, waarnemingen te interpreteren en een relatie te leggen tussen onderzoek en kennis, en bevindingen te delen	2,17	,41
De leerlingen leren bij het ontwerpen om systematisch problemen op te lossen, ontwerpkeuzes te maken met oog voor de gebruikers en context, en leren ze bevindingen te delen	1,83	,41

De resultaten laten zien dat onderzoeken en ontwerpen in de meeste methodes niet centraal staat. Doorgaans worden de stappen van een onderzoeks- en ontwerpproces niet expliciet en doelbewust aangeboden. Alle methodes bevatten wel opdrachten die de nieuwsgierigheid prikkelen en die aanspraak doen op het onderzoekend en ontwerpend vermogen van de

leerlingen. Daardoor komen elementen van onderzoeken en ontwerpen wel aan bod, maar worden ze niet in samenhang aangeleerd.

Opdrachtsuggestie 5: resultaten presenteren

Laat de studenten de resultaten van de analyses van het leermateriaal presenteren. Laat ze in gaan op de sterke en minder sterke kanten ervan. Vergelijk vervolgens de uitkomsten van de analyses en ga na op welke criteria W&T leermateriaal goed scoort en op welke criteria minder goed. Hiervoor kunnen de studenten gemiddelden en standaarddeviaties berekenen. Daarbij kunnen ze de toelichtingen die zijn gegeven vergelijken om beter zicht te krijgen op de sterke en verbeterpunten. Wanneer de methodes worden geanalyseerd die ook in het project zijn geanalyseerd, kunnen de scores en toelichtingen erop met elkaar worden vergeleken en kan er gediscussieerd worden over eventuele afwijkingen.

Tot slot: herontwerpen als onderdeel van professionalisering

De uitkomsten van de analyses bieden de basis voor het evidence-informed herontwerpen van W&T leermateriaal. Vervolgens is het natuurlijk zaak om deze (her)ontwerpen in de praktijk te beproeven en het ontwerp en de uitvoering gezamenlijk te analyseren en aan te passen. Dit herontwerpen en in de praktijk beproeven kan natuurlijk goed samengaan met het doelbewust oefenen van didactische vaardigheden en werkwijzen die in het verlengde liggen van de effectieve kenmerken die zijn benoemd in het kader. Er zou bijvoorbeeld specifiek geoefend kunnen worden met de inzet van vraagtechnieken, het ondersteunen van het onderzoeken en ontwerpen, en het inrichten en begeleiden van samenwerkend leren. Op deze wijze kan de integratie van theorie en praktijk systematisch en doelgericht bevorderd worden en ontwikkelen aanstaande leraren zowel vakinhoudelijke, pedagogisch-didactische alsook onderzoekscompetenties. Momenteel wordt dit aspect verder uitgewerkt en opgenomen in de ontwikkelde en op effectiviteit getoetste professionalisering. In een studie willen we nagaan of het evidence-informed leren analyseren van leermateriaal, het herontwerpen op basis ervan en dat in combinatie met professionalisering gericht op vakinhoud en didactiek effectief bijdraagt aan de ontwikkeling van vakinhoudelijke kennis, didactische vaardigheden, de attitude ten aanzien van W&T en de science-teaching self-efficacy. In het verlengde daarvan zullen we nagaan of dit leidt tot beter W&T onderwijs en effectief bijdraagt aan de ontwikkeling van kennis over de wereld, onderzoekende en ontwerpende vaardigheden en een nieuwsgierige probleemoplossende houding. De kennis

vanuit dit onderzoek kan bijdragen aan meer en beter evidence geïnformeerd onderwijs op zowel de pabo als in het basisonderwijs.

Literatuur

- Alfieri, L., Brooks, P. J., Aldrich, N. J., & Tenenbaum, H. R. (2011). Does discovery-based instruction enhance learning? *Journal of Educational Psychology*, 103(1), 1-18.
- Davis, E. A., Petish, D. & Smithey, J. (2006). Challenges new science teachers face. *Review of Educational Research*, 76(4), 607-651.
- Departement Onderwijs & Vorming (2015). *STEM-kader voor het Vlaamse Onderwijs*. Brussel: Departement Onderwijs & Vorming.
- Dillon, J. (2008). *A review of the research on practical work in school science*. http://www.score-education.org/media/3671/review_of_research.pdf.
- Furtak, E.M., Seidel, T., Iverson, H. & Briggs, D.C. (2012). Experimental and Quasi-Experimental Studies of Inquiry-Based Science Teaching: A Meta-Analysis. *Review of Educational Research*, 82(3), 300-329.
- Harlen, W. (1999). *Effective Teaching of Science*. Edinburgh, Scotland: Scottish Council for Research in Education.
- Hodgson, C. & Pyle, K. (2010). *A Literature Review of Assessment for Learning in Science*. National Foundation for Educational Research.
- Inspectie van het Onderwijs (2015). *Thema-onderzoek wereldoriëntatie. De stand van zaken in het onderwijs*. <https://www.onderwijsinspectie.nl/documenten/rapporten/2015/04/15/themaonderzoek-wereldorientatie-de-stand-van-zaken-in-het-basisonderwijs>.
- Kroek, M. (2015). *Preparing pre-service teachers for high-quality science teaching: the development and effectiveness of an evidence-based professional development program to enhance pre-service teachers' science teaching self-efficacy*. Twente: Universiteit Twente.
- Lazonder, A.W. & Harmsen, R. (2016). Meta-analysis of inquiry-based learning: effects of guidance. *Review of Educational Research*, 83(3), 681-718.
- Osborne, J., & Hennessy, S. (2003). *Literature review in science education and the role of ICT: promise, problems and future directions*. NESTA Futurelab Research report – report 6.
- Potvin, P., & Hasni, A. (2014). Interest, motivation and attitude towards science and technology at K-12 levels: A systematic review of 12 years of educational research. *Studies in Science Education*, 1-45.
- Rouweler, M., Van der Zee, S., Luyten, H., & Meelissen, M. (2018). Het effect van een evidence

- based leereenheid op de pabo. *Velon Tijdschrift voor Lerarenopleiders*, 1(39), 15-29.
- Savelsbergh, E. R., Prins, G. T., Rietbergen, C., Fechner, S., Vaessen, B. E., Draijer, J. M. & Bakker, A. (2016). Effects of Innovative Science and Mathematics Teaching on Student Attitudes and Achievement: A Meta-Analytic Study. *Educational Research Review*, 10.1016/j.edurev.2016.07.003
- Schroeder, C. M., Scott, T. P., Tolson, H., Huang, T., & Lee, Y. (2007). A meta-analysis of national research: Effects of teaching strategies on student achievement in science in the United States. *Journal of Research in Science Teaching*, 44, 1436-1460.
- Staver, J. R. (2007). *Teaching Science*. Geneva, Switzerland: Unesco, International Bureau of Education.
- Techniekpact (2013). Nationaal Techniekpact 2020. Gedownload op 9 december 2013, van <http://www.techniekpact.nl/>.
- Tweed, A. (2009). *Designing effective science instruction: what works in science classrooms*. Arlington, Virginia: NSTA-press.
- Vaessen, B., Prins, G., Savelsbergh, E., Rietbergen, C., Fechner, S., Draijer, J., & Bakker, A. (2015). *Effecten van vernieuwende onderwijsaanpakken op attitudes en leerprestaties in de bètavakken*. NRO-review studie. Utrecht: Universiteit Utrecht.
- Van Graft, M., Klein Tank, M., & Beker, T. (2014). *Wetenschap en technologie in het basis- en speciaal onderwijs*. Enschede: SLO.
- Verkenningcommissie wetenschap en technologie primair onderwijs. (2013). *Adviesrapport wetenschap en technologie primair onderwijs*. Den Haag: Platform Bèta Techniek.
- Van der Zee, S. (2017a). *Op weg naar de onderzoekende pabo: Wetenschap & Technologie verduurzamen op de pabo*. Deventer: TechYourFuture
- Van der Zee, S. (2017b). Doeltreffend W&T onderwijs op de pabo. *Velon Tijdschrift voor Lerarenopleiders*, 2(38), 31-44.
- Van der Zee, S., Benes, M., & M. Gijssels (2020). *Achtergrondinformatie methode-analyses*. Deventer: TechYourFuture.