

DE PRAKTIJK VAN ONDERZOEKEND LEREN IN HET VOORTGEZET ONDERWIJS

Bachelorthese

De verschillen tussen onderzoeksmethoden uit de literatuur en onderzoeksmethoden in lesmateriaal en het gebruik daarvan in de klas

Grietha de Jonge

Enschede, 2015

Universiteit Twente

Samenvatting

Onderzoekend leren is een methode om leerlingen wetenschappelijke kennis op te laten doen door middel van een actieve rol bij het uitvoeren van authentiek onderzoek. In de literatuur zijn onderzoeksmodellen opgesteld die dit proces beschrijven. Het blijkt echter dat leerlingen vaak moeite hebben met de stappen uit deze modellen. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat deze stappen niet overeenkomen met de onderzoeksmethoden in het daadwerkelijke lesmateriaal.

Om dit te onderzoeken is een documentenanalyse uitgevoerd waarbij een allesomvattend model, gebaseerd op de literatuur, is vergeleken met de onderzoeksmethoden in zes lesmethoden (n=6) voor de vakken biologie, natuurkunde en scheikunde. Daarnaast is door middel van korte semi-structureerde interviews met docenten aanvullende informatie verzameld om extra duidelijkheid te krijgen over in hoeverre de stappen die voorkomen in de lesmethoden daadwerkelijk gebruikt worden in de praktijk. Tot slot is aandacht besteedt aan de opvattingen van docenten over hun manier van lesgeven en het belang van zelfgestuurd onderzoek voor leerlingen.

Uit de documentenanalyse is gebleken dat diverse onderzoeksstappen uit het allesomvattende model niet volledig terugkomen in de lesmethoden, maar in een beperkte vorm. Ook zijn er stappen die niet of nauwelijks aanwezig zijn. Uit de docentinterviews bleek verder dat een beperkt deel van de experimenten in het lesmateriaal daadwerkelijk wordt uitgevoerd en dat er regelmatig stappen worden overgeslagen of aangepast. Daarnaast werden er ook experimenten door de docent zelf opgesteld. Uit de interviews bleek verder dat de opvattingen van de docenten over hun manier van lesgeven neigt naar docentgestuurd onderwijs in plaats van leerlinggestuurd onderwijs. Daarnaast deelden de docenten de opvatting dat het opdoen van kennis en vaardigheden in zelfgestuurd onderzoek belangrijk is voor leerlingen voor hun toekomst.

Het onderzoek geeft hiermee aanwijzingen dat de praktijk niet overeenkomt met de theorie. Het is echter maar een klein onderzoek, dat niet zomaar gegeneraliseerd kan worden. De resultaten geven echter wel aanleiding om dit verder te onderzoeken. Aanbevelingen voor verder onderzoek zijn te vinden in de discussie.

Inleiding¹

Het onderwijs is in de loop van de jaren geleidelijk veranderd waardoor ruimte is ontstaan voor andere manieren van leren en lesgeven. De laatste jaren is onder andere onderzoekend leren sterker in de belangstelling komen te staan. Onderzoekend leren wordt gezien als een effectieve manier om leerlingen kennis en vaardigheden op te laten doen door zelfgestuurd onderzoek op het gebied van wetenschappelijke vakken als scheikunde, natuurkunde en biologie (Saunders-Stewart, Gyles & Shore, 2012). Door zelf onderzoek te doen leren leerlingen kritisch na te denken over mogelijke verklaringen voor verschijnselen en oplossingen voor authentieke problemen (Saunders et al., 2012; Dewey, 1910, 1938). Onderzoekend leren is een voornamelijk leerlinggerichte manier van leren waarbij de leerling veel vrijheid en invloed heeft op het leerproces en de rol van de docent vooral ondersteunend is.

Onderzoekend leren loopt ideaal gezien volgens een aantal fasen of stappen, die een weergave zijn van een wetenschappelijk onderzoeksproces. Deze stappen zijn door verschillende onderzoekers beschreven in onderzoeksmodellen (Bell et al., 2010; Van Graft & Kemmers, 2007). Het blijkt echter dat leerlingen vaak problemen met deze stappen ervaren (De Jong, 2006; White, Shimoda, & Frederiksen, 1999). Een mogelijke verklaring is dat de stappen in deze modellen niet overeenstemmen met de onderzoeksmethoden in de lesmethoden die de leerlingen gebruiken (Chinn & Malhotra, 2002). Het voornaamste doel van deze Bachelorthese is om deze eventuele discrepantie te onderzoeken. Daarnaast is ook gekeken naar het geïmplementeerde curriculum (Marsh & Willis, 2007). De lesmethoden bieden een bepaalde manier aan waarop de leerlingen kunnen leren. Dit betekent echter niet dat het in de praktijk ook precies zo uitgevoerd wordt. De school, de docent of de leerlingen zelf kunnen een eigen invulling geven aan hoe ze gebruik maken van het aangeboden materiaal. Het tweede doel van deze Bachelorthese is om de rol van de docent bij het uitvoeren van onderzoek in de les te analyseren. Specifiek gaat het hierbij om de mate waarin de docent gebruik maakt van de aangeboden onderzoeksmethoden in de lesmethoden en in hoeverre hij/zij deze eventueel aanvult of (delen ervan) vervangt.

Om dit te onderzoeken is de volgende onderzoeksvraag opgesteld: *“In hoeverre stemmen de onderzoeksmethoden uit de literatuur overeen met de onderzoeksmethoden in lesmateriaal en in welke mate volgen docenten deze onderzoeksmethoden?”* Deze vraag is relevant omdat de eventuele discrepantie tussen de onderzoeksstappen uit de literatuur en de onderzoeksstappen in lesmethoden gevonden is in Amerikaanse lesmethoden (Chinn & Malhotra, 2002). Het is dus interessant om te onderzoeken of dit verschijnsel zich ook voordoet in Nederlandse lesmethoden. Daarnaast is het belangrijk om te kijken welke rol de docent aanneemt bij het uitvoeren van onderzoek, omdat hij/zij een centrale rol heeft in lesgeven (Wolf & Fraser, 2008).

Theoretisch kader

Onderzoekend leren

Onderzoekend leren is gebaseerd op het idee dat leren meer is dan het memoriseren van informatie, maar juist gaat over het begrijpen en kunnen toepassen van wetenschappelijke concepten en methoden (Bell et al., 2010). Dit idee werd begin twintigste eeuw al verkondigd door John Dewey (1910, 1933, 1938) en is in de loop van de jaren steeds verder uitgewerkt. Daarnaast deelt onderzoekend leren een inductieve benadering bij het uitvoeren van onderzoek met het constructivisme (Piaget, 1961; Bruner, 1961). Het idee is dus om van iets specifiek naar iets algemeen toe te werken in plaats van andersom.

Onderzoekend leren zorgt er verder voor dat leerlingen kennis opdoen over wetenschap op drie gebieden (Bell et al., 2010). Ze leren over de aard van de wetenschap (*nature of science*), het inhoudelijke vakgebied van de wetenschap (domeinkennis), en leren hoe een goed onderzoek uit kunnen voeren (onderzoeksvaardigheden). Op basis van een literatuurstudie (De Jonge, 2014) is gekomen tot de volgende definitie van onderzoekend leren:

¹ Met dank aan A.W. Lazonder en N. Janssen voor hun begeleiding.
Het complete onderzoek, inclusief alle bijlagen, is op te vragen bij de auteur.

[Onderzoekend leren] is gericht op de actieve deelname van leerlingen, welke door middel van het stellen van vragen over authentieke problemen hypotheses opstellen. Deze hypotheses worden vervolgens onderzocht op basis van empirische data door het daadwerkelijk uitvoeren van een onderzoek. De resultaten die hieruit volgen moeten door leerlingen worden geanalyseerd en geïnterpreteerd om hun bestaande kennisbasis aan te vullen en/of aan te passen. Deze kennis betreft niet alleen specifieke domeinkennis, maar ook onderzoeksvaardigheden en kennis over de aard van de wetenschap. (p. 11)

Onderzoeksmodellen

Er zijn verschillende manieren waarop onderzoekend leren kan worden toegepast in de praktijk en daardoor ook veel verschillende modellen met verschillende toepassingen (Bell et al., 2010). Deze modellen zijn grofweg te karakteriseren als generiek of specifiek. Generieke modellen geven veel vrijheid en weinig structuur. Dit soort modellen zien het onderzoeksproces als onvoorspelbaar en legt de nadruk op de eigen kennis opbouw van leerlingen. Het is echter gebleken dat deze vrijheid niet altijd gewenst is en dat meer sturing in het onderzoeksproces tot betere resultaten leidt (Furtak, Seidel, Iverson & Briggs, 2012). Dit idee komt terug in de specifieke modellen, die ten opzichte van de generieke modellen meer sturing bieden. Deze modellen reiken vaak een aantal stappen of fasen aan om de leerlingen te begeleiden in het onderzoeksproces (Bell et al., 2010). Op deze manier hoeven leerlingen niet alles zelf te verzinnen, maar hebben ze alvast een voorbeeld van de opbouw en te nemen stappen in een onderzoek. Zo kunnen ze hun tijd en energie besteden aan de inhoud van het onderzoek en wordt tegelijkertijd de kwaliteit van het onderzoek ondersteund, doordat ze de beschikking hebben over een wetenschappelijke methode van onderzoek uitvoeren en op dat deel in ieder geval minder kans hebben een fout te maken. In de literatuurstudie van De Jonge (2014) zijn zes van deze modellen besproken en geïntegreerd in een allesomvattend model dat de volgende stappen bevat:

- Oriënteren en vragen stellen
- Hypothese opstellen,
- Experiment voorbereiden
- Experiment uitvoeren
- Analyseren/interpreteren resultaten
- Modelleren/concluderen
- Evalueren/reflecteren
- Communiceren

Problemen met stappen onderzoeksmodel

Ondanks de sturing die de onderzoeksmodellen proberen te bieden, blijkt dat leerlingen veel moeite hebben met de stappen die in de modellen aan bod komen (De Jong, 2006; White et al., 1999). Het blijkt eigenlijk dat leerlingen niet in staat te zijn om op een correcte en effectieve manier de onderzoekstappen uit te voeren (Krajcik et al., 1998). Een terugkerend probleem is bijvoorbeeld confirmation bias (e.g. Zimmerman, 2007; Schauble, 1990; Dunbar, 1993), dat bij meerdere stappen voor problemen zorgt. Daarnaast lijkt een tekort aan domeinkennis (Rens, Pilot & Van der Schee, 2010; Zangori & Forbes, 2014) meer dan eens voor problemen te zorgen en hebben leerlingen niet altijd goed door wat het doel is dat ze willen bereiken (Zimmerman, 2007; Schauble, Klopfer & Raghavan, 1991). Zo kunnen ze geen onderscheid maken tussen het verklaren en het produceren van een gewenst effect en gebruiken ze bijvoorbeeld een ingenieursaanpak om iets te maken in plaats van een wetenschappelijke aanpak om iets te verklaren. Verder hebben ze ook moeite met het correct toepassen en manipuleren van variabelen (De Jong & Van Joolingen, 1998) en afwijkende data op een correcte manier te verwerken (Chinn & Brewer, 1993). Tot slot lijken ook niet-causale verbanden leerlingen in verwarring te brengen (Tschirgi, 1980; Kanari & Millar, 2004). Kortom er zijn nogal wat punten waarop leerlingen de fout in lijken te gaan bij het uitvoeren van een onderzoek.

Rol docent

De rol van de docent wordt in de literatuur genoemd als een belangrijke factor in het sturen en ondersteunen van de leerlingen (Rens et al., 2010; Wolf & Fraser, 2008). Het blijkt echter dat het lesgeven zelf en de onderzoeksmethoden in de gebruikte leerboeken op scholen eigenlijk niet aansluit

bij de daadwerkelijk kenmerken van een volledig wetenschappelijk onderzoek (Hodson, 1996; Yerrick et al., 1997), wat het eigenlijke doel is bij onderzoekend leren. Voornaamste punt is hier dat er vooral simpele onderzoeken worden uitgevoerd waarbij de leerlingen eigenlijk maar weinig eigen inbreng kunnen en hoeven te hebben, wat kan leiden tot een belemmering van de ontwikkeling van kennis en vaardigheden (Chinn & Malthora, 2002). Hierbij kan de docent echter van groot belang zijn. Hij/zij kan er namelijk voor kiezen om zich aan de onderzoeksmethoden van het lesmateriaal te houden, maar kan ook toevoegingen of aanpassingen maken om de leerlingen wél die dingen te laten leren die belangrijk zijn in het uitvoeren van correct en compleet authentiek onderzoek. Dit kunnen aanvullingen zijn op de methode, zoals het toevoegen van een onderzoeksstap. Maar het kunnen ook uitbreidingen zijn, zoals de leerlingen oefeningen bieden om te leren zelf een goede onderzoeksvraag en hypothese op te stellen in plaats van de aangereikte vragen en hypothesen te gebruiken. Indien de onderzoeksmethode in het lesmateriaal sterk afwijkt van een correct, authentiek onderzoek, kan de docent er ook voor kiezen om de hele methode te vervangen door een eigen methode. Iets om echter rekening mee te houden bij het volgen of aanpassen van de onderzoeksmethoden, is dat de docenten zelf ook nog wel eens moeite hebben met de verschillende stappen van het onderzoeksproces (Schwarz & Gwekwerere, 2006; Rens et al., 2010). Dit kan een reden zijn waarom ze bijvoorbeeld de aangeboden onderzoeksmethode uit het lesmateriaal aanhouden, maar kan er misschien ook voor zorgen dat ze in hun aanpassingen verkeerde keuzes maken betreffende wat een correct en compleet authentiek onderzoek zou moeten bevatten. Daarnaast blijkt dat niet alleen de kennis en vaardigheden van de docenten van invloed kunnen zijn op hun toepassing van onderzoek in de lespraktijk, maar ook hun opvattingen over wetenschappelijk onderzoek en het belang daarvan voor hun leerlingen (Crawford, 2007; Schwarz & Gwekwerere, 2006). Een factor die hierin na voren kwam was bijvoorbeeld dat de docenten in Nederland hun manier van lesgeven vaak als docentgestuurd beschouwen in plaats van leerlinggestuurd (Engeln, Euler & Maass, 2013). Dit past niet zo goed bij onderzoekend leren en zelfgestuurd onderzoek, wat juist leerlinggestuurd is.

Methode

Ontwerp

Er is een combinatie van kwantitatief en kwalitatief onderzoek uitgevoerd. Ten eerste is via het gebruik van bestaande lesmethoden een documentenanalyse uitgevoerd. In deze analyse zijn zes verschillende lesmethoden voor de vakken biologie, natuurkunde en scheikunde in de bovenbouw van het VWO vergeleken met het allesomvattende onderzoeksmodel van De Jonge (2014). Om meer informatie te krijgen over de context, zoals het gebruik van de lesmethoden in de praktijk, zijn er interviews gehouden met negen docenten.

Respondenten

Er zijn interviews gehouden met twee docenten natuurkunde, drie docenten scheikunde en vier docenten biologie. Hierbij waren drie vrouwen en zes mannen. Twee van de docenten hebben 0-10 jaar ervaring in het onderwijs, waarvan 8 jaar het minimum was. Vier docenten hebben 10-20 jaar ervaring, één docent 20-30 jaar en twee docenten 30-40 jaar. De overige drie docenten hebben meer dan 20 jaar ervaring in het onderwijs. Alle docenten geven les in de bovenbouw van het VWO. Er is gekozen voor docenten uit de bovenbouw omdat de leerlingen dan vaak al enige kennis en ervaringen hebben met het uitvoeren van onderzoek en redelijk zelfstandig kunnen werken. Er is daarbij gekozen voor het niveau VWO, omdat dit opleidingsniveau direct aansluit op het wetenschappelijk onderwijs van universiteiten en het uitvoeren van onderzoek hier dan ook verder is ontwikkeld en meer aandacht krijgt dan op lagere niveaus.

Instrumenten

Documentenanalyse

De materialen die voor de documentenanalyse zijn gebruikt, zijn zes lesmethoden voor de bovenbouw VWO voor de vakken natuurkunde, scheikunde en biologie. Deze zes methoden zijn gekozen, omdat ze van twee grote uitgeverij in Nederland komen en daarmee veel gebruikte methoden op de scholen zijn. Een overzicht van de methoden is te zien in Tabel 1.

Tabel 1.
Lesmethoden

| | Malmberg | Noordhoff |
|-------------|-------------------|--------------------|
| Natuurkunde | Nova | Overal Natuurkunde |
| Scheikunde | Nova | Chemie |
| Biologie | Biologie voor jou | Nectar |

Deze lesmethoden zijn gebruikt om het allesomvattende onderzoeksmodel te vergelijken met de onderzoeksmethoden die in de lesmethoden worden aangereikt. Het onderzoeksmodel bevat de volgende stappen:

- Oriënteren en vragen stellen
- Hypothese opstellen
- Experiment voorbereiden
- Experiment uitvoeren
- Analyseren/interpreteren resultaten
- Modelleren/ concluderen
- Evalueren/ reflecteren
- Communiceren

Dit model bevat een standaard opeenvolgingen van stappen, maar deze liggen niet definitief vast. Terugkeren naar al uitgevoerde stappen om een onderdeel van het onderzoek aan te passen of een stap te herhalen zijn bijvoorbeeld vrij uitvoerbaar. De documentenanalyse is uitgevoerd door middel van een rubric waarin de onderzoeksstappen met hun belangrijkste kenmerken zijn weergegeven. Om de aanwezigheid van de stappen in de lesmethoden vast te stellen is gekeken naar alle practica en/of experimenten die worden aangeboden. Per stap is daarbij de mate van aanwezigheid geclassificeerd als: Helemaal aanwezig, Grotendeels aanwezig, Grotendeels niet aanwezig en Helemaal niet aanwezig. Daarbij is niet alleen gekeken naar de aanwezigheid van de stappen op zich, maar ook naar de input die de leerlingen hierbij moeten geven. Zo wordt rekening gehouden met het idee van onderzoekend leren dat de leerlingen zelfgestuurd onderzoek kunnen uitvoeren en dus niet alleen maar voorgeschreven handelingen uitvoeren. Een voorbeeld van de stap ‘analyseren/interpreteren’, is te zien in Tabel 2.

Tabel 2.
Voorbeeld stap rubric

| Aanwezigheid in percentages ⇨ Stap ↓ | Helemaal aanwezig | Grotendeels aanwezig | Grotendeels niet aanwezig | Helemaal niet aanwezig |
|---|---|--|--|--|
| <u>Analyseren/interpreteren resultaten</u> → Resultaten van het experiment verwerken in grafieken, tabellen en/tekeningen en betekenis geven aan de resultaten. | De leerling verwerkt de resultaten van het experiment zelf, waarbij indien van toepassing, tabellen, grafieken en/of tekeningen worden opgesteld. | De leerling verwerkt de resultaten gezamenlijk met de docent en medeleerlingen. OF Het lesboek reikt te nemen stappen aan voor het verwerken van de resultaten. | De docent of het lesboek levert alle verwerking van de resultaten. | Er vindt geen verwerking van de resultaten plaats. |

Om een idee te geven van de manier waarop de rubric is toegepast tijdens het coderen zal een voorbeeld gegeven worden van experimenten uit Nova Natuurkunde. Deze experimenten hebben bijna altijd een onderdeel ‘verwerking’, waar de resultaten van een experiment geanalyseerd en/of geïnterpreteerd worden. Hierbij worden regelmatig opdrachten gegeven aan leerlingen om bepaalde stappen uit te voeren, zoals het opstellen/invullen van een tabel of het toelichten van een verschijnsel. Er wordt hier meestal veel aandacht besteedt aan de verwerking van de resultaten, maar op welke

manier dit gedaan moet worden en welke verschijnselen in het experiment belangrijk zijn worden grotendeels aangereikt door de lesmethode. Dit betekent dat de input van de leerlingen kleiner wordt en de stap ‘analyseren/interpreteren’ gecodeerd wordt als ‘Grotendeels aanwezig

Interviewschema

Ter aanvulling op de documentenanalyse zijn korte semi-gestructureerde, face-to-face interviews (Baarda, De Goede & Teunissen, 2009) met docenten gehouden. Er zijn een beperkt aantal specifieke vragen gesteld om zowel te proberen de gewenste informatie te verkrijgen als de drempel tot deelname voor de docenten zo laag mogelijk te houden. Er zijn 20 hoofdvragen gesteld, waarbij 15 mogelijk doorvragen waren. Deze doorvragen waren vooral verklarende vragen. Als een docent bijvoorbeeld aangaf dat hij/zij de stap ‘Hypothese opstellen’ vaak aanpaste, dan werd hierop doorgevraagd waarom dat gedaan werd.

De vragen waren gericht en specifiek, zodat deze kwantitatief gecodeerd konden worden. Het belangrijkste deel van de coderingen vond hierdoor al in de vraag zelf plaats. Een vraag zag er bijvoorbeeld als volgt uit: *‘Hoe vaak worden stappen in het onderzoeksproces overgeslagen?’* Deze vraag vraagt om een kwantitatief antwoord als; heel vaak of bijna nooit en geeft daarmee eigenlijk meteen de codering van de vraag

De vragen gingen in op de achtergrond en het vakgebied van de docent, het uitvoeren van onderzoek in de les en de gebruikte lesmethode. Dit is verwerkt in de twee topics waar een aantal vragen over zijn opgesteld:

- Achtergrondkenmerken
- Uitvoeren onderzoek en gebruik lesmethode

De topic ‘achtergrondkenmerken’ richtte zich op het in kaart brengen van de kenmerken van de docent, zoals het vakgebied waarin hij/zij lesgeeft en het aantal jaren ervaring in het onderwijs. Daarnaast zijn vragen gesteld over de kennis en vaardigheden van de docenten op het gebied van het uitvoeren van wetenschappelijk onderzoek. Bijvoorbeeld: *‘Is er tijdens uw opleiding of nascholing aandacht besteedt aan het uitvoeren van zelfgestuurd onderzoek door leerlingen en de rol als docent daarin? En: ‘Heeft u het gevoel dat u voldoende kennis en vaardigheden hebt om leerlingen goed les te kunnen geven in wetenschappelijk onderzoek?’* Daarnaast zijn vragen gesteld over de opvattingen van de docenten over hun manier van lesgeven en het belang van het leren uitvoeren van zelfgestuurd onderzoek door leerlingen. Hier zijn vragen gesteld als: *‘Ziet u uw rol als docent in de bovenbouw VWO hoofdzakelijk als het overbrengen van kennis op leerlingen of meer als het begeleiden van leerlingen in het zelfstandig opbouwen van kennis?’*. En: *‘Vindt u dat het zelfstandig kunnen uitvoeren van een onderzoek door leerlingen belangrijk is voor hun ontwikkeling en toekomst?’*

Bij de topic ‘Uitvoeren onderzoek en gebruik lesmethode’ is vervolgens gevraagd welke lesmethode de docent gebruikt en is dieper ingegaan op het uitvoeren van onderzoek in de lessen. Hierbij is bijvoorbeeld gekeken in welke mate de docent gebruik maakt van de lesmethode bij het uitvoeren van onderzoek en welke veranderingen of toevoegingen hij/zij hier eventueel aan doet. Hier werden dus voornamelijk vragen gesteld of er stappen werden toegevoegd, vervangen of aangepast en hoe vaak dit gebeurde. Daarnaast zijn vragen gesteld over de lesmethode die gebruikt werd. Dit waren vragen als: *‘Vindt u dat de lesmethode voldoende informatie en ondersteuning biedt aan leerlingen om een goed zelfgestuurd onderzoek uit te kunnen voeren volgens een wetenschappelijke manier van werken?’*, *‘Hoeveel procent van deze lesmethode bestaat ongeveer uit experimenten/practica?’* en *‘Geven deze experimenten/practica veel sturing aan de leerling of moeten de leerlingen veel stappen zelf uitvoeren?’*

Procedure

De documentenanalyse is uitgevoerd door de onderzoeksstappen uit de lesmethoden te bekijken en deze te coderen aan de hand van de rubric. Hierbij is een tweede beoordelaar gevraagd om de vergelijkingen voor één lesmethode ook uit te voeren. Voorafgaand aan het coderen met de tweede beoordelaar zijn proefcoderingen uitgevoerd om de rubric te testen en indien nodig aan te passen. Op basis hiervan zijn onderdelen aan de rubric toegevoegd en aangepast. Voordat is overgegaan op het

daadwerkelijke coderen heeft de tweede beoordelaar toelichting gekregen over het onderzoek en daarna de rubric ontvangen en instructie gekregen over het gebruik daarvan. Na het coderen is de interbeoordelaars overeenstemming berekend, welke 0.92 (Cohen's Kappa) bedroeg. Tot slot zijn per lesmethode de overeenkomsten en verschillen met het allesomvattende model weergegeven.

Ter inleiding op de interviews is er op gewezen dat de interviews vertrouwelijk zijn en dat de data anoniem verwerkt zou worden, zodat de docenten zich niet eventueel bezwaard voelden om de vragen eerlijk en compleet te beantwoorden. Vervolgens is kort toegelicht waar het onderzoek over ging. Daarnaast is een uitgebreidere toelichting gegeven over wat de bedoeling precies was van het interview en waar geprobeerd werd informatie over te verkrijgen. Gezien de roosters waarin docenten vaak werken met lesuren van 50 minuten zijn de interviews zo opgesteld dat ze binnen deze tijd konden plaatsvinden. De gemiddelde duur van de interviews was 30 minuten. De antwoorden zijn verzameld door het ter plekke noteren van de antwoorden. Ter back-up zijn de gesprekken ook opgenomen.

Analyse

De resultaten van de documentenanalyse zijn verwerkt in een tabel, de mate van aanwezigheid van de stappen over alle lesmethoden in percentages zijn weergegeven. Deze percentages zijn vervolgens verder toegelicht op basis van de beschrijvingen van de stappen uit rubric en hoe de stappen in lesmethoden in naar voren kwamen. Hierbij is per stap toelichting gegeven op de percentages uit de tabel. Zo is er naast de weergave van de cijfermatige aanwezigheid van de stappen in de lesmethoden ook aandacht besteedt aan hoe dit er in de lesmethoden zelf precies uitzag.

De interviews zijn per topic verwerkt, waarbij eerst is gekeken naar de vragen over het uitvoeren van onderzoek en het gebruik van de lesmethode. Op basis hiervan is gekeken naar de verschillen en overeenkomsten tussen de antwoorden van de docenten. Daarbij is verder gekeken of er ook een lijn in de antwoorden van de docenten te herkennen was of dat er veel grote verschillen waren. Vervolgens zijn de opvattingen van de docenten over het belang van zelfgestuurd onderzoek voor leerlingen en hun manier van lesgeven bekeken. Deze antwoorden zijn vergeleken met de antwoorden over het gebruik van de lesmethoden. Op basis hiervan is dieper ingegaan op mogelijke verklaringen voor de antwoorden van de docenten betreffende de toepassing van onderzoek in hun lespraktijk.

Resultaten

Documentenanalyse

De onderzochte lesmethoden bevatten samen 251 experimenten met een gemiddelde van zeven experimenten per hoofdstuk met standaarddeviatie 0.82. In Tabel 3 is een overzicht te zien van het aantal experimenten per lesmethode. De meeste lesmethoden hebben ongeveer een zelfde verhouding betreft het aantal experimenten per hoofdstuk. De lesmethode 'Nectar' wijkt hier echter van af. Deze methode heeft een redelijk groot aantal hoofdstukken ten opzichte van bijvoorbeeld 'Biologie voor jou', maar minder experimenten. Waar de methode 'Nectar' vaak werkt met twee uitgebreide eindopdrachten per hoofdstuk, werkt 'Biologie voor jou' met een groot aantal kleinere experimenten/practica per hoofdstuk. Daarnaast heeft 'Biologie voor jou' een uitgebreide eindopdracht aan het einde van het boek waar de onderzoeksstappen in veel groter mate aanwezig zijn dan bijna de kleinere experimenten/practica in de hoofdstukken. Deze twee biologiemethoden gebruiken dus verschillende uitvoeringen voor de toepassing van onderzoek in hun methode.

Soortgelijke verschillen zijn tussen de overige lesmethoden ook te herkennen, maar niet zo duidelijk als tussen deze twee methoden. De overige lesmethoden, behalve 'Overal natuurkunde'werken allemaal met meerdere kleinere experimenten per hoofdstuk en daarnaast één of twee uitgebreidere experimenten. De kleinere experimenten zijn vaak korte proeven waar weinig voorbereiding voor nodig is en die in korte tijd kan worden uitgevoerd. Meestal zijn deze proeven gericht op het onderbouwen van één specifiek behandeld onderwerp of een deel van een groter onderwerp, in het hoofdstuk waar het experiment bij hoort. De uitgebreidere experimenten hebben meer voorbereiding nodig en nemen meer tijd in beslag dan de kleine experimenten. Deze experimenten richtten zich vaak ook op één compleet of meerdere hoofdstukken waarbij één groot of meerdere onderwerpen aan bod

komen. In deze uitgebreidere experimenten komen de onderzoeksstappen in grotere mate naar voren dan bij de kleinere experimenten. Alle experimenten zijn meegenomen in de analyses.

Uit de documentenanalyse is gebleken dat de aanwezigheid van de stappen in de lesmethoden sterk varieert. De gemiddelde mate van aanwezigheid van de onderzoeksstappen over alle lesmethoden zijn zijn in percentages te zien in Tabel 4. Er is één stap die eigenlijk altijd geheel aanwezig is bij het uitvoeren van onderzoek in de lesmethoden, namelijk ‘experiment uitvoeren’. De stap ‘resultaten analyseren/interpreteren’ scoort als enige een hoog percentage op grotendeels aanwezigheid. De stappen ‘oriënteren’, ‘experiment voorbereiden’ en ‘modelleren/concluderen’ zijn alle drie voor het grootste deel niet aanwezig. De stappen ‘hypothese opstellen’, ‘evalueren/reflecteren’ en ‘communiceren’ zijn tot slot veelal helemaal niet aanwezig. Om dieper in te gaan op de context bij deze aanwezigheden in de lesmethoden zal per stap verder toelichting worden gegeven.

Tabel. 3

Aantal experimenten in lesmethoden

| Aantal experimenten ⇒ Lesmethode ↓ | Totaal | Gemiddeld per hoofdstuk | SD | <i>Aantal hoofdstukken</i> |
|---|--------|-------------------------|------|----------------------------|
| Biologie voor jou | 28 | 8 | 1.32 | 4 |
| Nectar | 18 | 2 | 0.5 | 8 |
| Nova Natuurkunde | 51 | 9 | 1.22 | 6 |
| Overall Natuurkunde | 40 | 8 | 1.10 | 5 |
| Nova Scheikunde | 36 | 7 | 0.45 | 5 |
| Chemie | 60 | 8 | 0.71 | 8 |

Tabel 4.

Aanwezigheid van de stappen over alle lesmethoden

| Aanwezigheid in percentages ⇒ Stap ↓ | Helemaal aanwezig | | Grotendeels aanwezig | | Grotendeels niet aanwezig | | Helemaal niet aanwezig | |
|---|-------------------|------|----------------------|------|---------------------------|------|------------------------|------|
| | | SD | | SD | | SD | | SD |
| Oriënteren | 0.4 | 0.34 | 4.7 | 4.10 | 94.0 | 4.22 | 0.90 | 1.0 |
| Hypothese opstellen | 1.7 | 1.24 | 14.6 | 0.47 | 10.3 | 2.33 | 73.4 | 2.67 |
| Experiment voorbereiden | 6.9 | 0.80 | 14.2 | 1.78 | 74.2 | 2.27 | 4.7 | 1.15 |
| Experiment uitvoeren | 95.3 | 1.06 | 0.4 | 0.26 | 3.9 | 1.18 | 0.4 | 0.45 |
| Resultaten analyseren/interpreteren | 26.6 | 1.42 | 72.1 | 1.40 | 0.4 | 0.45 | 0.9 | 0.59 |
| Modelleren/concluderen | 0.0 | 0.0 | 6.4 | 1.71 | 78.1 | 2.54 | 15.5 | 1.88 |
| Evalueren/reflecteren | 2.1 | 0.13 | 6.4 | 1.93 | 2.6 | 1.18 | 88.8 | 2.26 |
| Communiceren | 26.2 | 2.46 | 4.3 | 0.72 | 0.4 | 0.26 | 69.1 | 2.58 |

Oriënteren

De stap ‘oriënteren’ was vaak grotendeels afwezig in de lesmethoden. De enige oriëntering die plaatsvond was vaak de vooraf behandelde stof in een hoofdstuk of paragraaf. Er werd hiernaast niet door de leerlingen naar extra informatie gezocht over een onderwerp om zelf meer inzicht hierin te verkrijgen. De onderzoeksvragen werden daarnaast bijna altijd aangeleverd door de lesmethode. Dit was in 80 tot 100 procent het geval. De methode Overall Natuurkunde was de enige methode die extra aandacht aan het oriënteren besteedde door middel van oriënterende vragen die de leerlingen moeten beantwoorden.

Hypothese opstellen

Het opstellen van een hypothese was in veel van de experimenten in de lesmethoden vaak niet aanwezig. Er was echter wel een verschil tussen de lesmethoden in de aanwezigheid van het opstellen van een hypothese. De methoden Nova Natuurkunde en Nova Scheikunde vroegen ongeveer 29 procent van de tijd om een hypothese. Overal Natuurkunde werkte standaard met voorspellingen om op te stellen bij alle experimenten, ook al werden deze vaak door de methode zelf aangeleverd doordat de voorspelling al grotendeels uit de gegeven informatie af te leiden was. In 17.4 procent van de experimenten was er sprake van een grotere input vanuit de leerlingen zelf.

Bij de methoden die niet tot bijna nooit om een hypothese vroegen kwam bij de methode Chemie in 95 procent van de gevallen het opstellen van een hypothese niet voor. Bij Biologie voor jou was dit in 85.7 procent van de gevallen en voor Nectar 78.3 procent.

Experiment voorbereiden en uitvoeren

De stap 'experiment voorbereiden' kwam grotendeels wel voor in de lesmethoden, maar niet alle onderdelen van de stap waren altijd (compleet) aanwezig. Veel lesmethoden staan bijvoorbeeld wel stil bij de benodigde materialen en de opzet van het experiment, maar leveren deze allemaal kant-en-klaar aan voor de leerlingen. Daarnaast werd er bijna nooit rekening gehouden met de validiteit van het onderzoek. De stap is dus wel vaak aanwezig in de lesmethoden, maar op een manier dat de leerlingen zelf weinig input hoeven te leveren en er dus ook niet echt over na hoeven te denken. In de methoden; Biologie voor jou, Nectar, Nova Scheikunde en Nova Natuurkunde, was in 80 á 90 procent van de gevallen sprake van het aanleveren van materialen en eventueel de opzet van de experimenten. Bij Overal Natuurkunde was dit voor 100 procent aanwezig en bij Chemie was dit voor 51.7 procent het geval. In 17.7 procent van de gevallen was het voorbereiden van het experiment namelijk helemaal niet aanwezig.

De stap 'experiment uitvoeren' was bijna altijd helemaal aanwezig. De hoge score op deze stap betekent dat de leerlingen bijna altijd het experiment zelf uitvoeren en bijvoorbeeld niet is samenwerking met de docent of door de docent alleen.

Resultaten analyseren/interpreteren

De stap 'analyseren en interpreteren' scoort bij alle methoden bijna altijd op 'helemaal aanwezig' en 'grotendeels aanwezig'. De te nemen stappen voor het analyseren werden echter vaak door het boek aangereikt. Bijvoorbeeld welke waarden in de grafieken moesten worden verwerkt of welke formules gebruikt moesten worden. De methode 'Biologie voor jou' is hierop de uitzondering en scoorde als enige methode hoger op 'helemaal aanwezig' dan op 'grotendeels aanwezig'. Dit komt doordat veel van de experimenten microscoopproeven waren waar de leerlingen moesten tekenen wat ze zagen. De verwerking van het experiment hangt dus geheel af van wat de leerlingen zien en tekenen en niet van voorgeschreven regels of formules. De methode scoorde dan ook in 71.4 procent van de experimenten de volle score van 'helemaal aanwezig'. Voor de overige methoden was dit vaak maar in 20 tot 30 procent van de experimenten het geval.

Het punt van interpreteren was daarentegen een stuk minder aanwezig. Soms werd dit onderdeel door de lesmethoden geleverd, door middel van extra uitleg bij het experiment en soms moest de leerling hier zelf meer mee bezig. Voor het grootste deel was dit onderdeel echter niet tot weinig aanwezig.

Modelleren/concluderen

De stap 'modelleren en concluderen' was vaak grotendeels afwezig. Met name het modelleren kwam niet tot nauwelijks ter sprake. In enkele onderzoeken moesten de leerlingen echt zelf proberen met een verklaring te komen voor de resultaten en op basis daarvan een kleine theorie of model opstellen. Dit werd echter maar heel sporadisch gevraagd. Daarnaast werd het modelleren af en toe door de lesmethode uitgevoerd, doordat deze verklaringen en achterliggende theorie voor het experiment aanreikte. Overal Natuurkunde besteedde het vaakste aandacht aan het modelleren door leerlingen verklarende vragen voor de resultaten te stellen en scoort daarmee in 26.1 procent van de gevallen op 'grotendeels aanwezig'. Voor de andere methoden was dit maar voor 0 tot 17.4 procent van de gevallen. Het onderdeel concluderen kwam daarentegen wel veel voor. Bij Nova Natuurkunde en

Chemie werd in 95 en 96,6 procent van de experimenten om een conclusie gevraagd en bij Overal Natuurkunde was dit zelfs 100 procent. Nectar scoorde iets lager, namelijk 65,2 procent. De overige 34,8 procent is evenredig verdeeld over een groter mate van aanwezigheid van de stap modelleren/concluderen en de complete afwezigheid van de stap. Al deze methoden vragen dus bijna altijd voor het opstellen van een conclusie. De overige twee methoden; Biologie voor jou en Nova Scheikunde, vragen daarentegen maar in 57,3 en 52,8 procent van de experimenten om een conclusie op te stellen en in 42,9 en 47,9 procent van de gevallen niet. Dit is dus een redelijk groot verschil met de andere methoden.

Evaluëren/reflecteren

De stap 'evalueren en reflecteren' was bijna helemaal niet aanwezig in de lesmethoden. Indien de stap wel aanwezig was werd er vaak alleen maar kort aandacht besteed aan één van de beide onderdelen van de stap. Dit was dan voornamelijk het evaluatieonderdeel. Het reflecteren kwam maar heel weinig voor. In 90 tot 100 procent van de gevallen was deze stap dan ook helemaal afwezig. Ook hier is echter weer een methode die een uitzondering vormde. De methode Overal Natuurkunde vroeg in 78,2 van de gevallen in meer of minder mate aan de leerlingen om terug te kijken op het experiment en te vertellen wat ze moeilijk vonden en hoe ze eventuele moeilijkheden hadden opgelost.

Communiceren

De laatste stap van het communiceren is in een groot deel van de experimenten afwezig, maar in mindere mate dan de andere twee stappen met dezelfde codering (hypothese opstellen en evalueren/reflecteren). Waar de stap 'communiceren' in bijna 70 procent van de gevallen helemaal niet aanwezig was, was deze in de overige 30 procent bijna altijd helemaal aanwezig. Dit betekent dat een groot deel van de experimenten om geen enkele verslaglegging of presentatie van de experimenten vroeg, maar dat het overige deel om een complete verslaglegging op presentatie vroeg. Dit betekent het communiceren van het compleet uitgevoerde experiment van onderzoeksvraag tot conclusie, en niet alleen van bijvoorbeeld de resultaten. In de methode Overal Natuurkunde werd standaard om verslaglegging gevraagd en was de stap dus voor 100 procent aanwezig.

Het lijkt dus dat de onderzoekstappen van het allesomvattende model voor een groot deel niet of niet compleet terugkomen in de lesmethoden. Dit kan mede veroorzaakt worden, doordat een groot deel van het onderzoek dat in de lesmethoden wordt aangeboden vaak kleine experimenten (of practica) zijn. Veel van deze onderzoeken vragen vaak alleen om bijvoorbeeld een microscoopproef te doen en een tekening te maken van wat er gezien wordt, of om metingen uit te voeren en deze te registreren. Er wordt dus niet echt diep ingegaan op de stof of een uitgebreid onderzoek uitgevoerd. Per hoofdstuk worden vaak een aantal experimenten behandeld die relevant zijn voor het onderwerp van dat hoofdstuk. De nadruk van deze experimenten ligt dus voornamelijk op het onderbouwen van de theorie die in dat hoofdstuk wordt uitgelegd en heeft vaak niet het doel om te proberen verschijnselen te verklaren of nieuwe informatie te vergaren. Het gebruik van onderzoek in de lesmethoden sluit daarmee vaak niet aan bij het idee van onderzoekend leren, wat er juist wel op gericht is om verschijnselen te verklaren door middel van onderzoek en proberen nieuwe inzichten en informatie te verkrijgen. Sommige lesmethoden bevatten wel enkele groter uitgewerkt onderzoeken die meer in deze richting kwam. Dit waren dan vaak grotere slotopdrachten van een thema of hoofdstuk waar dan ook de vaker alle stappen van het allesomvattende model uitgebreider aan bod kwamen. De methode Biologie voor jou had vaak één á twee uitgebreidere opdrachten in de verrijkingstof staan. En de methoden Nova Natuurkunde en Nova Scheikunde hadden in elk hoofdstuk naast kleinere experimenten altijd één á twee grotere onderzoeken waar de leerling meer eigen input moest leveren en ook meer onderzoekstappen aan bod kwamen, zoals het opstellen van een hypothese.

Docentinterviews

Aanvullend op de documentenanalyse zijn interviews met docenten uitgevoerd om een beter beeld te krijgen van het uitvoeren van onderzoek in de praktijk en het gebruik van de lesmethoden daarbij. Drie van de negen docenten gebruikten een lesmethode die niet onderzocht is in de documentenanalyse. Zeven docenten gaven echter aan dat de lesmethode die ze gebruikten voor minder dan 25 procent uit experimenten (of practica) bestond. Vijf docenten gaven aan dat deze experimenten vaak veel sturing gaven aan de leerlingen. Drie docenten zeiden daarbij dat deze sturing te groot was en veel onderdelen

kant-en-klaar aan de leerlingen worden aangereikt. Hierdoor wordt veel werk en zelf nadenken van de leerlingen ontnomen. Één van de docenten noemde dit ‘kookboekpractica’. Van de overige vier docenten die echter aangaven dat hun lesmethoden weinig sturing gaven, zeiden drie docenten juist dat deze lesmethoden niet genoeg ondersteuning boden om de leerlingen zelfstandig onderzoek uit te laten voeren. Aan de ene kant is het argument dus dat de lesmethoden te veel sturen en daardoor het zelf leren van de leerlingen belemmert, maar daarentegen wordt weer gezegd dat te weinig sturing de leerlingen niet in staat stelt een onderzoek zelfstandig uit te voeren. Het lijkt dus moeilijk hierin de juiste balans te vinden.

Vijf van de negen docenten gaf aan dat minder dan 50 procent van alle experimenten in hun lesmethode worden uitgevoerd. De belangrijkste reden was een gebrek aan tijd. Zeven van de docenten gaf echter wel aan dat er naast de experimenten uit de lesmethode ook extra eigen experimenten worden uitgevoerd. Dit wordt vaak gedaan ter aanvulling op de experimenten in de lesmethode en/of omdat de experimenten in de lesmethode te weinig eigen onderzoek van de leerlingen vragen. Één docent zei hierbij bijvoorbeeld dat hij probeert de leerlingen langzamerhand steeds meer stappen van het onderzoeksproces bij te brengen en deze zelfstandig te leren uitvoeren. Hij gaf verder aan dat de lesmethode hierin niet goed opgebouwd is en onvoldoende informatie aan de leerlingen biedt om dit te leren. Zeven van de docenten vertelden verder dat lang niet altijd gebruik wordt gemaakt van de onderzoeksmethode uit de lesmethoden. Drie van de docenten gaven aan regelmatig met een eigen onderzoeksmethode te werken en vier docenten gaven aan af en toe met een andere methode te werken. Dit zijn vaak eigen opgezette experimenten waar bijvoorbeeld de stap van ‘hypothese opstellen’ wordt toegevoegd en ‘communiceren’ in de vorm van verslaglegging.

Bij het gebruik van de onderzoeksmethode uit de lesmethoden gaf de ene helft van de docenten aan altijd alle stappen uit te voeren en de andere helft dat er regelmatig stappen worden overgeslagen. Dit is vaak de stap van communiceren, omdat de verslaglegging van de experimenten teveel tijd in beslag neemt. De docenten zeiden daarbij wel dat ze deze stap dan ook vaak aanpassen door om een kleinere verslaglegging te vragen, die minder tijd in beslag neemt. Er wordt dan bijvoorbeeld gevraagd om de belangrijkste resultaten te noteren en een conclusie daarbij te geven. Daarnaast werd genoemd dat stappen soms minder aandacht krijgen tijdens een experiment, omdat de nadruk meer op een andere stap ligt. Een docent zei bijvoorbeeld dat de nadruk de ene keer ligt op het opstellen van een goede hypothese en een andere keer op het trekken van goede, valide conclusies. Bij het aanpassen van de stappen werd verder aangegeven dat de onderzoeksstappen soms ook worden aangepast door ze duidelijker te maken en/of meer of minder sturend.

Het toevoegen van stappen bij de experimenten van de lesmethoden kwam verder weinig voor. Drie docenten gaven aan soms een extra stap toe te voegen, zoals het opstellen van een hypothese. Over het algemeen wordt echter gewerkt met de stappen vanuit de lesmethode, die eventueel worden uitgebreid op aangepast. Bij het gebruik van eigen onderzoeksmethoden worden dus wel meer stappen toegepast dan die in de lesmethoden worden gebruikt.

Naast het vragen over de onderzoekspraktijk in de lessen is ook aandacht besteedt aan de achtergrondkenmerken van de docenten. In de interviews gaven de meeste docenten inderdaad aan hun taak in eerste instantie te zien als het overbrengen van kennis op leerling in plaats van de leerlingen meer te begeleiden in het zelfstandig opbouwen van kennis. Dit was echter niet een kwestie van het één of het ander. Meerdere docenten gaven aan beide onderdelen als belangrijk te zien, maar indien er een keuze gemaakt moest worden kozen ze voor het overbrengen van kennis. Qua de opvattingen van de docenten betreft het belang voor leerlingen om zelfstandig wetenschappelijk onderzoek te leren uitvoeren werd bijna unaniem aangegeven dat de docenten dit inderdaad belangrijk vonden. Meest aangevoerde argument was hier dat de leerlingen die onderzoekskennis en vaardigheden nodig hebben in hun verdere studieloopbaan.

De antwoorden van de docenten op deze punten kwamen echter niet altijd overeen met hun antwoorden over de onderzoekspraktijk. Zo was er een docent die zei dat hij zelfgestuurd onderzoek van leerlingen belangrijk vond, maar in de praktijk besteedde hij relatief weinig tijd aan onderzoek. Hij gaf aan dat maar ongeveer tien procent van alle experimenten uit de lesmethode werd uitgevoerd

en dat daarnaast maar af en toe andere onderzoeken werden uitgevoerd. De ervaringen die leerlingen daardoor opdoen met zelfgestuurd onderzoek zijn dus niet heel groot, terwijl de docent wel aangaf dat hij dit belangrijk vond voor zijn leerlingen. Ook was er een docent met hetzelfde antwoord over het belang van zelfgestuurd onderzoek, maar het daadwerkelijke uitvoeren van onderzoek in de les voldeed niet aan een echt wetenschappelijk onderzoek. Zo ontbraken er vaak belangrijke onderzoeksstappen als het opstellen van een hypothese in het lesmateriaal, maar werd dit niet toegevoegd door de docent of werd er extra eigen onderzoek uitgevoerd waarbij de stappen uitgebreider aan bod kwamen.

De antwoorden van de docenten betreft docentgestuurd onderwijs en leerlinggestuurd onderwijs kwamen meer overeen met hun antwoorden over de onderzoekspraktijk. De docenten die de grootste nadruk legden op het docentgestuurd onderwijzen, gaven bijvoorbeeld aan leerlingen redelijk veel ondersteuning te geven. Dit doen ze door bijvoorbeeld een onderzoeksvraag aan te leveren, omdat dat vaak problemen oplevert voor de leerlingen. Docenten die aangaven meer richting leerlinggestuurd lesgeven te neigen, vonden de lesmethode teveel sturen bij de experimenten en probeerden hun leerlingen meer eigen input te laten leveren bij het uitvoeren van benodigde onderzoeksstappen.

Naast de opvattingen van de docenten werd ook de kennis en vaardigheden van docenten als factor van invloed genoemd op het uitvoeren van onderzoek in de lespraktijk (Schwarz & Gwekwerere, 2006). Er is namelijk gebleken dat docenten vaak zelf problemen ervaren met het uitvoeren van de onderzoeksstappen. Zo weten sommige docenten zelf niet hoe een goede hypothese of experiment er precies uitziet (Moeed, 2013). In de interviews gaven alle docenten echter aan geen problemen met de onderzoeksstappen te ervaren en dat ze geen behoefte hadden meer te leren over bepaalde onderdelen van wetenschappelijk onderzoeken of het onderwijzen daarin.

Conclusie

Na de bespreking van de resultaten van dit onderzoek zal nu teruggekeken worden op de onderzoeksvraag. Deze luidde: *In hoeverre stemmen de onderzoeksmethoden uit de literatuur overeen met de onderzoeksmethoden in lesmateriaal en in welke mate volgen docenten deze onderzoeksmethoden?* Eerst zal aan de hand van de documentenanalyse een antwoord worden gegeven op het eerste deel van de vraag betreffende de overeenstemming tussen de onderzoeksmethoden uit de literatuur en de onderzoeksmethoden in het lesmateriaal. Uit de documentanalyse blijkt dat deze overeenstemming niet overal even groot is. Van de acht stappen zijn er drie (hypothese opstellen, evalueren/reflecteren en communiceren), die helemaal niet of maar in enkele gevallen voorkomen in het lesmateriaal. De stap 'communiceren' kwam in de methode Nectar echter wel in 100 procent van de gevallen voor. Een groot deel van de overige stappen zijn in meer of mindere mate wel aanwezig, maar vaak wordt een groot deel van deze stappen kant-en-klaar aangereikt door het lesmateriaal. De enige stap die bijna altijd helemaal aanwezig is, is het uitvoeren van het experiment door de leerling. Het analyseren van de resultaten wordt daarnaast ook vaak uitgevoerd door de leerling zelf, maar het boek levert daarvoor bijna altijd de te nemen stappen aan, door bijvoorbeeld de te beantwoorden vragen aan te reiken. Tussen de lesmethoden waren soms wel verschillen te zien. Grootste verschillen waren dat de methode 'Biologie voor jou', in bijna 70 procent van de gevallen een volle score had van 'helemaal aanwezig', waarbij dat bij de overige methoden een 20 tot 30 procent was. Biologie voor jou en Nova Scheikunde waren verder de enige methodes die niet om een conclusie vroegen bij de helft van al hun experimenten/practica. De andere methoden vroegen hier bijna altijd om. En bij het evalueren/reflecteren en communiceren was Overal Natuurkunde de enige methode die standaard hoog scoorde. In bijna 80 procent van de tijd werd er aandacht besteedt aan het evalueren/reflecteren en voor 100 procent aan het communiceren. Er zijn wel veel overeenkomsten te noemen tussen de lesmethoden, maar er zijn dus ook zeker verschillen te zien waar rekening mee moet worden gehouden.

Het tweede deel van de vraag richt zich op de mate waarin de docenten de onderzoeksmethoden uit het lesmateriaal ook daadwerkelijk gebruiken in hun lessen. Uit de interviews is gebleken dat de meeste docenten vaak wel gebruik maken van deze methoden bij het uitvoeren van de experimenten uit het lesmateriaal. Het aantal experimenten uit het lesmateriaal dat wordt uitgevoerd is vaak minder dan 50

procent, door gebrek aan tijd. Daarnaast werd aangegeven dat er regelmatig stappen werden aangepast, onder andere door tijdgebrek of omdat de nadruk op een specifiek onderdeel van een experiment lag. Daarnaast werden stappen soms aangepast om ze meer of juist minder sturend te maken. Het lijkt dus dat de mate van sturing in het lesmateriaal op het ene moment dus te groot is en op het andere moment weer te klein.

Het overslaan van stappen kwam verder ook redelijk vaak voor, maar het toevoegen van stappen daarentegen maar heel weinig. Dit kan veroorzaakt zijn doordat de meeste docenten aangaven ook eigen onderzoek uit te voeren met een eigen onderzoeksmethode, waar vaak juist aandacht werd besteedt aan eventuele stappen die in het lesmateriaal misten.

Discussie

Dit onderzoek geeft een verdere uitbreiding op het onderzoek van Chinn en Malhotra (2002) en geeft een eerste beeld van de overeenkomsten en verschillen tussen de theorie van onderzoekend leren en de daadwerkelijke lespraktijk in Nederlandse context. Er is een begin gemaakt met het onderzoeken van Nederlandse lesmethoden en hun overeenstemming met de ideeën van onderzoekend leren en zelfgestuurd onderzoek. De resultaten daarvan stemmen overeen met het onderzoek van Chinn en Malhotra (2002). In beide gevallen is er vaak sprake van simpele onderzoeken waar mee wordt gewerkt in de lesmethoden. Deze onderzoeken gaan vaak maar oppervlakkig in op het te onderzoeken onderwerp en geven een gesimplificeerde weergave van echt wetenschappelijk onderzoek. Zo worden de de experimenten vooral gebruikt om theorie die behandeld wordt in de les te onderbouwen en wordt deze theorie dan ook aangeleverd door de lesmethode of de docent. De leerling hoeft deze kennis niet zelf te construeren op basis van het experiment. Dit is ook zichtbaar in de resultaten van deze Bachelorthese in de afwezigheid van het oriënteren, opstellen van hypothesen en modelleren van een theorie/verklaring voor de resultaten. Daarnaast worden veel onderdelen van de onderzoeksstappen, zoals het opstellen van een onderzoeksvraag en het voorbereiden van een experiment, in zowel in deze Bachelorthese als in het onderzoek van Chinn en Malhotra (2002) aangeleverd door de lesmethoden in plaats van dat de leerlingen deze zelf uit moet voeren. Op basis van deze resultaten kan verder onderzoek worden uitgevoerd en kan gekeken worden of er eventuele aanpassingen of verbeteringen van de lesmethoden in de toekomst kunnen plaatsvinden om de aansluiting tussen de theorie en praktijk te verbeteren.

Verder geeft deze Bachelorthese extra inzicht in de mogelijke reden waarom leerlingen vaak problemen ervaren met de onderzoeksstappen uit het allesomvattende model (De Jong, 2006; White et al., 1999). Leerlingen hebben bijvoorbeeld vaak moeite met het correct toepassen en manipuleren van variabelen (De Jong & Van Joolingen, 1998), het verwerken van afwijkende data (Chinn & Brewer, 1993) en het omgaan met niet-causale verbanden (Kanari & Millar, 2004). Een mogelijke verklaring die werd genoemd voor deze problemen, door Chinn en Malhotra (2002), was dat deze onderzoeksstappen niet overeenstemmen met de stappen in de lesmethoden die de leerlingen gebruiken. Uit deze Bachelorthese blijkt dat dit inderdaad vaak het geval is en dat belangrijke stappen, zoals het opstellen van een hypothese, het modelleren van een theorie/verklaring voor de resultaten, het evalueren/reflecteren op het onderzoek en het communiceren van het onderzoek bijna niet plaatsvinden. Als deze stappen bijna nooit worden uitgevoerd door de leerlingen is het logisch dat ze hier ook niet goed in zijn. Het correct kunnen toepassen en manipuleren van een variabele is bijvoorbeeld nodig om een goede hypothese op te kunnen stellen. Als de leerlingen dit echter nooit hoeven te doen leren ze ook niet hoe het moet. Het verbeteren van de lesmethoden kan dus niet alleen zorgen voor een betere aansluiting tussen de theorie en de praktijk, maar kan ook bijdragen aan het verhelpen van de problemen die de leerlingen ervaren met de onderzoeksstappen.

Daarnaast geeft het onderzoek een beperkt doch interessant inzicht in de rol van de docent bij het zelfgestuurd onderzoek van leerlingen. Het feit dat de meeste docenten voor een deel hun eigen invulling geven aan het uitvoeren van onderzoek naast de voorschriften uit de lesmethoden, betekent dat via de opleiding van de docenten hun kennis en vaardigheden betreft zelfgestuurd onderzoek en het lesgeven daarin vergroot kunnen worden. Op deze manier kunnen de docenten eventuele tekortkomingen van lesmethoden opvangen op basis van hun eigen kennis. Het belang dat

de docenten daarnaast allemaal zien in het kunnen uitvoeren van zelfgestuurd onderzoek door hun leerlingen, kan daarbij gebruik worden ter motivatie om deze nieuwe kennis en vaardigheden op te doen, waardoor ze hun leerlingen nog beter kunnen ondersteunen. Kijkend naar de resultaten van deze Bachelorthesis is het belangrijk dat de docenten de experimenten uit hun lesmethoden kritisch bekijken en vaststellen waar deze eventueel te kort schieten. Op basis daarvan kunnen de docenten de experimenten aanpassen door meer in te gaan op de onderzoeksstappen die horen bij wetenschappelijk onderzoek. Daarnaast is het aan te raden om de leerlingen in het begin iets meer ondersteuning te bieden en langzamerhand steeds autonomer te laten werken, aangezien aan werd gegeven dat de sturing van de lesmethoden soms te groot was en soms te klein. Dit is een manier van werken die onder andere wordt genoemd door Gengarelly en Abrams (2009). Één van de docenten gaf ook al aan dat hij een soortgelijke manier van werken toepastte in het leerlingen laten leren zelfgestuurd onderzoek uit te voeren.

Er zijn bij dit onderzoek echter ook beperkingen te noemen. Zo zijn bij de documentenanalyse niet alle gebruikte methoden in Nederland onderzocht. De zes onderzochte methoden kwamen van twee uitgevers. Er was hierdoor kans dat de boeken van dezelfde uitgevers een zelfde onderzoekslijn aanhouden en er dus veel overeenkomsten zijn tussen deze methoden. Dit is echter niet duidelijk zichtbaar in het onderzoek. Alleen de methodes Nova Scheikunde en Nova Natuurkunde hadden een soortgelijke opzet van experimenten en onderzoek, maar daar waren ook weer verschillen te herkennen. Nova Scheikunde vroeg bijvoorbeeld maar voor de helft van de tijd om het opstellen van een conclusie, waar Nova Natuurkunde hier bijna altijd om vroeg. Uit de interviews met de docenten die één van de andere methoden gebruikte kwamen verder ook geen opvallende afwijkingen naar voren in de antwoorden over de lesmethode ten opzichte van de interviews met docenten die wel één van de onderzochte methoden gebruikten. Voor de volledigheid van het onderzoek en het kunnen generaliseren van de resultaten kan het echter nog steeds interessant zijn om de overige methoden ook te onderzoeken om te kijken of ze grotendeels overeenkomen met de al onderzochte methoden of dat er kenmerkende verschillen zijn.

Wat betreft de interviews is voornamelijk het kleine aantal respondenten een beperking van dit onderzoek. Een kleine groep respondenten geeft maar een beperkt beeld van de totale groep docenten die lesgeven in de bovenbouw van het VWO in de vakken biologie, scheikunde en natuurkunde. Het is dus zeker interessant om in verder onderzoek de groep respondenten aanzienlijk te vergroten. De uitgevoerde interviews geven hiervoor echter al een goed startpunt, doordat ze een beginpunt geven voor verder onderzoek. Er waren niet echt grote afwijkingen in de antwoorden van de docenten te herkennen, wat bij een kleine groep respondenten meestal wel het geval is. Dit kan komen doordat er veel kwantitatieve vragen zijn gesteld met gesloten antwoorden, waaronder veel ja/nee antwoorden. Er was dus niet veel variatie mogelijk in die antwoorden. Op basis van de uitgevoerde interviews en de ervaringen daarmee kan verder de inhoud en opzet van de interviews verbeterd worden voor toekomstig onderzoek. Vragen die soms licht dubbelzinnige antwoorden opleverden of antwoorden die niet het doel van de vraag waren, kunnen worden aangepast zodat wel de gewenste informatie wordt verkregen. Bij de vraag of docenten hun rol meer zagen als het overbrengen van kennis op de leerlingen of het ondersteunen van leerlingen bij het zelf opbouwen van kennis, gaven de docenten soms aan dat ze op het ene moment meer een kennisoverbrengende rol aan nemen en het andere moment een meer ondersteunende rol. Dit is een vraag en onderwerp waar in vervolgonderzoek eventueel meer aandacht aan besteedt kan worden om een beter beeld te krijgen van de manieren van lesgeven van de docenten.

Naast deze beperkingen en eventuele verbeteringen en vervolg van dit onderzoek zijn er ook meer specifieke implicaties voor verder onderzoek te geven. Een punt dat bijvoorbeeld in de literatuur naar voren kwam was de opvatting van Nederlandse docenten om hun manier van lesgeven vaak als docentgericht te zien (Engeln et al., 2013). Hierbij kan verder worden afgevraagd waarom dit zo is. Een eerste punt is bijvoorbeeld of alle docenten dezelfde betekenis bij docentgericht lesgeven hebben. Daarnaast kan verder worden gekeken naar de redenen voor het aanhouden van een docentgerichte manier van lesgeven. Is dit bijvoorbeeld iets wat nog steeds sterk in de Nederlandse cultuur leeft of wordt dit bijvoorbeeld aangeleerd door de opleidingen van de docenten?

Een punt dat hierop aan kan sluiten is de kennis en vaardigheden van de docenten betreft hun kennis over wetenschappelijk onderzoek en hun vaardigheden in het lesgeven daarover. De docenten gaven allemaal aan geen problemen met de onderzoeksstappen te ervaren en niet het gevoel hebben ergens nog extra over bij te leren. Dit is echter misschien ook een logisch antwoord om te verwachten, aangezien de docenten waarschijnlijk niet zo gauw geneigd zijn om te zeggen dat ze iets niet goed begrijpen. Daarnaast is het echter ook zo dat de docenten allemaal een wetenschappelijk achtergrond hebben en dus ervaring met wetenschappelijk onderzoek. Het onderzoek dat de problemen betreffende de kennis en vaardigheden van de docenten noemde is uitgevoerd in Amerika. Het verschil betreffende de problemen kan misschien verklaard worden door de achtergrond van de docenten uit dat onderzoek of de manier van opleiden van docenten in Amerika. Wanneer docenten in Amerika bijvoorbeeld geen wetenschappelijk achtergrond hebben vanuit hun opleiding kan dit een reden zijn waarom ze moeite hebben de onderzoeksstappen te begrijpen.

Referenties

- Baarda, D.B., De Goede, M.P.M., Teunissen, J. (2009). *Basisboek kwalitatief onderzoek: Handleiding voor het opzetten en uitvoeren van kwalitatief onderzoek*. Groningen/Houten: Noordhoff Uitgevers.
- Bell, T., Urhahne, D., Schanze, S., & Ploetzner, R. (2010). Collaborative Inquiry Learning: Models, tools, and challenges. *International Journal of Science Education*, 32(3), 349-377. doi: 10.1080/09500690802582241
- Bruner, J. S. (1961). The act of discovery. *Harvard Educational Review*, 31, 21-32.
- Chinn, C. A., & Brewer, W. F. (1993). The Role of Anomalous Data in Knowledge Acquisition: A Theoretical Framework and Implications for Science Instruction. *Review of Educational Research*, 63(1), 1-49. doi: 10.2307/1170558
- Chinn, C. A., & Malhotra, B. A. (2002). Epistemologically authentic inquiry in schools: A theoretical framework for evaluating inquiry tasks. *Science Education*, 86(2), 175-218. doi: 10.1002/sce.10001
- Crawford, B. A. (2007). Learning to teach science as inquiry in the rough and tumble of practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(4), 613-642. doi: 10.1002/tea.20157
- De Jong, T. (2006). Computer simulations: Technological advances in inquiry learning. *Science*, 312, 5773, 532-533.
- De Jonge, G. (2014). De praktijk van onderzoekend leren in het voortgezet onderwijs. Literatuurstudie, Universiteit Twente, Enschede
- Dewey, J. (1910). Science as Subject-Matter and as Method. *Science*, 31(787), 121-127. doi: 10.2307/1634781
- Dewey, J. (1938). *Logic: The theory of inquiry*. New York: Holt, Rinehart and Winston
- Dunbar, K. (1993). Concept Discovery in a Scientific Domain. *Cognitive Science*, 17(3), 397-434. doi: 10.1207/s15516709cog1703_3
- Engeln, K., Euler, M., & Maass, K. (2013). Inquiry-based learning in mathematics and science: a comparative baseline study of teachers' beliefs and practices across 12 European countries. *ZDM*, 45(6), 823-836. doi: 10.1007/s11858-013-0507-5
- 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. doi: 10.3102/0034654312457206
- Gengarelly, L., & Abrams, E. (2009). Closing the Gap: Inquiry in Research and the Secondary Science Classroom. *Journal of Science Education and Technology*, 18(1), 74-84. doi: 10.1007/s10956-008-9134-2
- Hodson, D. (1996). Laboratory work as scientific method: three decades of confusion and distortion. *Journal of Curriculum Studies*, 28(2), 115-135. doi: 10.1080/0022027980280201
- Kanari, Z., & Millar, R. (2004). Reasoning from data: How students collect and interpret data in science investigations. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(7), 748-769. doi: 10.1002/tea.20020

- Krajcik, J., Blumenfeld, P. C., Marx, R. W., Bass, K. M., Fredricks, J., & Soloway, E. (1998). Inquiry in Project-Based Science Classrooms: Initial Attempts by Middle School Students. *Journal of the Learning Sciences*, 7(3-4), 313-350. doi: 10.1080/10508406.1998.9672057
- Marsh, C. J., & Willis, G. (2007). *Curriculum: Alternative Approaches, Ongoing Issues*: Pearson/Merrill Prentice Hall.
- Moeed, A. (2013). Science investigation that best supports student learning: Teachers' understanding of science investigation. *International Journal of Environmental & Science Education*, 8, 537-559. Doi: 10.12973/ijese.2013.218a
- Piaget, J. (1961). The genetic approach to the psychology of thought. [J. educ. Psychol.]. *Journal of Educational Psychology*, 52(6), 275-281. doi: 10.1037/h0042963
- Saunders-Stewart, K. S., Gyles, P. D. T., & Shore, B. M. (2012). Student Outcomes in Inquiry Instruction: A Literature-Derived Inventory. *Journal of Advanced Academics*, 23(1), 5-31. doi: 10.1177/1932202x11429860
- Schauble, L. (1990). Belief revision in children: The role of prior knowledge and strategies for generating evidence. *Journal of Experimental Child Psychology*, 49, 31-57.
- Schauble, L., Klopfer, L. E., & Raghavan, K. (1991). Students' transition from an engineering model to a science model of experimentation. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(9), 859-882. doi: 10.1002/tea.3660280910
- Schwarz, C. V., & Gwekwerere, Y. N. (2007). Using a guided inquiry and modeling instructional framework (EIMA) to support preservice K-8 science teaching. *Science Education*, 91(1), 158-186. doi: 10.1002/sce.20177
- Tschirgi, J. E. (1980). [Article]. *Child Development*, 51(1), 1-10. doi: 10.1111/1467-8624.ep12325377
- Van Graft, M., & Kemmers, P. (2007). *Onderzoekend en ontwerpnd leren bij natuur en techniek*. Den Haag: Stichting Platform Béta Techniek. Geraadpleegt via: <http://www.slo.nl/primair/leergebieden/wereldoriëntatie/natuur/vtb/LOOLbasis.pdf>
- Van Rens, L., Pilot, A., & van der Schee, J. (2010). A framework for teaching scientific inquiry in upper secondary school chemistry. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(7), 788-806. doi: 10.1002/tea.20357
- White, B.Y., Shimoda, T. A., & Frederiksen, J. R. (1999). Enabling students to construct theories of collaborative inquiry and reflective learning: Computer support for metacognitive development. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 10, 151-182.
- Wolf, S., & Fraser, B. (2008). Learning Environment, Attitudes and Achievement among Middle-school Science Students Using Inquiry-based Laboratory Activities. *Research in Science Education*, 38(3), 321-341. doi: 10.1007/s11165-007-9052-y
- Yerrick, R., Parke, H., & Nugent, J. (1997). Struggling to promote deeply rooted change: The "filtering effect" of teachers' beliefs on understanding transformational views of teaching science. *Science Education*, 81(2), 137-159. doi: 10.1002/(sici)1098-237x(199704)81:2<137::aid-sce2>3.0.co;2-g
- Zangori, L., & Forbes, C. T. (2014). Scientific Practices in Elementary Classrooms: Third-Grade Students' Scientific Explanations for Seed Structure and Function. *Science Education*, 98(4), 614-639. doi: 10.1002/sce.21121
- Zimmerman, C. (2007). The development of scientific thinking skills in elementary and middle school. *Developmental Review*, 27(2), 172-223. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.dr.2006.12.001>