

Hoofdstuk 1. Een groeimodel voor onderzoekend leren in de klas

Marieke Peeters (projectmanager Wetenschapsknooppunt Radboud Universiteit)

Jan van Baren-Nawrocka (projectleider Wetenschapsknooppunt Radboud Universiteit)

De vertaling van wetenschappelijke doorbraken naar projecten in de klas

Wat voorafging...

De afgelopen jaren heeft het Wetenschapsknooppunt Radboud Universiteit (WKRU) een groot aantal projecten uitgevoerd waarbij leraren en pabo-studenten in samenwerking met wetenschappers en het WKRU actueel wetenschappelijk onderzoek hebben vertaald naar onderwijs voor de basisschool. Een belangrijk onderdeel bij deze vertaling is de didactiek van het onderzoekend leren. Daarbij formuleren leerlingen in groepjes onderzoeksvragen bij het gekozen wetenschappelijke thema en voeren vervolgens op basis van een zelf opgesteld plan een onderzoek uit. Negen van deze projecten zijn uitvoerig beschreven in de eerste drie boeken in de reeks 'Wetenschappelijke doorbraken de klas in!' (Peeters, Meijer & Verhoeff, 2012, 2013, 2014). Bij deze boeken hoort ook een website (www.wetenschapdeklasin.nl) met filmpjes waarin per project te zien is hoe leraren en leerlingen samen de stappen van het onderzoekend leren doorlopen. De boeken en filmpjes zijn vooral bedoeld als inspiratiebron en als voorbeeld voor leraren die zelf met deze thema's aan de slag willen gaan.



Onderzoekers en leraren werken samen om onderzoek naar het Higgsdeeltje naar de klas te vertalen.

Ervaringen van leraren met voorgaande boeken

De boekenreeks over onderzoekend leren is voor veel leraren zeer bruikbaar gebleken. Maar ook is duidelijk geworden dat de boeken voor leraren die net beginnen met het onderzoekend leren vaak onvoldoende houvast bieden om een project vorm te kunnen geven. De projecten in de klas zijn beschreven als inspirerende ervaringsverhalen van leraren en pabo-studenten. De activiteiten zijn er impliciet in beschreven en er niet telkens op uniforme wijze in verwerkt. Dat maakt het lastiger om de activiteit rechtstreeks over te nemen. Deze leraren vinden de vertaalslag naar hun eigen klassenpraktijk daarom niet gemakkelijk. Juist in het begin willen zij hun leerlingen sturing geven bij het formuleren van een onderzoeksvraag, bij de opzet en uitvoering van hun onderzoek en bij het trekken van conclusies. De verschillende stappen in het onderzoeksproces vragen van de leerlingen echter zoveel nieuwe vaardigheden dat zij zich die niet allemaal tegelijk eigen kunnen maken. Dit wordt nog versterkt door het feit dat leerlingen in het proces van het onderzoekend leren veel vrijheid krijgen en daarmee ook veel verantwoordelijkheid voor hun eigen leerproces. Daarnaast hebben de leraren ervaren dat bij projecten onderzoekend leren hun rol als leraar een andere is. Ze zijn niet langer de expert die kennis overdraagt, maar begeleiden hun leerlingen tijdens het onderzoeksproces, zodat ze zich de kennis zelf eigen kunnen maken. Deze rol moeten ze zich geleidelijk aan eigen maken willen zij zich er competent bij voelen.

Nieuwe opzet

In dit vierde deel van de reeks 'Wetenschappelijke doorbraken de klas in!' gaan we uit van een groeimodel van onderzoekend leren, om zo beter aan te sluiten bij de behoeften van leraren. Afhankelijk van hun kennis en ervaring, kunnen de leraren kiezen hoeveel sturing zij hun leerlingen willen geven. We gaan uit van drie niveaus van onderzoekend leren, waarbij leraren hun sturing kunnen afbouwen naarmate zij en hun leerlingen meer ervaring hebben opgedaan. Tevens kunnen ze deze niveaus gebruiken om te differentiëren tussen hun leerlingen.

Voordat we verder ingaan op de drie niveaus van onderzoekend leren, beantwoorden we eerst de vraag wat onderzoekend leren nu precies is. Het onderzoekend leren lijkt een hype te zijn geworden, maar het is niet duidelijk wanneer er nu wel of niet sprake is van onderzoekend leren. Is het klassikaal uitvoeren van een proefje een vorm van onderzoekend leren of kun je daar alleen van spreken wanneer leerlingen zelfstandig een onderzoek opzetten en uitvoeren?

Hierna werken we het begrip onderzoekend leren verder uit door te kijken naar de drie niveaus. De niveaus verschillen in de mate van sturing die de leraar geeft in verhouding tot de hoeveelheid zelfsturing door de leerlingen zelf. Op deze manier bieden de drie niveaus een groeimodel voor zowel leraren als leerlingen. De leerlingen leren stap voor stap meer verantwoordelijkheid te nemen voor hun eigen project, terwijl de leraar zich de rol van procesbegeleider steeds meer eigen maakt.

Wie meer achtergrondinformatie wil over het belang van onderzoekend leren en over de mogelijkheden die het biedt voor wetenschap en voor technologie- en vakoverstijgend onderwijs, verwijzen we graag naar de eerdere boeken in onze reeks. Deze boeken zijn met name geschikt voor leraren die zich de rol van procesbegeleider al in enige mate hebben eigen gemaakt.

De eerdere delen uit de reeks zijn:

1. Wetenschappelijke doorbraken de klas in! Angst, Grafen en Denkbeelden over het begin.
2. Wetenschappelijke doorbraken de klas in! DNA, Gedrag en Infecties onder de loep.
3. Wetenschappelijke doorbraken de klas in! Waarnemen en bewegen, Onder invloed, en Gevaarlijke ideeën.

1.1 Onderzoekend leren, wat verstaan we eronder?

Veel leraren geven aan dat ze in hun lessen aandacht besteden aan onderzoekend leren of dat ze het belangrijk vinden om dat te doen. Het belang van onderzoekend leren wordt inmiddels breed erkend, niet in de laatste plaats omdat het aansluit bij de van nature aanwezige nieuwsgierigheid van leerlingen. Dat het een kritische en onderzoekende houding bevordert, wordt ook algemeen onderschreven. Maar wat verstaan we er nu precies onder?

Enkele definities

Een kleine zoektocht laat zien dat er verschillende definities bestaan van onderzoekend leren. Het Kenniscentrum meer- en hoogbegaafdheid INOS legt in de beschrijving van het onderzoekend leren de nadruk op zelfstandigheid: "Onderzoekend leren is een werkvorm die leerlingen aanspoort de wereld om zich heen op een actieve manier te verkennen. Het leert leerlingen zelfstandig te denken en handelen, bevordert het nemen van initiatieven en leert leerlingen plannen, uitvoeren en reflecteren." (<http://eureka.inos.nl/>)



Leerlingen van Montessorischool Westervoort voeren hun eigen onderzoek uit.

Van de Keere & Vervaeke (2013) benadrukken meer de oplossingsgerichte houding: "Leerlingen leren vanuit onderzoeksvragen en trachten daarvoor vanuit onderzoek oplossingen te vinden."

De National Research Council van de Verenigde Staten (NRC) (2000) stelt onderzoeksvaardigheden en het wetenschappelijk gehalte van onderzoekend leren centraal. NRC beschouwt de volgende vijf kerncomponenten, vanuit het perspectief van de leerling gezien, als essentiële kenmerken van onderzoekend leren (Minner, Levy, & Century, 2010):

1. Leerlingen worden uitgedaagd om wetenschappelijke probleemstellingen op te lossen;
2. Leerlingen geven tijdens het onderzoek prioriteit aan het verzamelen van bewijsmateriaal (data);
3. Leerlingen geven verklaringen voor hun probleemstelling op basis van het verzamelde bewijsmateriaal;

4. Leerlingen reflecteren op het gevoerde onderzoek en op de resultaten ervan en kunnen hun verklaringen naast alternatieve verklaringen plaatsen;
5. Leerlingen communiceren hun bevindingen.

Ook Schraw, Crippen, & Hartley (2006) geven prioriteit aan onderzoeksvaardigheden en wetenschap. Ze voegen daar het perspectief van de leraar aan toe: "Het proces waarbij leerlingen aangestuurd worden om onderzoek uit te voeren met als doel een wetenschappelijk probleem op te lossen."

Actieve rol van leraar en leerlingen bij onderzoekend leren

Wat uit de verschillende definities nog niet nadrukkelijk naar voren komt, maar wat wij als WKRU wel willen benadrukken, is dat zowel leerlingen als leraren een belangrijke rol hebben bij het onderzoekend leren.




Leerlingen van basisschool de Muze bespreken hun onderzoeksplan met onderzoeker Christoph Lüthy.

Op de vraag hoe leraren het onderzoekend leren in hun klas inrichten, worden diverse antwoorden gegeven. Sommige leraren benoemen dat er binnen een project klassikaal proefjes gedaan worden; anderen dagen hun leerlingen uit om voor het beantwoorden van een klassikale vraag zelf een experiment of onderzoek op te zetten. Weer andere leraren benadrukken dat hun leerlingen binnen een project hun eigen vragen formuleren en deze als uitgangspunt nemen voor het opzetten en uitvoeren van een onderzoek om zo meer te leren over het thema en de concepten. Kunnen we bij al deze benaderingen spreken van onderzoekend leren?

Binnen het WKRU spreken we pas van onderzoekend leren als leerlingen een actieve rol hebben in het onderzoeksproces. Een leraar die voor de klas een proefje doet en de leerlingen laat toekijken, is wat ons betreft dus niet bezig met onderzoekend leren. Pas wanneer leerlingen actief betrokken zijn en inbreng hebben in één of meer onderdelen van het onderzoeksproces spreken wij van onderzoekend leren. Die onderdelen zijn: het opstellen van een onderzoeksvraag, het maken van een onderzoeksplan, het verzamelen van gegevens en het verwerken van de resultaten tot een conclusie die antwoord geeft op de onderzoeksvraag. We lichten deze onderdelen toe in samenhang met de beschrijving van de niveaus van onderzoekend leren. Allereerst beschrijven we in tabel 1 de stappen van het onderzoekend leren en de leerlingactiviteiten die bij deze stappen aan bod komen.

Tabel 1. Zevenstappenplan van de didactiek van onderzoekend leren (Van Graft en Kemmers, 2007) en de leerlingactiviteiten die bij elke stap horen.

Symbol	Stap	Leerlingactiviteiten
	<p>1. Introductie</p> <p>De leraar introduceert het gekozen thema bij de leerlingen. Daarbij gaat het erom verwondering en nieuwsgierigheid bij de leerlingen op te roepen, met als doel dat ze na de introductie meer over het onderwerp willen weten en zich er dingen over af gaan vragen. Het is het beste om de introductie kort, ludiek en speels te houden.</p>	<p>Waarnemen; (H)erkennen; Vergelijken;</p>
	<p>2. Verkennen/Aanrommelen</p> <p>De leerlingen verkennen het thema zo breed mogelijk. Er vindt een brede exploratie aan de werkelijkheid plaats. Daarmee worden de eerste vragen beantwoord, maar er ontstaan ook nieuwe, eigen vragen die de basis zullen vormen van het onderzoek (experiment) dat de leerlingen gaan opzetten (niveau 3). In dit boek worden hiervoor bij elk thema activiteiten beschreven.</p>	<p>Aanrommelen; Gegevens verzamelen; Vragen stellen; Ideeën opperen; Voorspellen.</p>
	<p>3. Opzetten onderzoek</p> <p>De leerlingen zetten in groepjes een uitvoerbaar onderzoeksplan op (niveau 2 en 3), al dan niet op basis van hun eigen onderzoeksvraag (niveau 3). Ze bedenken hoe ze het onderzoek gaan opzetten (met welke proefpersonen, wat gaan ze meten, hoe brengen ze de resultaten in kaart) en wie welke rol krijgt. Ze verzamelen of ontwikkelen de benodigde onderzoeksmaterialen en meetinstrumenten, zoals een vragenlijst.</p>	<p>Onderzoeksvraag opstellen; Opzetten onderzoek: materiaal, meetinstrumenten en gereedschap bijeenzoeken; Proefpersonen selecteren en beschrijven op onderzoekswerkblad; Plannen.</p>
	<p>4. Uitvoeren onderzoek</p> <p>De leerlingen voeren het onderzoek uit (niveaus 1, 2 en 3) aan de hand van hun onderzoeksplan. Ze leggen hun waarnemingen vast in een onderzoekslogboek en bespreken de betekenis ervan. Aan het eind van deze stap beschikken de leerlingen over geordende resultaten van hun onderzoek.</p>	<p>Waarnemen: kijken, luisteren, ruiken, voelen, proeven; Metingen uitvoeren; Uitkomsten noteren; Ordenen, vergelijken.</p>
	<p>5. Concluderen</p> <p>De leerlingen trekken conclusies op basis van de verkregen resultaten (in hoeverre zijn de onderzoeksvragen bevredigend beantwoord?).</p>	<p>Data interpretern en verwerken; Argumenteren; Conclusies formuleren; Vervolg vragen stellen.</p>
	<p>6. Presenteren/Communiceren</p> <p>De onderzoeksvraag, het onderzoeksplan en de resultaten en conclusies worden verwerkt in een presentatie. De uitkomsten van het onderzoek, en daarmee het antwoord op de onderzoeksvraag, worden aan de rest van de klas voorgelegd.</p>	<p>Verslag maken; Presenteren; Uitleggen; Eventueel portfolio van onderzoeksprojecten aanleggen.</p>
	<p>7. Verdiepen/Verbreden</p> <p>Op grond van de gesprekken en presentaties heeft de leraar een beeld gekregen van het begripsniveau; hij/zij kan de begrippen verder conceptualiseren: opbrengsten in andere contexten laten toepassen en samenhang aanbrengen met andere concepten.</p>	<p>Reflecteren; Discussiëren; Vergelijken (experiment van anderen).</p>

1.2 Niveaus van onderzoekend leren

1.2.1 Drie niveaus van onderzoekend leren

Bij onderzoekend leren gaat het erom een leeromgeving te creëren waarin leerlingen de rol van onderzoeker vervullen en op onderzoek uitgaan. Als we spreken over niveaus van onderzoekend leren, dan doelen we op de mate waarin de leraar de leerlingen stuurt tijdens de verschillende fasen van het onderzoek en dus ook op de mate van zelfsturing die van de leerlingen verwacht wordt. In onze benadering meten we het niveau van onderzoekend leren af aan de mate van zelfstandigheid van de leerlingen bij drie belangrijke onderdelen van het onderzoekend leren:

- Het opstellen van de onderzoeksvraag;
- Het verzamelen van gegevens;
- Het interpreteren van de resultaten (Blanchard e.a, 2010).

De niveaus van onderzoekend leren verschillen in de mate waarin de leraar sturing geeft in verhouding tot de hoeveelheid zelfsturing die van de leerlingen wordt verwacht.

We onderscheiden drie niveaus van onderzoekend leren: gestructureerd onderzoekend leren, begeleid onderzoekend leren en zelfstandig onderzoekend leren. Deze niveaus worden toegelicht in tabel 1. Deze laat zien dat er bij het gestructureerd onderzoekend leren (niveau 1) minder zelfsturing van de leerlingen wordt verwacht dan bij het zelfstandig onderzoekend leren (niveau 3). De zelfsturing neemt per niveau toe bij elk onderdeel van het onderzoeksproces.

Tabel 2. Niveaus van onderzoekend leren

Niveau	Soort onderwijs	Vraag/ onderzoeksvraag	Dataverzamelings- methode	Interpretatie van de resultaten
1	Gestructureerd onderzoekend leren	Gegeven door de leraar	Gegeven door de leraar	Open voor de leerling
2	Begeleid onderzoekend leren	Gegeven door de leraar	Open voor de leerling	Open voor de leerling
3	Zelfstandig onderzoekend leren	Open voor de leerling	Open voor de leerling	Open voor de leerling

Ter verduidelijking laten we in tabel 3 per niveau zien welke activiteiten de leerlingen zelfstandig doen. Deze tabel maakt duidelijk dat de leerlingen bij het zelfstandig onderzoekend leren het meeste zelf de regie voeren.

1.2.2 Toelichting bij de niveaus

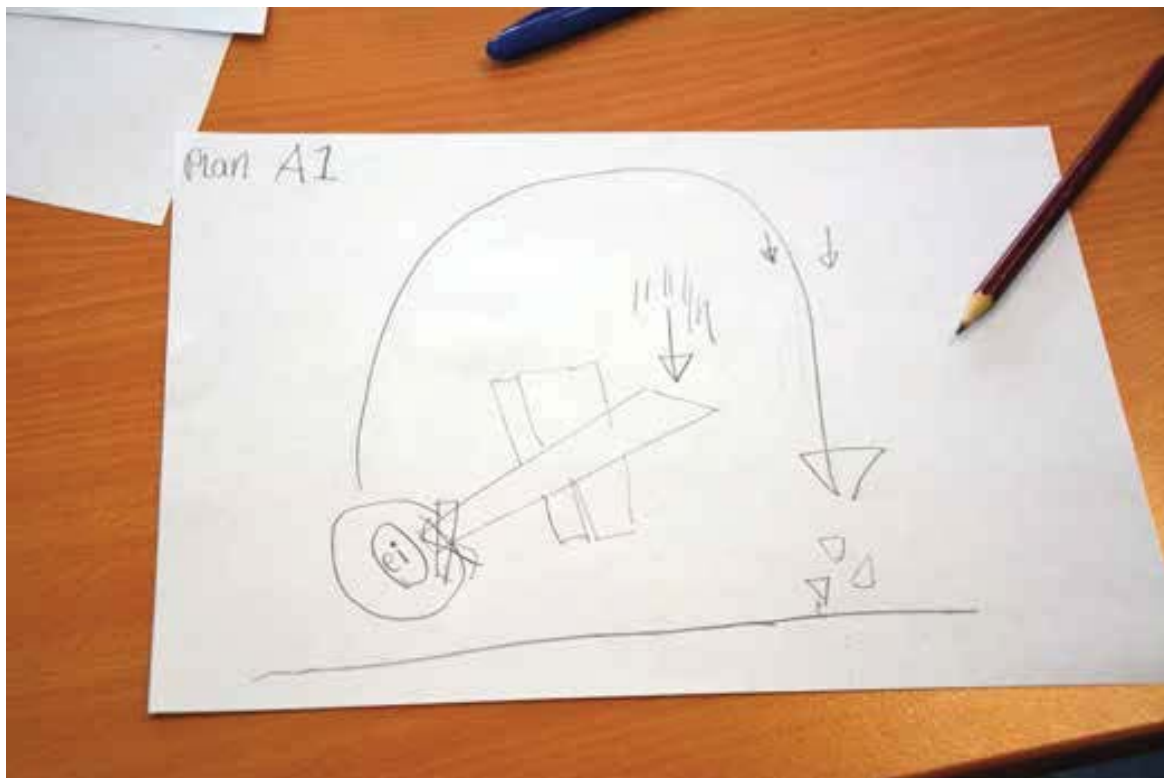
Hieronder lichten we de drie niveaus verder toe en benoemen per niveau een aantal kenmerken. Deze zijn samengevat in tabel 3.

Gestructureerd onderzoekend leren – NIVEAU 1

Het gestructureerd onderzoekend leren is sterk leraargestuurd. Leerlingen krijgen van hun leraar een onderzoeksvraag voorgelegd. Die gaan ze onderzoeken aan de hand van de procedures die de leraar voorschrijft. Ze krijgen stapsgewijze instructie per onderdeel van het onderzoeksproces. Vervolgens trekken ze conclusies over de onderzoeksvraag.

Begeleid onderzoekend leren – NIVEAU 2

Dit niveau van onderzoekend leren is minder dichtgetimmerd dan het gestructureerd onderzoekend leren. De leerlingen krijgen hier al wat meer ruimte om het proces zelf vorm te geven. Zij nemen verantwoordelijkheid voor de richting van hun onderzoek en voor de opzet ervan. De leraar helpt hen bij het opstellen van een onderzoeksplan, bijvoorbeeld door een set van onderzoeksvragen aan te bieden waaruit leerlingen mogen kiezen of door de leerlingen een bepaalde onderzoeksvraag te geven. De leraar geeft richtlijnen voor de onderzoeksopzet bij de onderzoeksvraag, waarna de leerlingen zelfstandig (bij voorkeur in groepjes) een onderzoek opzetten. Na de uitvoering van hun onderzoek trekken de leerlingen conclusies waarmee ze hun onderzoeksvraag kunnen beantwoorden. In vergelijking met het gestructureerd onderzoekend leren hebben de leerlingen op dit niveau meer vrijheden ten aanzien van de opzet van hun onderzoek. Ze zelf bedenken zelf hoe ze een antwoord op hun onderzoeksvraag kunnen krijgen.



Schets van een plan van leerlingen van Montessorischool Westervoort om verrassingseieren te versnellen. De vraag is door de leraar gegeven.

Zelfstandig onderzoekend leren – NIVEAU 3

Het zelfstandig onderzoekend leren is sterk leerlinggestuurd; de leraar heeft de rol van procesbegeleider en stuurt alleen indien het nodig is. Leerlingen nemen zelf de verantwoordelijkheid voor het opstellen van hun onderzoeksvraag en voor de opzet van het onderzoek. Dit doen ze onder begeleiding van de leraar. Op basis van een thema dat met de hele klas breed is verkend, bedenken de leerlingen (bij voorkeur in groepjes) zelf onderzoekbare vragen. Ze nemen beslissingen over het ontwerp ofwel de opzet van hun onderzoek, het uitvoeren van het onderzoek, de conclusies en het communiceren van de resultaten aan de klas.

Tabel 3. Onderzoeksactiviteiten waarbij de leerlingen bij elk niveau een hogere mate van zelfsturing krijgen.

Gestructureerd	Begeleid	Zelfstandig
		Onderzoeksvraag opstellen
	Onderzoek opzetten	Onderzoek opzetten
Onderzoek uitvoeren	Onderzoek uitvoeren	Onderzoek uitvoeren
Resultaten verwerken	Resultaten verwerken	Resultaten verwerken
Conclusies trekken	Conclusies trekken	Conclusies trekken

1.3 Leeropbrengsten bij onderzoekend leren

Enkele leereffecten bij onderzoekend leren

Bij het zelfstandig onderzoekend leren zien we een enorme betrokkenheid en motivatie bij de leerlingen. Ze krijgen de kans om binnen een bepaald thema hun eigen vraag te onderzoeken; dat geeft een enorme boost en bevordert de intrinsieke motivatie (Peeters, Arntz & Mourad, 2014). Dit beeld komt ook naar voren uit onderzoek waarin de positieve effecten van onderzoekend leren onderstreept worden. Er is veel onderzoek gedaan naar de relatie tussen het niveau van onderzoekend leren en de resultaten van leerlingen. Uit een reviewstudie (Minner, Levy & Century, 2010) en meta-analyse (Schroeder, Scott, Tolson, Huang & Lee, 2007) blijkt dat onderzoekend leren positieve leeruitkomsten geeft, zoals vergroot conceptueel leren. Wanneer leerlingen zelf op onderzoek uit kunnen gaan en zelf dingen ontdekken, leidt dat tot een sterkere toename van de conceptuele kennis dan wanneer ze een experiment uitvoeren dat de leraar hen heeft uitgelegd en gedemonstreerd (Jalil, Abu Sbeih, Boujettif & Barakat, 2009).

Ander onderzoek toont aan dat bij het zelfstandig onderzoekend leren hogere-orde denkvaardigheden zoals analyseren en creëren meer aan bod komen. Dit geldt ook voor de toepassing van wetenschappelijke procesvaardigheden, zoals observeren, analyseren, concluderen en presenteren (Sadeh en Zion, 2009; Krystyniak and Heikkinen 2007). Deze vaardigheden kunnen dus het beste geoefend worden in projecten die de leerlingen de ruimte bieden om zelfstandig keuzes te maken. Als laatste merken we op dat leerlingen bij het zelfstandig onderzoekend leren, juist door de vele vrijheden die ze krijgen, de authentieke natuur van wetenschap beter kunnen ervaren. Ze doorlopen zelfstandig het onderzoeksproces en ervaren daardoor hoe wetenschappers te werk gaan en tegen welke problemen ze aanlopen. Bovendien hebben we ervaren dat samenwerken, in het bijzonder wanneer leerlingen binnen hun groep moeten overleggen, ertoe bijdraagt dat leerlingen beter begrip krijgen van de wetenschappelijke concepten.

Moeten we altijd streven naar het zelfstandig onderzoekend leren?

Ondanks de positieve resultaten van het zelfstandig onderzoekend leren, zijn er ook situaties waarin het juist wenselijk is om te kiezen voor gestructureerd of begeleid onderzoekend leren. Wanneer je bijvoorbeeld binnen een thema als 'Kracht en Beweging' wilt dat de leerlingen het mechanisme ofwel de werking van hefboomen al onderzoekend ontdekken, dan is het gestructureerd of begeleid onderzoeken meer geschikt. Hierbij krijgen de leerlingen een onderzoeksvraag en (eventueel) een onderzoeksopzet voorgelegd die hen al stuurt in de richting die de leraar wil dat ze exploreren, waardoor de kans op mislukken klein is. Bij het zelfstandig onderzoekend leren zijn de leerlingen vrijer om zelf een onderzoeksvraag te bedenken en dan is het maar de vraag of de werking van een hefboom aan bod komt.

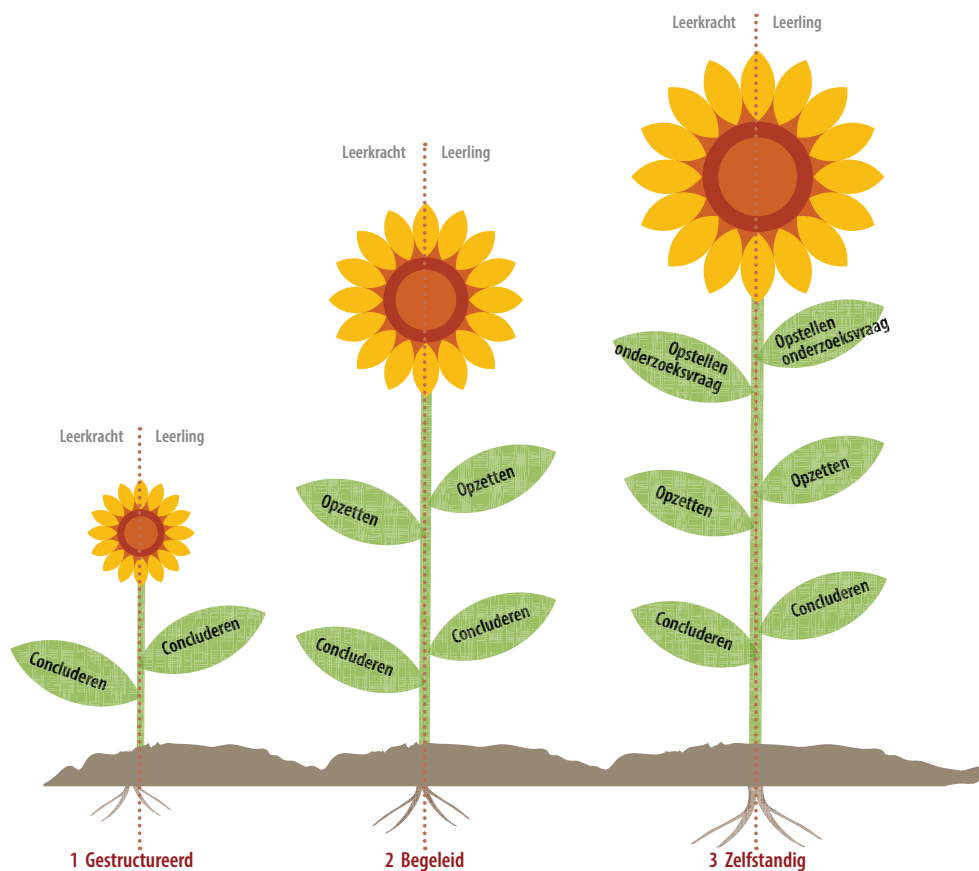
Hoewel leerlingen in sommige situaties meer baat hebben bij gestructureerd en begeleid onderzoekend leren, gaan we in dit boek uit van het streven van leraren om projecten vorm te geven op het niveau van zelfstandig onderzoekend leren, waarbij van leerlingen binnen bepaalde kaders veel zelfsturing wordt verwacht.

1.4 Een groeimodel voor onderzoekend leren

We hebben een groeimodel ontwikkeld waarmee we laten zien hoe je projecten op een steeds hoger niveau van onderzoekend leren kunt vormgeven en waarbij de intrinsieke motivatie van leerlingen steeds sterker wordt. Eén van je lesdoelen is daarbij dat de wetenschappelijke procesvaardigheden ofwel onderzoeksvaardigheden van leerlingen groeien evenals hun onderzoekende houding.

Het groeimodel geeft leerlingen de mogelijkheid om zich het proces van onderzoekend leren stap voor stap eigen te maken. Minstens zo belangrijk is dat het ook de leraar de kans geeft te groeien in de begeleiding van dit proces. De leraar groeit met de leerlingen mee in zowel inhoud als houding ten aanzien van onderzoekend leren en in de rol van begeleider van het leerproces.

1.4.1 De drie niveaus in het groeimodel voor onderzoekend leren



Figuur 1. Het groeimodel onderzoekend leren aan de hand van de groei van een zonnebloem.

In figuur 1 hebben we de verschillende niveaus van onderzoekend leren gevisualiseerd aan de hand van de groei van een zonnebloem. Deze visualisatie kan een leraar houvast geven bij het bepalen van het niveau van onderzoekend leren dat bij hem/haar en de leerlingen past en laat ook zien wat er nodig is om het onderzoekend leren op een hoger en dus zelfstandiger niveau te krijgen. Voor de helderheid gaan we er in dit model vanuit dat de ervaring van de leraar en die van zijn of haar

leerlingen bij de verschillende onderdelen van het onderzoeksproces enigszins vergelijkbaar zijn. Natuurlijk zijn er ook situaties waarin deze ervaringen uiteenlopen; daar komen we later op terug.

De onderzoeksfasen in het groeimodel

De visualisatie toont van links naar rechts hoe de zonnebloem in de verschillende stadia groeit. Eerst zien we het kiempje uitkomen, waarna de plant langzaam groeit en de eerste blaadjes zichtbaar worden. Gaandeweg komen er meer blaadjes bij en ontstaat er een mooie, volgroeide bloem, waar zonnebloempitjes inzitten. De linkerkant van de zonnebloem geeft de ervaring van de leraar bij het niveau weer, de rechterkant de ervaring van de leerlingen. De blaadjes aan de steel visualiseren de drie onderdelen van het onderzoeksproces, waarbij de mate van zelfsturing van leerlingen toeneemt:

- Concluderen;
- Opzetten en uitvoeren onderzoek;
- Opstellen onderzoeksvraag.

Het model illustreert goed dat het zowel voor de leerlingen als voor de leraar belangrijk is om geleidelijk meer ervaring met de verschillende aspecten van het onderzoeksproces op te doen.

1.4.2 Aandachtspunten bij het groeimodel

Er zijn bij het groeimodel een aantal aandachtspunten waarmee rekening moet worden gehouden wil men verder groeien.

Geleidelijke toename in zelfsturing en zelfstandig samenwerken van de leerlingen

Het komt de kwaliteit van de onderzoeken die leerlingen opzetten en uitvoeren ten goede als er een geleidelijke opbouw is in de mate van zelfsturing. Deze opbouw kan in de loop van verschillende projecten worden gerealiseerd, waarbij ieder project steeds op een niveau hoger wordt ingestoken. Op deze manier hoeven de leerlingen zich in een project slechts op één nieuwe onderzoeksvaardigheid te richten en kan de rest van hun inspanning naar het onderzoek zelf gaan. De geleidelijke toename in zelfsturing is juist bij het onderzoekend leren belangrijk omdat de leerlingen hierbij veelal in groepjes aan hun onderzoek werken. Wanneer het zelfstandig samenwerken voor hen nieuw is, is het goed om ook dat geleidelijk op te bouwen en hen er succeservaringen mee op te laten doen.

Alle onderzoeksfasen van een project zelfstandig leren vormgeven

We zien soms dat leraren die starten met onderzoekend leren hun leerlingen al binnen het eerste project alle onderzoeksfasen zelfstandig willen laten vormgeven. Wij adviseren die leraren dan om eerst te oefenen met de drie onderdelen van het onderzoeksproces (vraag opstellen, opzet en uitvoering onderzoek, conclusie), bijvoorbeeld in korte, aparte lessen. Zo kan in een les waarin een klassikale vraag of een vraag van een leerling centraal staat, in groepjes een plan worden gemaakt voor het vinden van een antwoord op de vraag. Ook kunnen leerlingen het proces van concluderen oefenen met behulp van fictieve data of in een gezamenlijk uitgevoerd experiment. Ze leren dan hoe ze vanuit ruwe gegevens of meetresultaten een antwoord kunnen vinden op hun onderzoeksvraag. Er kan worden geoefend met het opstellen van een onderzoeksvraag in een les waarin besproken wordt wat een onderzoekbare vraag is en aan welke criteria die vraag moet voldoen wil je die kunnen onderzoeken.

Kennis over het onderzoeksproces

We beschouwen kennis over een specifiek onderdeel van het onderzoeksproces als een voorwaarde om leerlingen daar goed bij te kunnen begeleiden. Zo hebben leraren eerst globale kennis nodig over de manier waarop wetenschappers onderzoek doen en hoe zij vanuit een onderzoeksvraag tot een antwoord komen, alvorens ze hun leerlingen daar goed bij kunnen begeleiden. Daarnaast hebben de leraren didactische kennis nodig over hoe zij hun leerlingen kunnen begeleiden bij de drie onderdelen van een onderzoek. Wanneer is een vraag een goede onderzoeksvraag? Waar moeten de leerlingen op letten bij de opzet van hun onderzoek? Hoe zorg ik dat ze eerlijk onderzoek uitvoeren (met één variabele)? Hoe kunnen de leerlingen conclusies trekken op basis van de gegevens die ze verzamelen?



Leraren volgen een workshop over onderzoeksvragen tijdens de WKRU Winterschool 2014.

Ervaring en onderzoekende houding van de leraar en leerlingen

De onderzoekende houding van de leraar heeft grote invloed op die van de leerlingen. Het is belangrijk om een sfeer te scheppen waarin vragen stellen de norm is. Wanneer een leraar het voorbeeld stelt en zich hardop dingen afvraagt waar hij of zij echt nieuwsgierig naar is, zullen de leerlingen zich dit gedrag ook steeds meer eigen maken. De leraar zal gaandeweg steeds meer de rol van inhoudelijk expert durven loslaten en laten zien dat je, wanneer je je iets afvraagt, op onderzoek uit kunt gaan om zo een antwoord te vinden op je vragen. Gaandeweg zullen de leerlingen het samenwerken steeds beter in de vingers krijgen en steeds zelfstandiger met hun groepje op onderzoek uit kunnen gaan. De onderzoekende houding van zowel leraar als leerlingen is dus continu in ontwikkeling.

1.4.3 Het groeimodel toepassen

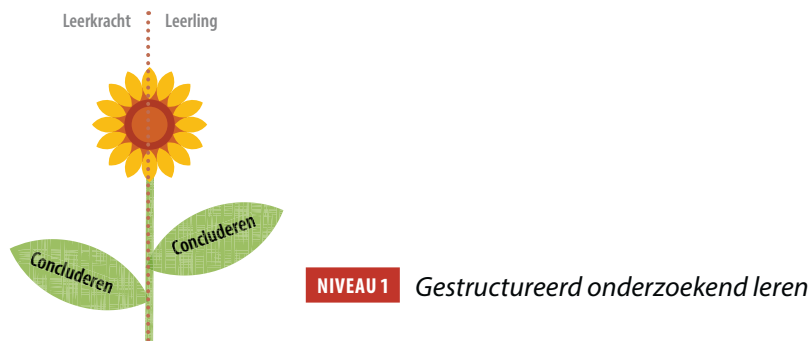
Om het groeimodel te kunnen gebruiken, moet allereerst worden vastgesteld op welk niveau van onderzoekend leren jij en je leerlingen zich bevinden. Met welk niveau van onderzoekend leren hebben jullie ervaring al opgedaan? Een volgende stap is je te verdiepen in de vraag hoe je naar een zelfstandiger niveau van onderzoekend leren kunt komen en hoe je je leerlingen op dat niveau kunt begeleiden.

Stel vast waar jij en je leerlingen staan

Stel vast met welke deelaspecten er al ervaring is opgedaan. Natuurlijk zijn er ook situaties waarin jouw ervaringen met verschillende onderzoeksfases en die van je leerlingen uiteenlopen. Jij hebt bijvoorbeeld al wel ervaring met het opstellen van een onderzoeksvraag en het begeleiden van leerlingen bij het maken van een onderzoeksopzet, maar de leerlingen nog niet. In dat geval adviseren wij om deze onderdelen eerst in aparte lessen, los van het project, met de leerlingen te oefenen. In hoofdstuk 2, dat een leidraad biedt voor een project onderzoekend leren op één van de drie niveaus, geven we meer informatie over de hulpmiddelen die bij dergelijke lessen kunnen worden ingezet.

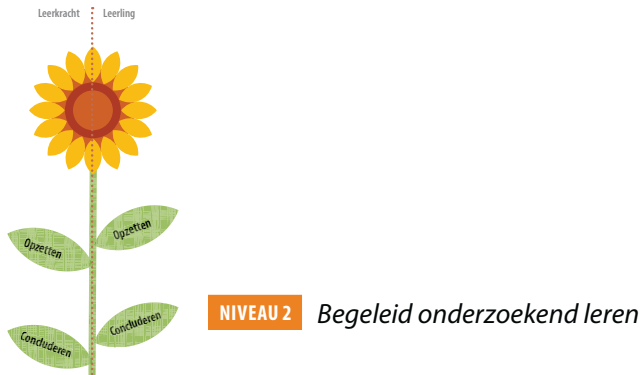
Hoe kom je tot een hoger niveau van onderzoekend leren?

Nadat je hebt vastgesteld op welk niveau jij en je klas staan, ga je je verdiepen in de vraag hoe je je ervaring in het volgende project kunt uitbreiden naar een hoger niveau. Per niveau van onderzoekend leren benoemen we kennis- en/of vaardigheidsaspecten die een rol spelen bij de begeleiding.



- **Kennis** over de onderzoekscyclus. Hoe komen wetenschappers tot antwoorden op hun onderzoeksvragen? Welke stappen nemen zij daarbij, of anders gezegd: hoe komt wetenschappelijke kennis tot stand? Een goed hulpmiddel hierbij zijn de stappen van het onderzoekend leren. Wanneer de leraar kennis heeft van de (empirische) onderzoekscyclus in de wetenschap kan al snel een parallel getrokken worden met de stappen van onderzoekend leren die leerlingen doorlopen bij het vinden van antwoorden op hun vragen. Verdiep je in het zevenstappenmodel van tabel 1 en de bijbehorende activiteiten. De poster 'De stappen van het onderzoekend leren' die je in de klas kunt ophangen of op een digibord kunt projecteren, kan hierbij een hulpmiddel zijn voor jou en je leerlingen. Deze poster is te downloaden via de site www.wetenschapdeklasin.nl.
- **Kennis** over het trekken van conclusies op basis van onderzoeksresultaten. Bij het gestructureerd onderzoekend leren zal een leraar de leerlingen opdracht geven om de resultaten van hun onderzoek in kaart te brengen, om vervolgens een antwoord te krijgen op de onderzoeksvraag. Belangrijk is dat de leraar het onderscheid kent tussen resultaten en conclusies.

- De **vaardigheid** om je leerlingen te begeleiden bij het trekken van conclusies. Je kunt hiervoor een hulpmiddel gebruiken; zie hoofdstuk 2. Ook kan het onderzoekend leren voorafgaand aan een project in een aparte les geoefend worden met het trekken van een conclusie op basis van resultaten.



- Voor de opzet van een onderzoek is **kennis** nodig over wat ‘eerlijk onderzoeken’ inhoudt. Eerlijk onderzoeken houdt in dat slechts één variabele in het onderzoek veranderd wordt en de andere omstandigheden hetzelfde blijven. Dit doe je om zeker te weten dat je niet per ongeluk de verkeerde vraag beantwoordt. Deze kennis is van belang bij het opzetten van een onderzoek en bij het trekken van conclusies naar aanleiding van een onderzoek.
- **Kennis en vaardigheid** in het begeleiden van leerlingen bij hun onderzoeksopzet. In een achtergrondartikel dat we hebben gepubliceerd in JSW (Peeters & van Baren-Nawrocka, 2014), staan suggesties voor de manier waarop dit proces kan worden vormgegeven, zoals door het introduceren van een onderzoekslogboek waarin de ervaringen van een groepje met de opzet en uitvoering van het onderzoek worden vastgelegd, het stellen van sturende vragen aan leerlingen die vast dreigen te lopen, het laten opzetten van een onderzoek aan de hand van een stappenplan en het bespreken van wat ‘eerlijk onderzoeken’ inhoudt.
 - Een (onderzoeks)logboek helpt de leerlingen om na afloop de stappen van hun onderzoek te reconstrueren en soms ook verklaringen te vinden voor hun bevindingen. Ook vormt het een mooi houvast bij het voorbereiden van de presentatie, omdat ze hun ervaringen erin hebben opgetekend. Per groepje kunnen ze beschrijven wat hun ervaringen zijn tijdens het project, wat ze geleerd hebben, de vragen die ze hebben, waar ze tegenaan lopen tijdens het onderzoeksproces, de rolverdeling en afspraken binnen hun groepje en de verzamelde gegevens.
 - Het onderzoeksplan is een stappenplan dat houvast en structuur biedt, zodat de leerlingen tijdens het onderzoek niet vastlopen of iets vergeten. In het onderzoeksplan komen verschillende dingen aan bod waar de leerlingen bij de opzet van hun onderzoek rekening mee moeten houden. *Wat gaan we onderzoeken? Hoe gaan we dat aanpakken? Wat moeten we daarvoor regelen, maken of vragen? Hoe gaan we de gegevens noteren? Wat verwachten we dat uit ons onderzoek zal komen (de hypothese)?* Het onderzoeksplan kan het beste vooraf met de leerlingen doorlopen worden. Het is belangrijk om hierbij niet alleen aandacht te besteden aan de verschillende onderdelen van het onderzoeksplan, maar om ook aan de hand van een concreet voorbeeld te modelleren (dat wil zeggen hardop denkend voor te doen) hoe het onderzoeksplan moet worden ingevuld en zo te komen tot een plan van aanpak voor hun eigen onderzoek.



NIVEAU 3 Zelfstandig onderzoekend leren

- **Kennis** over wat goede onderzoeksvragen zijn en aan welke criteria een goede onderzoeksvraag moet voldoen. In een achtergrondartikel in JSW (Peeters & Meijer, 2014) beschrijven we wat de criteria zijn voor een goede onderzoeksvraag (zie ook Meijer, Peeters, Peeters en Schaeffer, 2014). Een onderzoeksvraag moet bijvoorbeeld specifiek en afgebakend zijn, passen bij het thema en enkelvoudig en uitvoerbaar zijn.
- Denk na over hoe je je leerlingen kunt begeleiden bij het formuleren van een goede onderzoeksvraag. In het eerder genoemde achtergrondartikel (Peeters & Meijer, 2014) staan suggesties voor de manier waarop je dit proces goed kunt begeleiden. Zo is het belangrijk om uit te gaan van bestaande vragen en die zo goed mogelijk om te buigen tot onderzoekbare vragen. Ook kun je leerlingen stimuleren tot het gerichter stellen van vragen, bijvoorbeeld door een thema onder te verdelen in subthema's, die voor afbakening zorgen. Ook een *mindmap* kan leerlingen houvast geven bij de vraag wat ze al van het onderwerp weten en waar een kennishiaat zit, waardoor ze tot nieuwe vragen kunnen komen. Het filmpje 'Hoe stel je een onderzoeksvraag op?' (www.wetenschapdeklasin.nl) laat zien hoe een leraar de leerlingen begeleidt bij het opstellen van een onderzoekbare vraag. Hulpmiddelen die je hierbij kunt inzetten, zijn onder andere een oefenblad waarmee ze leren wat criteria zijn voor een goede onderzoeksvraag en een 'vragenmachientje', waarmee ze hun eigen onderzoeksvraag kunnen toetsen aan vooraf opgestelde criteria. Het verdient aanbeveling om het opstellen van een goede onderzoeksvraag voorafgaand aan een project onderzoekend leren als een losse activiteit in de klas te behandelen.

Hoe kunnen we nog verder groeien in het zelfstandig onderzoekend leren?

Het zelfstandig onderzoekend leren vormt binnen ons model het hoogste niveau. Echter, leerlingen kunnen ook binnen het zelfstandig onderzoekend leren groei laten zien, met name op het gebied van het opstellen van verschillende soorten onderzoeksvragen. De makkelijkste onderzoeksvragen zijn vragen die gaan over een verkennend onderzoek. Denk hierbij in eerste instantie aan tel- en meetvragen. Maar ook vergelijkingsvragen vallen hieronder. Vooral vergelijkingsvragen zijn erg populair bij leerlingen. Voor leerlingen die beginnen met onderzoekend leren zijn dit type onderzoeksvragen al uitdagend genoeg. Wanneer hun ervaring toeneemt, kunnen echter hogere eisen worden gesteld aan de onderzoeksvraag en het soort onderzoek dat ze gaan doen. Een logische volgende stap is een gevolgenonderzoek, waarbij onderzoek gedaan wordt naar de gevolgen van een bewust aangebrachte verandering. Ook een oorzakenonderzoek, waarbij op zoek gegaan wordt naar de oorzaken van een gewenst resultaat, vormt een grotere cognitieve uitdaging voor leerlingen dan een verkennend onderzoek. Als laatste onderscheiden we het relatie-beschrijvend onderzoek, waarbij bepaald wordt wat de relatie is tussen twee factoren. Uiteraard is de onderzoeksvraag leidend voor het soort onderzoek dat moet worden gedaan om een antwoord op die vraag te krijgen.

Het zal niet altijd mogelijk zijn om bij een thema alle soorten onderzoek aan bod te laten komen. Het kan de moeite waard zijn om te verkennen of leerlingen hun vraag net wat anders kunnen formuleren waardoor het onderzoek interessanter wordt. Bij elk soort onderzoek zullen de leerlingen hun gegevens op een andere manier weergeven. Voor meer informatie en voorbeelden over de diverse soorten onderzoek verwijzen we naar het boek *Praktische didactiek voor natuuronderwijs* (de Vaan & Marell, 2012).

- Een volgende uitdaging kan zijn om leerlingen te laten formuleren wat hun mogelijke antwoord straks kan bijdragen aan de kennis over het onderwerp en dit te gebruiken als een selectie criterium bij het beoordelen van hun onderzoeksvraag.

1.5 Het groeimodel onderzoekend leren in dit boek

Dit boek biedt een leidraad voor alle drie de niveaus van onderzoekend leren aan de hand van de zeven stappen van onderzoekend leren.

Tabel 4 laat zien hoe de drie niveaus verschillen per stap van het onderzoekend leren. Deze verschillen zien we terug bij de stappen 3, 4 en 5, de fasen van het eigenlijke onderzoek.

Tabel 4. Niveaus van onderzoekend leren, gekoppeld aan de stappen

Stappen OL	Niveau 1: gestructureerd OL	Niveau 2: begeleid OL	Niveau 3: zelfstandig OL
1. Introductie	De leraar introduceert op speelse wijze het onderwerp dat als inspiratie zal dienen voor het eigen onderzoek van de leerlingen. Dit is hetzelfde voor alle niveaus.		
2. Verkennen	Leerlingen verkennen zelf het onderwerp aan de hand van de in dit boek beschreven activiteiten. Dezelfde activiteiten voor alle niveaus.		
3a. Onderzoeksvraag opstellen	De leraar geeft de onderzoeksvraag.		Leerlingen bedenken zelf een onderzoeksvraag.
3b. Opzetten onderzoek	De leraar vertelt hoe het onderzoek/ experiment is/ wordt opgezet.	Leerlingen zetten zelf een onderzoek op, op basis van de vraag van de leraar.	Leerlingen zetten zelf een onderzoek op, op basis van de eigen onderzoeksvraag.
4. Uitvoeren experiment	De leraar vertelt hoe het onderzoek verloopt. Leerlingen gaan een van de aanwezige plannen uitvoeren, gegeven door de leraar.	Leerlingen voeren zelf een onderzoek uit op basis van een zelf ontwikkeld plan. Eigen plan uitvoeren. De leraar gaat na of de leerlingen de juiste meetinstrumenten gebruiken en de resultaten juist noteren.	
5. Concluderen	Leerlingen trekken zelf conclusies op basis van het door de leraar beschreven onderzoek.	Leerlingen trekken zelf conclusies op basis van het zelf bedachte en uitgevoerde onderzoek.	
6. Presenteren	Leerlingen presenteren hun onderzoek. Dit is hetzelfde voor alle niveaus.		
7. Verdiepen/verbreden	Klassikaal vinden er verdiepende en/of verbredende activiteiten plaats. Dezelfde activiteiten voor alle niveaus.		

In tabel 4 zijn de niveaus van het onderzoekend leren gekoppeld aan de verschillende stappen per niveau. Het volgende hoofdstuk biedt leraren nog meer handvatten bij het precies vormgeven van het onderwijsleerproces en er wordt aangegeven welke hulpmiddelen daarbij ingezet kunnen worden.

Referenties

- Blanchard, M. R., Southerland, S. A., Osborne, J. W., Sampson, V. D., Annetta, L. A., & Granger, E. M. (2010). Is inquiry possible in light of accountability?: A quantitative comparison of the relative effectiveness of guided inquiry and verification laboratory instruction. *Science Education, 94*(4), 577-616.
- De Vaan, E., & Marell, J. (2012). *Praktische didactiek voor natuuronderwijs* (7^e ed.). Bussum: Coutinho.
- Jalil, P.A., Abu Sbeih, M.Z., Boujettif, M., & Barakat, R. (2009). Autonomy in Science Education: A Practical Approach in Attitude Shifting Towards Science Learning, *Journal of Science Education and Technology, 18*(6), 476-486.
- Sadeh, I., & Zion, M. (2009). The development of dynamic inquiry performances within an open inquiry setting: A comparison to guided inquiry setting, *Journal of Research in Science Teaching, 46*(10), 1137-1160.
- Krystyniak, R.A., & Heikkinen H.W. (2007). Analysis of verbal interactions during an extended, open-inquiry general chemistry laboratory investigation, *Journal of Research in Science Teaching, 44*(8), 1160-1186.
- Minner, D., Levy, A., & Century, J. (2010). Inquiry-based instruction – what is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2004. *Journal of Research in Science Teaching, 47*(4), 474-496.
- Peeters, M., & Van Baren-Nawrocka, J. (2014). Onderzoekend leren: Hoe begeleid je leerlingen bij hun eigen onderzoek? *JSW, 10*, 18-21.
- Peeters, M., Arntz, K., & Mourad, L. (2014). Intrinsieke motivatie en onderzoekend leren, *Mensenkinderen, 144*, 22-24.
- Peeters, M., & Meijer, W., (2014). Onderzoekend leren: Hoe stel je een onderzoeksvraag op? *JSW, 5*, 6-9.
- Meijer, W., Peeters, M., Peeters, J., & Schaeffer, E. (2014). Aan de slag met onderzoekbare vragen, *NVOX, 1*, 117-119.
- Peeters, M., Meijer, W., & Verhoeff, R. (red.) (2014). *Wetenschappelijke doorbraken de klas in! Waarnemen en bewegen, Onder invloed en Gevaarlijke ideeën*. Nijmegen: Wetenschapsknooppunt Radboud Universiteit Nijmegen.
- Peeters, M., Meijer, W., & Verhoeff, R. (red.) (2013). *Wetenschappelijke doorbraken de klas in! DNA, Gedrag en Infecties onder de loep*. Nijmegen: Wetenschapsknooppunt Radboud Universiteit Nijmegen.
- Peeters, M., Meijer, W., & Verhoeff, R. (red.) (2012). *Wetenschappelijke doorbraken de klas in! Angst, Grafeen en Denkbeelden over het begin*. Nijmegen: Wetenschapsknooppunt Radboud Universiteit Nijmegen.
- Schraw, G., Crippen, K.J., & Hartley, K. (2006). Promoting Self-Regulation in Science Education: Metacognition as Part of a Broader Perspective on Learning, *Research in Science Education, 36*, 111-139.
- Schroeder, C., Scott, T., Tolson, H., Huand, 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*(10), 1436-1460.
- Van de Keere, K., & Vervaet, C. (2013). *Leren is onderzoeken: Aan de slag met wetenschap in de klas*. Leuven: Lannoo Campus.

- Van Graft, M., & Kemmers, P. (2007). Onderzoekend en ontwerpend leren bij natuur en techniek: Basisdocument over de didactiek voor onderzoekend en ontwerpend leren in het primair onderwijs. Den Haag: Stichting Platform Bèta Techniek.

Overige

Hoe stel je een onderzoeksvraag op?

<https://www.youtube.com/watch?v=Oa-hcWdEriU&feature=youtu.be>.