

Leidraad onderzoekend leren

Wetenschappelijke doorbraken de klas in!



Wetenschappelijke doorbraken de klas in!

Leidraad onderzoekend leren

Deze Leidraad onderzoekend leren (2019) hoort bij de boekenreeks *Wetenschappelijke doorbraken de klas in!*

De boekenreeks *Wetenschappelijke doorbraken de klas in!* bestaat uit de volgende uitgaven:

Boek 1: Angst, Grafeen en Denkbeelden over het begin (2012)

Boek 2: DNA, Gedrag en Infecties onder de loep (2013)

Boek 3: Waarnemen en bewegen, Onder invloed en Gevaarlijke ideeën (2014)

Boek 4: Higgsdeeltje, Netwerken in het brein en Wonderkind (2015)

Boek 5: Typisch Nederlands, Elkaar begrijpen en Het oog (2016; 2e druk 2019)

Boek 6: Molecuulbotsingen, Stress en Taal der zintuigen (2017)

Boek 7: Malaria, Jheronimus Bosch en Geheugen (2018)

Boek 8: Kleding, Magneteten en Protest (2019)

Engelse uitgave: Language of the senses, DNA, Understanding each other & Higgs boson (2017)

Wilt u een exemplaar bestellen?

Ga naar www.wkru.nl

Wetenschappelijke doorbraken de klas in!

Leidraad onderzoekend leren

Drs. Jan van Baren-Nawrocka & dr. Sanne Dekker

Editie 2019

Tweede druk

Colofon

Opmaak: Jimmy Israel

Druk en afwerking: Zalsman B.V. Zwolle

Coverfoto: Jimmy Israel, © WKRU

Tweede druk, december 2019

Eerste druk, januari 2019

ISBN: 978-90-830422-0-6

NUR-code: 190

Wilt u een exemplaar bestellen?

Ga naar: www.wkru.nl/boek

Uitgave:

Wetenschapsknooppunt Radboud Universiteit

FNWI, postvak 77

Postbus 9010

6500 GL Nijmegen

Nederland

E-mail: infowkru@ru.nl

Telefoon: 024 366 72 22

Internet: www.wkru.nl; www.wetenschapdeklasin.nl



2019 Wetenschapsknooppunt Radboud Universiteit

Dit werk is gelicenseerd onder de licentie Creative Commons Naamsvermelding-NietCommercieel-GelijkDelen 4.0 Internationaal. Ga naar <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.nl> voor meer informatie over deze licentie.

Voor afbeeldingen gelden andere licentievoorwaarden; zie foto- en illustratieverantwoording achterin dit boek (p.77).

Inhoudsopgave

Inleiding. De waarde van onderzoekend leren	7
Hoofdstuk 1. Voorbereiding van een project onderzoekend leren	13
Hoofdstuk 2. De rol van de leraar bij onderzoekend leren	19
Hoofdstuk 3. De zeven stappen van onderzoekend leren	29
Stap 1. Introductie	31
Stap 2. Verkennen	34
Stap 3. Opzetten onderzoek	39
<i>Stap 3A. Een onderzoeksvraag formuleren</i>	42
<i>Stap 3B. Een onderzoeksplan maken</i>	53
Stap 4. Uitvoeren onderzoek	61
Stap 5. Concluderen	64
Stap 6. Presenteren	69
Stap 7. Verdiepen en verbreden	72
Referenties	76
Foto- en illustratieverantwoording	77
Dankwoord	78
Over de boekenreeks	80
Thema's per boek	81
Wetenschapsknooppunt Radboud Universiteit	82
Sponsoren	83



Inleiding De waarde van onderzoekend leren

In dit boek bieden we een leidraad voor leraren die een project onderzoekend leren willen uitvoeren in de bovenbouw van de basisschool. Deze leidraad is met name bedoeld om te gebruiken in combinatie met een van de themaprojecten uit de boekenreeks 'Wetenschappelijke doorbraken de klas in' van het Wetenschapsknooppunt Radboud Universiteit (WKRU). Deze leidraad geeft ook een aantal handvatten om met een eigen thema aan de slag te gaan.

We laten in deze leidraad aan de hand van de zeven stappen van onderzoekend leren van Van Graft & Kemmers (2007) zien hoe een project vormgegeven kan worden. Hierbij maken we onderscheid tussen de basisleidraad en het vervolg dat je daaraan kunt geven zodra zowel jij als je leerlingen voldoende vertrouwd zijn met de basis. De vervolgtips staan weergegeven in de kaders 'Ga verder'.

Deze leidraad zal op basis van nieuwe kennis en inzichten worden aangepast en verbeterd. De meest recente versie is altijd online beschikbaar op de website www.wetenschapdeklasin.nl. Vaak verwijzen we in de tekst naar materialen die op deze website staan. De website geven we aan met het volgende symbool: ☉

Ook voor de onderbouw werken we aan een leidraad onderzoekend leren. Wanneer deze gereed is, zullen we deze beschikbaar stellen op www.wetenschapdeklasin.nl ☉

Onze visie op onderzoekend leren

Bij het WKRU zien we onderzoekend leren als een manier van lesgeven waarbij de vragen van leerlingen het uitgangspunt zijn voor hun leerproces. We willen ervoor zorgen dat leerlingen nieuwsgierig worden en dat ze, op basis van hun interesse, zoveel mogelijk vragen bedenken om meer over het onderwerp te leren. Uiteindelijk kiezen de leerlingen (in een groepje) een vraag die ze nader willen onderzoeken. Ze voeren met hun groepje zelfstandig onderzoek uit om het antwoord op hun vraag te vinden. De leraar ondersteunt de leerlingen bij dit proces. De zeven stappen van Van Graft & Kemmers (2007) zijn daarbij het uitgangspunt.

In andere contexten wordt ook wel van onderzoekend leren gesproken als de leraar bijvoorbeeld een proefje voordoet in de klas of als de leerlingen zelfstandig een proef uitvoeren door een set instructies te volgen. In onze visie op onderzoekend leren kan dit een mogelijke opmaat zijn binnen een project, maar moet het eigenlijke onderzoekend leren dan nog plaatsvinden. Wij vinden dat er pas echt sprake is van onderzoekend leren als leerlingen zelf, onder begeleiding van de leraar, vanuit eigen interesse, hun eigen onderzoeksvraag bedenken en uitvoeren. De mate van sturing en begeleiding die ze daarbij van de leraar krijgen is afhankelijk van de ervaring van leerlingen en leraar. Onderzoekend leren vraagt dus een actieve houding van zowel leerlingen als leraren.

De waarde van onderzoekend leren

Een terechte vraag van veel leraren is: wat leren leerlingen door onderzoekend leren? Om deze vraag te beantwoorden, beschrijven we hieronder wat er vanuit de literatuur bekend is over de waarde en opbrengsten van onderzoekend leren. Daarin komen kennis, vaardigheden en houding van leerlingen aan bod.

Nieuwsgierigheid van de leerling staat centraal

In projecten onderzoekend leren is de nieuwsgierigheid van de leerlingen altijd het uitgangspunt: het is de bedoeling dat de leerlingen aan de slag gaan met een onderzoeksvraag waar ze echt graag het antwoord op willen weten. Binnen een thema is er dus keuzevrijheid voor de leerlingen. Dit maakt dat hun autonomiegevoel toeneemt. Bovendien bevordert het hun betrokkenheid, intrinsieke motivatie en wil om te onderzoeken en ontdekken (Silvia, 2008).

Het leren vanuit nieuwsgierigheid is meer dan alleen motiverend: onderzoek heeft aangetoond dat nieuwsgierigheid een positief effect heeft op leerprestaties. Zo liet een groot onderzoek zien dat intelligentie, inspanning én nieuwsgierigheid naar het onderwerp kunnen verklaren waarom leerlingen verschillen in hun prestaties op school (Von Stumm, Hell, & Chamorr-Premuzic, 2011). Daarnaast toonde hersenonderzoek aan dat nieuwsgierigheid zorgt voor een toestand waarin nieuwe informatie gemakkelijker opgeslagen wordt (Gruber, Gelman, & Ranganath, 2014). Al met al is leren vanuit nieuwsgierigheid dus verbonden met hogere intrinsieke motivatie, met hogere leerprestaties en met het makkelijker opslaan van nieuwe informatie in het geheugen.



Een oud boek wekt de nieuwsgierigheid van de leerlingen van de Roncallischool

Opbrengsten op het gebied van inhoudelijke kennis

Er is geen eenduidig antwoord op de vraag hoeveel kennis leerlingen over het thema opdoen via onderzoekend leren. In sommige onderzoeken werd vastgesteld dat inhoudelijke kennis over het thema meer toenam door onderzoekend leren dan door passieve kennisoverdracht (bijv. Minner, Levy, & Century, 2010); maar in andere onderzoeken concludeerde men dat onderzoekend leren juist tot minder inhoudelijke kennis leidde (bijv. Cairns & Areepattamannil, 2017). Deze verschillende uitkomsten zijn te verklaren door verschillen in de manier waarop de onderzoeken werden uitgevoerd (Teig, Scherer, & Nilsen 2018). Er waren bijvoorbeeld verschillen in de opvatting over onderzoekend leren, de manier waarop de effecten van onderzoekend leren werden gemeten, de mate waarin leerlingen hun eigen onderzoek mochten doen en de manier waarop de leraar het onderzoeksproces begeleidde. De conclusie is dan ook dat de inhoudelijke leeropbrengst sterk afhankelijk is van hoe het onderzoekend leren wordt vormgegeven.

Cruciaal voor een toename in inhoudelijke kennis over het thema is de manier waarop de leraar de leerlingen begeleidt tijdens het onderzoeksproces. Wanneer leerlingen nauwelijks tot geen begeleiding krijgen tijdens onderzoekend leren, leren zij minder dan door directe instructie (Kirschner, Sweller & Clark, 2006). Leerlingen kunnen door te weinig begeleiding verloren en gefrustreerd raken en er kunnen misconcepties ontstaan. Echter, met adequate begeleiding (bijvoorbeeld feedback, voorbeelden, uitleg, scaffolding) is onderzoekend leren wel effectief (Hmelo-Silver, Duncan, & Chinn, 2007; Lazonder & Harmsen, 2016). Tips voor hoe leraren onderzoekend leren kunnen begeleiden, zijn te vinden in hoofdstuk 2 van deze leidraad.

Dat onderzoekend leren met de juiste begeleiding kan leiden tot een toename in inhoudelijke kennis van de leerlingen, wordt verklaard doordat leerlingen tijdens het onderzoekend leren actief betrokken zijn bij het leerproces in plaats van dat zij passieve luisteraars zijn (Minner en collega's, 2010). Uit onderzoek blijkt dat leerlingen meer inhoudelijke kennis opdoen wanneer zij zelf actief zijn en ontdekken, dan wanneer ze een experiment uitvoeren dat de leraar hen heeft uitgelegd en gedemonstreerd (Jalil, Abu Sbeih, Boujetiff, & Barakat, 2009). Dit geeft aan hoe belangrijk het is dat leerlingen een actieve rol hebben in het bedenken en uitvoeren van hun eigen onderzoek.

Opbrengsten op het gebied van vaardigheden

In een project onderzoekend leren gebruiken leerlingen diverse vaardigheden. Daarbij kun je denken aan verschillende onderzoeksvaardigheden, zoals probleem verkennen, hypothesen opstellen, experimenten uitvoeren, resultaten interpreteren en conclusies trekken (Lazonder, 2018). Door onderzoekend leren wordt de ontwikkeling van deze onderzoeksvaardigheden gestimuleerd (Zion, Cohen & Amir, 2007; Lazonder, 2018). Instructie van de leraar helpt om de ontwikkeling van onderzoeksvaardigheden te versnellen (Lazonder & Harmsen, 2016).

Naast de onderzoeksvaardigheden ontwikkelen leerlingen door onderzoekend leren ook hogere orde denkvaardigheden, zoals analyseren, plannen, evalueren, creëren; en andere wetenschappelijke procesvaardigheden, zoals observeren en presenteren (Sadeh & Zion, 2009; Krystyniak & Heikkinen, 2007). Door het samenwerken in groepjes oefenen leerlingen bovendien hun vaardigheden op het gebied van samenwerken.

Opbrengsten op het gebied van houding

Tenslotte stimuleert onderzoekend leren een onderzoekende houding bij leerlingen. Bij onderzoekend leren ervaren leerlingen zelf hoe het is om onderzoek te doen. Dat is essentieel om goed te begrijpen hoe kennis tot stand komt en om (wetenschappelijke) kennis op waarde te kunnen schatten (Khishfe & Abd-El-Khalick, 2002; Mercer, Dawes, Wegerif, & Sams, 2004). Als leerlingen zelfstandig het onderzoeksproces doorlopen, leren ze dat ze zelf in staat zijn om antwoorden te vinden op hun vragen. Ze ervaren hoe wetenschappers te werk gaan en tegen welke problemen ze aanlopen. Ze leren dat kennis vergankelijk is en dat nieuwe experimenten tot nieuwe inzichten kunnen leiden. Ze leren om kritisch te zijn en op een gestructureerde, zorgvuldige manier te werk te gaan. Ook zullen ze ervaren dat elk antwoord dat ze vinden weer nieuwe vragen oproept. Kortom, ze gaan wetenschappelijk denken en leren hoe nieuwe kennis tot stand komt: namelijk door nieuwsgierigheid, twijfel, vragen stellen, kritisch nadenken en onderzoek doen!

Al met al kun je zeggen dat de didactiek van onderzoekend leren aansluit bij de nieuwsgierigheid van leerlingen, waardoor ze sterker intrinsiek gemotiveerd zijn. Met adequate begeleiding zullen leerlingen hun inhoudelijke kennis vergroten en verschillende (onderzoeks)vaardigheden ontwikkelen. De leeropbrengst van onderzoekend leren is afhankelijk van de manier waarop onderzoekend leren en de begeleiding door de leraar wordt vormgegeven. Als de leraar passende begeleiding biedt, wordt de leeropbrengst vergroot. Daarnaast stimuleert de ervaring met onderzoek doen een onderzoekende houding bij leerlingen. Ze leren hoe (wetenschappelijke) kennis tot stand komt en ontwikkelen een kritische houding.

Kunnen we dan concluderen: hoe meer onderzoekend leren, hoe beter? Nee, dat blijkt niet zo te zijn (Teig en collega's, 2018). Soms is directe instructie veel effectiever. Het beste is om onderzoekend leren af te wisselen met andere didactieken om tot een optimaal leerresultaat te komen. Uiteindelijk is de kwaliteit van het onderzoekend leren en de begeleiding van de leraar belangrijker voor het leerresultaat dan de kwantiteit.

Kerdoelen bij onderzoekend leren

Bij een project onderzoekend leren komen onderstaande kerndoelen aan bod. Daarnaast kunnen met de inhoudelijke thema's nog andere kerndoelen worden bereikt.

Mondeling onderwijs

1. De leerlingen leren informatie te verwerven uit gesproken taal. Ze leren tevens die informatie, mondeling of schriftelijk, gestructureerd weer te geven.
2. De leerlingen leren zich naar vorm en inhoud uit te drukken bij het geven van informatie, het uitbrengen van verslag, het geven van uitleg, het instrueren en bij discussiëren.
3. De leerlingen leren informatie te beoordelen in discussie en in een gesprek dat informatief of opiniërend van karakter is en leren met argumenten te reageren.

Schriftelijk onderwijs

4. De leerlingen leren informatie te achterhalen in informatieve en instructieve teksten, waaronder schema's, tabellen en digitale bronnen.
5. De leerlingen leren naar inhoud en vorm teksten te schrijven met verschillende functies, zoals; informeren, instrueren, overtuigen of plezier verschaffen.
8. De leerlingen leren informatie en meningen te ordenen bij het schrijven van een brief, een verslag, een formulier of een werkstuk. Zij besteden daarbij aandacht aan zinsbouw, correcte spelling, een leesbaar handschrift, bladspiegel, eventueel beeldende elementen en kleur.

Taalbeschouwing, waaronder strategieën

12. De leerlingen verwerven een adequate woordenschat en strategieën voor het begrijpen van voor hen onbekende woorden. Onder 'woordenschat' vallen ook begrippen die het leerlingen mogelijk maken over taal te denken en te spreken.

Mens en samenleving

37. De leerlingen leren zich te gedragen vanuit respect voor algemeen aanvaarde waarden en normen.



Hoofdstuk 1 Voorbereiding van een project onderzoekend leren

Een goede voorbereiding is onmisbaar voor een succesvol project onderzoekend leren. Hieronder staat een aantal aandachtspunten die horen bij een goede voorbereiding door de leraar.

Verdiep je in de didactiek van onderzoekend leren

Om leerlingen goed te kunnen begeleiden bij het doen van hun onderzoek, heb je kennis nodig van de didactiek van onderzoekend leren. Het gaat er dan om zowel de zeven stappen te kennen die leerlingen doorlopen, als om te weten hoe je ze daarbij begeleidt. Je hebt didactische kennis nodig om te weten hoe je je leerlingen kunt begeleiden bij het uitvoeren van een onderzoek. Wanneer is een vraag een goede onderzoeksvraag? Waar moeten de leerlingen op letten bij de opzet van hun onderzoek? Hoe zorg je dat ze 'eerlijk' onderzoek uitvoeren, dat wil zeggen slechts één factor variëren? Hoe kunnen ze conclusies trekken op basis van de gegevens die ze hebben verzameld? In dit boek beschrijven we het gehele proces, inclusief aanwijzingen hoe je leerlingen erin kunt begeleiden. Het is dan ook aan te raden om dit boek grondig door te nemen voordat je een project in de klas start. Ideaal gezien doe je onderzoekend leren met het hele team, zodat je samen kunt voorbereiden en van elkaar kunt leren. Aan leraren die behoefte hebben aan meer begeleiding biedt het WKRU diverse vormen van professionalisering aan (workshops, cursussen, coaching). Het actuele aanbod is te vinden op onze website www.wkru.nl.

Bepaal het thema en de leerinhoud

Een project onderzoekend leren start met het bedenken van een thema. Waar wil je het over hebben? Wat wil je dat de leerlingen aan het eind van het project hebben geleerd? In de boekenreeks 'Wetenschappelijke doorbraken de klas in' zijn een heel aantal projecten uitgewerkt waarin wetenschappelijke doorbraken centraal staan. De projecten gaan over diverse wetenschapsgebieden: denk aan natuurwetenschap (bijv. Higgs-deeltje, Molecuulbotsingen, Magneten), medische wetenschap (bijv. DNA, Het oog, Malaria), taal en cultuur (bijv. Typisch Nederlands, Jheronimus Bosch, Kleding) en neurowetenschap (bijv. Waarnemen en Bewegen, Stress, Geheugen). Elk jaar komen er drie nieuwe projecten bij. De boekenreeks is online in te zien via www.wetenschapdeklasin.nl en te bestellen via www.wkru.nl.

In de themahoofdstukken van de boekenreeks staat in de eerste paragraaf inhoudelijke informatie over het thema en een toelichting op de belangrijke begrippen. Ook lees je hoe wetenschappers onderzoek naar dit thema doen. Deze informatie kun je gebruiken om inhoudelijke kennis aan je leerlingen over te brengen en de ontdekkingen die leerlingen zelf doen te verbinden met het thema. Deze kennisbasis hebben de leerlingen nodig om tot goede vragen te komen. In de tweede paragraaf van de hoofdstukken staan activiteiten voor leerlingen beschreven. Deze activiteiten kunnen worden uitgevoerd in de introductie- en verkenningfase, en zijn bedoeld om kennis op te doen over het thema en ter inspiratie voor eigen onderzoeksvragen.

Als je zelf een thema vorm wilt geven, is het van belang je te verdiepen in het thema en daarnaast een aantal activiteiten bij het thema te verzamelen of bedenken. Leerlingen hebben inhoudelijke kennis over het onderwerp nodig om vragen te kunnen stellen. Zorg dus dat je een kennisbasis bij de leerlingen legt, voorafgaand aan het zelf vragen formuleren en onderzoek doen door leerlingen. Dit kun je doen door leerlingen inleidende en verkennende activiteiten te laten doen en hen daarnaast een inhoudelijke les over het thema te geven. In de beschrijving van stap 1 en 2 verderop in dit boek staat wat het doel is van inleidende en verkennende activiteiten bij onderzoekend leren en aan welke criteria ze moeten voldoen.



Een leraar van De Haafakkers bespreekt met haar leerlingen een schilderij van Jheronimus Bosch

Maak een overzicht van de lessen in het project

Het is handig om voorafgaand aan het project een overzicht te maken van de lessen die je aan elke stap van onderzoekend leren wilt besteden. De ervaring leert dat als de leraar het project als geheel goed overziet, ook de leerlingen een duidelijk beeld hebben van wat ze precies aan het doen zijn. Denk aan: Hoeveel lessen wil je aan het project besteden? Hoeveel tijd besteed je aan de inhoudelijke voorbereiding en hoeveel tijd geef je de leerlingen voor hun eigen onderzoek? Mogen de leerlingen alleen in een reguliere les aan hun onderzoek werken of kunnen ze ook zelfstandige werktijd besteden aan het project? In de beschrijving van de zeven stappen (zie hoofdstuk 3) geven we voor elke stap een advies voor het aantal lessen dat hiervoor nodig is. Ga voor een volledig project onderzoekend leren volgens deze leidraad uit van minimaal vijftien lessen. Leraren die een project onderzoekend leren voor het eerst uitvoeren, komen vaak niet uit met hun planning, vooral niet waar het gaat om het formuleren van een onderzoeksvraag. Zorg daarom dat je genoeg tijd reserveert voor het project en vooraf bedenkt in welke tijd je een eventuele uitloop van het project wilt opvangen.

- Op de website is een formulier beschikbaar dat je kunt gebruiken om een planning voor je lessen te maken. Het aantal lessen per stap is daarbij slechts een indicatie; dit hangt ook samen met het thema en de hoeveelheid inhoudelijke verdieping die je aan bod laat komen en hoe uitgebreid je een project wilt opzetten.



De stappen van onderzoekend leren

Bereid de leerlingen voor op het doen van onderzoek

Als onderzoekend leren nieuw is voor je leerlingen, is het handig ze voor te bereiden op wat ze te wachten staat tijdens het project. Vertel dat jullie de komende tijd een project gaan doen waarin ze zelf onderzoek mogen doen. Om hen kennis te laten maken met het concept 'onderzoek' en de rol van onderzoeker, kun je met hen bespreken hoe onderzoekers eruitzien, wat zij doen en wat onderzoek doen inhoudt. Hieronder geven we een korte beschrijving hiervan:

Besprek met de leerlingen hoe onderzoekers eruitzien en wat zij doen

De thema's in de boekenreeks 'Wetenschappelijke doorbraken de klas in!' zijn gebaseerd op onderzoek van wetenschappers aan de universiteit. Deze onderzoekers kunnen een rolmodel zijn voor de leerlingen. Vaak geven leerlingen in eerste instantie een vrij klassieke stereotiepe beschrijving van een onderzoeker (man, oudere leeftijd, grijs haar, bril, labjas). Deze blik willen we graag verruimen, omdat onderzoekers net zo goed bijvoorbeeld jong en vrouw kunnen zijn. Bespreek met de leerlingen hoe een onderzoeker eruit kan zien, waar een onderzoeker werkt en wat hij of zij dagelijks doet. Je kunt de leerlingen hun ideeën daarover laten tekenen of beschrijven.

Zorg ervoor dat in de nabespreking centraal staat hoe divers onderzoek is en dat een eventueel stereotiep beeld van onderzoekers genuanceerd wordt: onderzoekers kunnen jong of oud zijn, man of vrouw, met of zonder bril, noem het maar op. Sommige onderzoekers doen proefjes in laboratoria, andere verdiepen zich in kunst, reizen de wereld af om andere culturen te begrijpen of proberen het menselijk lichaam of gedrag beter te begrijpen. En dat zijn nog maar een paar voorbeelden. Onderzoekers doen op allerlei plaatsen onderzoek: op Antarctica, op zee (zowel op als onder water), in het bos, in gebouwen, in archieven, in musea, enzovoort. Er wordt onderzoek gedaan door met mensen te praten, door mensen te observeren of door bij mensen testen af te nemen. Kortom, er is een grote diversiteit in soorten onderzoek. Wat alle onderzoekers gemeen hebben, is dat ze enorm nieuwsgierig zijn, veel vragen stellen en veel lezen en schrijven. Maak hierin de parallel met de leerlingen: herkennen ze zich in dit beeld? Realiseren ze zich dat ze zelf ook onderzoek kunnen doen?

- Vanaf boek 5 is er voor alle onderzoekers die aan onze projecten hebben meegedaan een video portret online beschikbaar. Je kunt deze gebruiken om de leerlingen kennis te laten maken met deze onderzoekers.
- Vanaf voorjaar 2019 zijn online twee lessen beschikbaar om leerlingen kennis te laten maken met onderzoekers van de Radboud Universiteit en het Radboudumc en hun werkomgeving.
- Bekijk video-module 1 om meer te leren over wat wetenschap is, hoe wetenschappers onderzoek doen en hoe dat aansluit bij hoe kinderen leren.



Van onderzoeker Asifa Majid kunnen de leerlingen leren dat onderzoek ook kan betekenen dat je in verre landen culturen van andere mensen gaat bestuderen (Foto: Niclas Burenhult)

Besprek met de leerlingen wat onderzoek doen inhoudt

Als de leerlingen een goed beeld hebben van een onderzoeker kun je de link leggen naar het eigen onderzoek van de leerlingen. Met behulp van de poster 'De stappen van onderzoekend leren' kun je voor leerlingen visueel maken uit welke stappen het project bestaat. Hierbij kun je de vergelijking maken met onderzoek van wetenschappers.

- De poster met de zeven stappen kun je in de klas ophangen of op een digibord projecteren. Op deze manier dient deze als hulpmiddel om zowel jou als de leerlingen een overzicht van het project te geven. De poster is te downloaden en te bestellen via de website.

Belangrijk is te realiseren dat de stappen van het onderzoek niet strak, een voor een verlopen. Soms lopen leerlingen vast bij het opzetten van het onderzoek, bijvoorbeeld wanneer ze geen geschikte methode kunnen vinden om hun vraag te beantwoorden. Dan kan het zijn dat ze hun onderzoeksvraag moeten aanpassen. Het kan dus gebeuren dat leerlingen een of meer stappen in het proces teruggaan. Daarnaast is op de poster te zien dat de onderzoekscirkel doorloopt: het is niet af na stap 7. Elk onderzoek leidt tot antwoorden op vragen, maar ook weer tot nieuwe vragen. Dit is de manier waarop kennis zich blijft ontwikkelen. Door onderzoek blijven we steeds aan nieuwe kennis bouwen.



Hoofdstuk 2 De rol van de leraar bij onderzoekend leren

Onderzoekend leren vraagt een actieve houding van leerlingen én leraren. Een leraar heeft allereerst een belangrijke rol in het prikkelen van de nieuwsgierigheid. Nieuwsgierigheid is de basis van de vragen van leerlingen. Zonder inhoudelijke kennis is het echter lastig om goede vragen te stellen. Daarom heeft de leraar aan de start van een project onderzoekend leren een rol in het overdragen van kennis over het onderwerp. Het is aan te raden om leerlingen daarnaast via diverse activiteiten ook kennis over het onderwerp te laten opdoen. De leraar stelt zich hierbij meer op als procesbegeleider of coach. Ook wanneer leerlingen onderzoeksvragen formuleren en onderzoeksplannen maken, is de leraar vooral coach. Als leerlingen eenmaal een goede vraag en een goed onderzoeksplan hebben, treedt de leraar nog meer naar de achtergrond: hij laat de leerlingen dan zelfstandig aan hun onderzoek werken en stuurt minimaal bij. Veel leraren en leerlingen moeten wennen aan deze nieuwe rollen, maar groeien hierin naarmate zij meer ervaring opdoen.

Stel je op als coach

Bij onderzoekend leren wordt niet van je verwacht dat je het antwoord weet op alle vragen waar de leerlingen mee komen. Het gaat erom dat er vragen gesteld worden en dat je gezamenlijk bekijkt hoe een antwoord op die vragen gevonden kan worden. Als coach denk je mee, geef je advies en help je de leerlingen waar nodig op weg, zodat ze zelf verder kunnen. Uit onderzoek van Minner en collega's (2010) blijkt dat je een optimale leeropbrengst bereikt door actieve betrokkenheid van de leerlingen te stimuleren en door voldoende mogelijkheden te geven tot interactie. Coachend begeleiden betekent dus niet dat de leerlingen volledig vrij aan de slag gaan. Kijk van een afstandje mee hoe het proces van onderzoeken en ontdekken verloopt en welke interventies nodig zijn om de groepjes verder te helpen. Je kunt de leerlingen ondersteunen door met hen in gesprek te gaan of door hulpmiddelen in te zetten die het WKRU hiervoor heeft ontwikkeld.

Waar nodig help je vragen om te buigen naar onderzoekbare vragen, het experiment op te zetten, de resultaten te ordenen of de onderlinge samenwerking te evalueren. De mate van sturing die je geeft hangt af van de behoefte van de leerlingen. Leerlingen hebben meer begeleiding nodig als het onderwerp complex is en hun voorkennis beperkt is (Hmelo-Silver en collega's, 2007). Zorg in de begeleiding dat je de leerlingen genoeg helpt om zelf verder te kunnen. Begeleid leerlingen daarbij zoveel mogelijk door het stellen van vragen.

- School aan Zet heeft een kwaliteitskaart ontwikkeld in het kader van onderzoekend en ontwerpend leren, dat een repertoire biedt aan begeleidingsvragen. Deze kunnen houvast bieden bij het coachend begeleiden van leerlingen.

Soms is een brede open vraag genoeg: 'Hoe wil je dat gaan aanpakken?', soms is wat meer sturing nodig: 'Heb je bedacht hoe je aan genoeg proefpersonen komt?' en soms kan het nodig zijn een stevige hint te geven: 'Ik zou het verzorgingshuis bellen om te vragen of je daar interviews mag doen'. Probeer in de begeleiding niet direct een antwoord te geven op hun vraag. Vaak is vragen

stellen aan leerlingen een goede manier om onderzoekend leren te begeleiden. Door tegenvragen te stellen, daag je de leerlingen uit om duidelijk te maken wat ze willen gaan doen. Dit neemt niet weg dat je af en toe best een hint mag geven om de leerlingen verder op weg te helpen.

Als je je verder wilt verdiepen in je rol als coach, kun je in het kader 'Ga verder' nog twee manieren vinden om effectief het gesprek met leerlingen aan te gaan: dialogisch gesprek en scaffolding.



Leerlingen van De Weisterbeek bespreken met een leraar de onderzoeksvraag die ze bedacht hebben

Beschouw onderzoekend leren als een leerproces

Voor veel leraren is onderzoekend leren een nieuwe manier van werken. Vooral voor leraren die niet gewend zijn om leerlingen veel eigen verantwoordelijkheid te geven voor hun leerproces kan onderzoekend leren een grote stap zijn. Onderzoekend leren is echt een leerproces voor zowel jou als je leerlingen en jullie zullen daarin fouten maken. Geef jezelf en je klas die ruimte en zorg dat je de lat niet meteen te hoog legt. Niet alle stappen zullen vanaf de eerste keer vlekkeloos verlopen. Door bij de eerste projecten die je met de klas doet een focus te kiezen voor het leerproces, geef je jezelf en de leerlingen ruimte om in het onderzoekend leren te groeien. De eerste keer wil je wellicht het meest aandacht besteden aan hoe je een goede onderzoeksvraag formuleert en leg je wat minder nadruk op bijvoorbeeld het helemaal goed invullen van het onderzoeksplan of het heel zorgvuldig trekken van een conclusie. Bij het tweede project leg je dan de focus op het zorgvuldig opstellen van een onderzoeksplan en bij het derde project staat een zorgvuldige conclusie centraal. Soms kan het helpen om bij een eerste project onderzoekend leren meer klassikaal te werken. Daardoor

heb je meer grip op het proces. Ook kun je onderzoeksvaardigheden die nieuw zijn voor (jou en) je leerlingen, zoals het formuleren van onderzoekbare vragen of het maken van een onderzoeksplan, apart oefenen in een extra les. In hoofdstuk 3 staat bij de betreffende stappen aangegeven waar wij oefeningen voor deze extra lessen beschikbaar hebben. Bij een volgend project zal het allemaal al gemakkelijker gaan, omdat de leerlingen het onderzoeksproces herkennen en beter weten wat van hen verwacht wordt.

Bepaal welke hulpmiddelen je leerlingen nodig hebben

Het WKRU heeft diverse hulpmiddelen ontwikkeld die kunnen worden ingezet om leerlingen te ondersteunen bij het onderzoekend leren. Deze hulpmiddelen zijn nadrukkelijk bedoeld voor situaties waarin leerlingen ondersteuning nodig hebben om een stap verder te komen. Ze kunnen ervoor zorgen dat leerlingen langere tijd zelfstandig aan hun onderzoek kunnen werken. Je kunt ze dus zien als onderdeel van het proces van scaffolding (zie kader 'Ga verder' verderop in dit hoofdstuk). Laat leerlingen bijvoorbeeld het werkblad 'Eerlijk onderzoek' alleen inzetten wanneer ze vastlopen op de vraag 'Wat willen we veranderen en wat moet hetzelfde blijven?' of als je zelf constateert dat ze teveel factoren willen laten variëren.

Beginnende leerlingen zullen veel van de hulpmiddelen goed kunnen gebruiken om verder te komen. Als zij meer ervaring hebben, kan het gebruik van de hulpmiddelen worden afgebouwd. Leerlingen zullen bijvoorbeeld op een gegeven moment geen werkblad meer nodig hebben om een onderzoeksplan te maken. Zij kunnen dit plan direct in hun logboek schrijven (zie hoofdstuk 3, stap 4, kader 'Ga verder'). Ook het vragenmachientje zal niet langer een essentieel instrument zijn, maar in plaats daarvan iets waar leerlingen op teruggrijpen als ze het even niet helemaal zeker weten, of waar je naar kan verwijzen als een onderzoeksvraag niet helemaal voldoet.



Drie leerlingen van Kindcentrum STip leggen het onderzoek dat ze uitvoeren aan medeleerlingen uit

Durf los te laten en zorg voor eigenaarschap

De verschuiving naar een rol als coach vereist dat je durft los te laten en je leerlingen min of meer zelfstandig aan de slag laat gaan met een onderzoek. Dit betekent dat je bereid moet zijn om de controle uit handen te geven. Laat de leerlingen zelf ervaringen opdoen en geef hen het gevoel dat zij eigenaar zijn van hun eigen leerproces. Het project zal niet altijd perfect verlopen en de leerlingen zullen met tegenslagen te maken krijgen. Dit zijn voor hen echter belangrijke leermomenten, want door fouten en tegenslagen leren ze waar ze een volgende keer rekening mee moeten houden. Je hoeft hen niet voor iedere misstap te behoeden. De uitdaging voor jou is om een balans te vinden tussen begeleiding en zelfstandigheid; en tussen de ruimte om fouten te maken en het bijsturen om te voorkomen dat fouten tot zulke grote frustratie leiden dat leerlingen afhaken. Zorg dat de leerlingen leren om kritisch naar hun eigen werk te kijken en leren omgaan met tegenslagen.

Veel leraren die een project zelfstandig onderzoekend leren hebben uitgevoerd, gaven aan dat ze het lastig vonden om de leerlingen veel vrijheid te geven. Regelmatig hebben we terug gehoord dat leraren dit het engste vonden, maar ook een van de belangrijkste lessen in onderzoekend leren. Niet in de laatste plaats omdat ze vaak verrast werden door wat de leerlingen lieten zien, juist ook van leerlingen van wie ze het niet hadden verwacht.



Nieuwsgierige leraren onderzoeken tijdens een workshop over malaria op de Winterschool verschillende aspecten van niezen

Creëer een onderzoekend klimaat in de klas

Jouw houding heeft grote invloed op die van de leerlingen. Uit onderzoek blijkt dat jonge kinderen meer interesse tonen in materialen wanneer een volwassene zichtbaar maakt hoe nieuwsgierig hij zelf naar die materialen is (Engel, 2011). Geef daarom het goede voorbeeld en neem een onderzoekende en kritische houding aan. Nieuwsgierigheid werkt aanstekelijk! Door jezelf te verwonderen over de wereld om je heen en toe te geven dat je iets niet weet, laat je zien dat vragen stellen en op zoek willen gaan naar het antwoord belangrijker is dan de juiste antwoorden paraat hebben. Zorg daarnaast dat je een onderzoekende, vragende houding bij de leerlingen waardeert. Onderzoek heeft aangetoond dat kinderen vaker nieuwsgierig gedrag laten zien wanneer een leraar dit stimuleert door te glimlachen en op een uitnodigende manier met leerlingen te praten (Engel, 2011).

- Meer tips om nieuwsgierigheid te stimuleren bij leerlingen zijn te vinden in het boekje '7x nieuwsgierig' (Stoffels-Engering & Dekker, 2017), beschikbaar online en in hard-copy.
- Bekijk de volgende filmpjes, waarin leraren die meededen aan eerdere projecten vertellen hoe zij het uitvoeren van een project ervaren hebben en welke tips zij hebben:
 - Evaluatie en opbrengst van het project door de leraar en pabo-student
 - Tips voor leraren die ook met dit project aan de slag willen

GA VERDER

Bij de begeleiding in projecten onderzoekend leren nemen gesprekken met leerlingen een belangrijke plek in. Door gesprekken te voeren, kun je achterhalen welke kennis leerlingen al hebben, welke (mis)concepten er leven en welke vragen en interesses de leerlingen hebben. Deze informatie is nodig om goed aan te kunnen sluiten bij de nieuwsgierigheid en de voorkennis van leerlingen. Hieronder beschrijven we twee manieren om effectief het gesprek met leraren aan te gaan: dialogische gesprekken en scaffolding. Dialogische gesprekken zijn een laagdrempelige manier om leerlingen uit te dagen en te stimuleren met elkaar en met jou het gesprek aan te gaan. Het uitwisselen van ideeën staat daarbij centraal. Scaffolding is een manier om leerlingen goed te begeleiden vanuit je rol als coach. Hierbij pak je de hulpvraag van de leerling systematisch aan en zorg je dat je de leerling genoeg hulp geeft, maar niet onnodig veel. Deze aanpak vergt wat meer oefening.

Dialogisch gesprek

Om goede gesprekken te kunnen voeren heeft de leraar diverse gesprekstoetsen nodig waarmee kinderen worden uitgedaagd om hun ideeën te delen, echt naar elkaar te luisteren, te redeneren en samen te denken (Van der Veen, van Kruistum & Michaels, 2015). Onderwijswetenschapper Chiel van der Veen en collega's doen veel onderzoek naar hoe je op een effectieve manier 'dialogische gesprekken' met leerlingen kunt voeren. Zij hebben een aantal aandachtsgebieden bepaald waar de leraar tijdens het gesprek met leerlingen de nadruk kan leggen. In onderstaande tabel staan per aandachtsgebied concrete gesprekstoetsen voor de leraar om het gesprek op dat gebied te versterken, samen met voorbeelden van vragen die de leraar daarbij kan stellen. De voorbeeldvragen in deze tabel komen voort uit een gesprek in de onderbouw.

Het advies om dialogische gesprekken in de vingers te krijgen, is om niet meteen op al deze aandachtsggebieden tegelijk te focussen. Kies één of twee aandachtsggebieden en neem een aantal weken de tijd om hieraan te werken, voordat je een volgend aandachtsggebied als focus neemt (Van der Veen, van Kruistum & van Oers, 2016).

Aandachtsggebieden: wat de leraar doet	Voorbeeldvragen bij een gesprek over een lieveheersbeestje
Daag leerlingen uit om hun ideeën en gedachten te delen • Geef tijd om na te denken • Laat leerlingen hun oorspronkelijke idee goed uitleggen • Herhaal wat de leerling heeft gezegd op een andere manier	‘Laten we allemaal een minuut nadenken over wat we al weten van een lieveheersbeestje.’ ‘Kun je vertellen wat je bedoelt met het schild (van het lieveheersbeestje)?’ ‘Dus je zegt dat het rode deel het schild is?’
Daag leerlingen uit om echt naar elkaar te luisteren • Laat leerlingen het antwoord van een andere leerling herhalen	‘Wie kan herhalen wat Jamil net zei?’
Stimuleer leerlingen om te redeneren • Vraag waarom een leerling iets heeft bedacht • Daag leerlingen uit om tegenargumenten te bedenken	‘Waarom denk je dat een lieveheersbeestje een schild nodig heeft?’ ‘Zou dat altijd zo werken?’
Daag leerlingen uit om samen te denken en voort te bouwen op elkaars ideeën • Laat leerlingen verwoorden of ze het eens of oneens zijn • Laat leerlingen voortbouwen op elkaars idee • Laat een andere leerling het idee uitleggen	‘Güven ben jij het eens met Sarah? Waarom?’ ‘Wie kan aanvullen op Sarahs idee over het lieveheersbeestje?’ ‘Wie kan in eigen woorden uitleggen wat Jari bedoelt?’
Daag uit om te reflecteren op wat leerlingen zeggen en het verloop van het gesprek • Geef metacognitieve steun: geef aan wanneer iets onduidelijk is en moedig leerlingen aan om te herformuleren • Benoem de gespreksregels	‘Ik begrijp niet wat je precies bedoelt, probeer eens op een andere manier te vertellen wat je bedoelt.’ ‘Waarom is het belangrijk om goed naar elkaar te luisteren?’ ‘Welke regels hadden we bedacht?’

Bron: Van der Veen, de Mey, van Kruistum & van Oers (2017)

Als je je verder wilt verdiepen in het opbouwen van een dialogische gesprekscultuur, verwijzen we graag naar de artikelen van Chiel van der Veen (zie ‘Verder lezen, kijken en luisteren’ aan het eind van dit hoofdstuk). Hij heeft een groot aantal Nederlandstalige vakpublicaties over dit onderwerp geschreven die zeer toegankelijk zijn voor leraren.

Scaffolding

Om leerlingen genoeg te ondersteunen bij het onderzoekend leren, zonder teveel te sturen, kun je gebruik maken van *scaffolding*. Scaffolding betekent letterlijk ‘een steiger bouwen’. Deze metafoor van een steiger wordt gebruikt om aan te geven dat leerlingen tijdens het leren soms een opstapje nodig hebben om hun leren naar een hoger niveau te kunnen tillen. Net als steigers is die hulp altijd tijdelijk.

Scaffolding is gerelateerd aan de *zone van naaste ontwikkeling* van Vygotsky (1978). Deze zone bevindt zich tussen wat leerlingen zelf al kunnen doen en wat leerlingen nog niet kunnen: het is de zone waarin leerlingen met hulp iets kunnen bereiken. Het idee is dat leerlingen alleen in die zone effectief iets leren (Vygotsky, 1978). Bij scaffolding geef je niet meteen het goede antwoord op de vraag. In plaats daarvan probeer je erachter te komen waar het knelpunt voor de leerling zit. Je geeft dan de ondersteuning die aansluit bij de behoefte van de leerling, bijvoorbeeld een hint, feedback of je stelt vragen aan de leerling. Door deze ondersteuning probeer je te stimuleren dat de leerling zelf het antwoord op zijn vraag vindt in plaats van dat jij het antwoord geeft. Scaffolding vraagt dat je adaptief bent, dus aansluit bij het niveau van de leerling, dat je de steun na verloop van tijd vermindert zodra dat kan en dat je de verantwoordelijkheid steeds meer verschuift van jezelf naar de leerling (Van der Pol, Volman, Oort & Beishuizen, 2014).

Om scaffolding te kunnen toepassen is het dus belangrijk te weten wat de leerling precies nodig heeft. Onderzoeker Janneke van der Pol heeft met collega's vier stappen beschreven die je kunnen helpen scaffolding systematisch aan te pakken en daarmee de juiste steun voor de leerling te bepalen. Deze stappen staan beschreven in onderstaande tabel:

Wat de leraar doet	Voorbeeldvragen
1. Stel een diagnose Ga na wat de leerling kan zonder je hulp en wat nog niet.	'Wat lukt er niet?' 'Wat heb je al bedacht?'
2. Check de gestelde diagnose bij de leerling Ga na of het probleem dat jij signaleert ook daadwerkelijk het probleem van de leerling is.	'Dus je weet al ..., maar nog niet ...' 'Bedoel je ...?'
3. Bied ondersteuning Help de leerling een stap verder in zijn zone van naaste ontwikkeling via vragen, feedback, instructie of voordoen.	'Wat zou er gebeuren als...?' 'Wat zou een volgende stap zijn?'
4. Check of de leerling de stof begrepen heeft en verder kan - Ga na of de leerling het nu wel begrijpt of kan: vraag de leerling om te vertellen wat hij heeft begrepen en wat zijn volgende stap is. - Voorkom dat je de leerling simpelweg laat bevestigen of hij nu verder kan, daarmee weet je nog niet of hij daadwerkelijk weet wat de volgende stap is.	'Dus wat weet je nu?' 'Dus wat ga je nu doen om het probleem aan te pakken?'

Bron: Janneke van de Pol (2013) in video *Leraar24*

Bepaalde hulpmiddelen, zoals het vragenmachientje (zie hoofdstuk 3, stap 3A), zijn heel geschikt om in te zetten als vorm van ondersteuning bij het proces van scaffolding. Als leerlingen bijvoorbeeld bij jou komen met de vraag of hun onderzoeksvraag goed is, geef dan niet direct het antwoord, maar stimuleer ze te proberen om het eerst zelf op te lossen met het hulpmiddel ('Komt de vraag door het vragenmachientje?'). Als ze er vervolgens niet uitkomen of te snel concluderen dat de vraag erdoor komt, kun je ze in een gesprek handvatten geven waarmee ze een stap verder kunnen komen.

Verder lezen, kijken en luisteren

Links naar onderstaande bronnen staan op de website www.wetenschapdeklasin.nl. ©

Meer informatie over dialogische gesprekken:

- Website Chiel van der Veen met diverse publicaties over dialogische gesprekken: <http://chiel-vanderveen.nl>
- Nederlandstalige artikel over gesprekken met jonge kinderen: Van der Veen, C. (2016). Meer halen uit gesprekken met jonge kinderen? Over de rol van metacommunicatie. *MeerTaal*, 4(1), 14-17.
- Nederlandstalig artikel over gesprekken met jonge kinderen: Van der Veen, C., van Kruistum, C.J., & van Oers, B. (2016). MODEL2TALK. Dialogische gesprekken in de kleuterklas. *Beter Begeleiden Magazine*, 10-13.
- Engelstalig wetenschappelijk artikel over opbrengsten van dialogische gesprekken: Van der Veen, C., de Mey, L., van Kruistum, C., & van Oers, B. (2017). The effect of productive classroom talk and metacommunication on young children's oral communicative competence and subject matter knowledge: An intervention study in early childhood education. *Learning and Instruction*, 48, 14-22.
- Het proefschrift van Chiel van der Veen: <https://www.publicatie-online.nl/publicaties/c-v-d-veen>

Meer informatie over scaffolding:

- Website Janneke van de Pol: www.uu.nl/medewerkers/JEvandePol
- Video van Leraar24 waarin scaffolding door een leraar en onderzoeker Janneke van de Pol wordt uitgelegd: www.leraar24.nl/scaffolding/
- Engelstalig wetenschappelijk artikel over de scaffolding methode: van de Pol, J., Volman, M., Oort, F. & Beishuizen, J. (2014). Teacher Scaffolding in Small-Group Work: An Intervention Study. *Journal of the Learning Sciences*, 23(4), 600-650.



Hoofdstuk 3 De zeven stappen van onderzoekend leren

De didactiek van onderzoekend leren die wij bij het WKRU hanteren, is gebaseerd op het zevenstappenmodel van Van Graft en Kemmers (2007). De zeven stappen geven houvast aan het project en de cirkel vormt bovendien een parallel met wetenschappelijk onderzoek, omdat deze gebaseerd is op de (empirische) cyclus die wetenschappers bij hun onderzoek doorlopen. Onderzoek is een cyclisch proces: vragen die beantwoord worden door middel van een onderzoek roepen veelal vervolgvragen op, waardoor het hele proces opnieuw van start gaat. Hieronder lichten we de stappen van onderzoekend leren uitgebreid toe. Per stap beschrijven we de doelen, de activiteiten voor de leerlingen en de manier waarop de leraar dit kan begeleiden. Voor ervaren leraren en leerlingen staan extra tips genoemd in de kaders 'Ga verder'.

Symbol	Stap	Leerlingactiviteiten
	1. Introductie 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 afvragen.	Observeren Vragen stellen
	2. Verkennen De leerlingen verkennen het thema op een actieve manier. Ze verkennen zo breed mogelijk door middel van activiteiten, aanrormelen, eventueel bronnenonderzoek en krijgen informatie over het thema van de leraar. In deze stap worden de eerste vragen beantwoord, maar ontstaan ook nieuwe, eigen vragen die de basis zullen vormen van het onderzoek dat de leerlingen opzetten.	Aanrormelen Observeren Vragen stellen Ideeën opperen
	3. Opzetten onderzoek De leerlingen maken in groepjes een uitvoerbaar onderzoeksplan op basis van hun eigen onderzoeksvraag. Ze bedenken hoe ze het onderzoek willen uitvoeren (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. Ook voorspellen ze de uitkomst van het onderzoek (hypothese).	Onderzoeksvraag formuleren Hypothese formuleren Onderzoeksplan maken Plannen
	4. Uitvoeren onderzoek De leerlingen voeren zelfstandig het onderzoek uit aan de hand van hun onderzoeksplan. Ze leggen hun observaties en resultaten vast. Aan het eind van deze stap beschikken de leerlingen over de resultaten van hun onderzoek.	Observeren Onderzoek uitvoeren Gegevens verzamelen Resultaten noteren
	5. Concluderen De leerlingen ordenen hun onderzoeksresultaten en trekken op basis hiervan conclusies. Daarmee geven ze antwoord op de onderzoeksvraag. Ook vindt reflectie op de conclusies plaats: Is de onderzoeksvraag hiermee goed beantwoord? Waarom zou dit eruit zijn gekomen? Komt dit overeen met wat we verwachtten (hypothese)?	Resultaten ordenen Conclusies formuleren Verbanden leggen Argumenteren Reflecteren Verklaringen geven
	6. Presenteren De leerlingen verwerken de onderzoeksvraag, het onderzoeksplan en de resultaten en conclusies in een presentatie. De uitkomsten van het onderzoek, en daarmee het antwoord op de onderzoeksvraag, worden aan de rest van de klas en bij voorkeur ook aan ouders voorgelegd.	Reflecteren Communiceren Verslagleggen Presenteren
	7. Verdiepen/Verbreden De leraar kijkt samen met de leerlingen inhoudelijk terug op het project. Samen wordt bekeken welke kennis is opgedaan en welke (nieuwe) vragen de groep heeft. Deze kunnen beantwoord worden door bronnenonderzoek, een extra les of vervolgonderzoek door leerlingen. De klas verbindt de kennis die de groepjes hebben opgedaan met elkaar en plaatst het daarnaast in een breder (maatschappelijk) perspectief. Tenslotte wordt het project geëvalueerd en afgesloten.	Reflecteren Discussiëren Vergelijken (onderzoek van anderen) Vervolg vragen stellen Implicaties bedenken



Stap 1. Introductie

Duur: 1 tot 2 lesuren

Bij onderzoekend leren gaat het erom een leeromgeving te creëren waarin leerlingen zelf onderzoek doen. Bij de start van het project introduceer je het thema en de manier van werken bij de leerlingen..

Doelen van deze stap

- Leerlingen worden nieuwsgierig naar het thema.
- Leerlingen activeren hun voorkennis.

Leidraad voor de leraar

Start met een activiteit om leerlingen nieuwsgierig te maken naar het thema

Kies een activiteit die aansluit bij het thema, de nieuwsgierigheid en de belevingswereld van leerlingen. Bij de activiteit hoeven de leerlingen nog geen nieuwe kennis op te doen, het gaat erom dat ze nieuwsgierig worden en dat er vragen bij hen ontstaan. Een goede introductieactiviteit is daarom bij voorkeur kort, ludiek en speels en laat inhoudelijk wat te raden over: Waar gaat dit over? Wat is er aan de hand? Waar dient dat voorwerp toe? In de themahoofdstukken van de boekenreeks staat steeds een activiteit beschreven die je hiervoor kunt inzetten. In het boekje '7x nieuwsgierig' (Stoffels-Engering & Dekker, 2017) staan extra tips om de nieuwsgierigheid te stimuleren tijdens een project onderzoekend leren. Als je je verder wilt verdiepen in nieuwsgierigheid, verwijzen we graag naar het werk van Jos Marell (zie 'Verder lezen, kijken en luisteren' aan het eind van stap 1).

- Het boekje '7x nieuwsgierig' is online in te zien en tevens te bestellen via onze website.

Activeer voorkennis

Voordat je het thema inhoudelijk gaat verkennen, is het belangrijk de voorkennis van leerlingen te activeren. Een goede manier hiervoor is om leerlingen een mindmap te laten maken waarin ze laten zien wat ze al weten over het onderwerp. Als de leerlingen gedurende het project hun mindmap uitbreiden, kun je bovendien hun toename in kennis zichtbaar maken.

Stimuleer het stellen van vragen

Leerlingen vinden het vaak lastig om vragen te stellen. Sommigen denken dat ze dan voor schut staan, omdat ze door het stellen van een vraag laten zien dat ze iets niet weten. Maar voor wetenschappers is het willen weten, de nieuwsgierigheid, juist belangrijker dan het weten. Wie een vraag stelt, wil iets weten en kan daarmee op onderzoek uitgaan en nieuwe dingen ontdekken. Om die omslag in denken bij leerlingen te bewerkstelligen, moet het stellen van vragen voortdurend worden gewaardeerd, gestimuleerd en voorgedaan. Geef het goede voorbeeld door voortdurend nieuwsgierig te zijn en jezelf hardop dingen af te vragen. Indien er geen vragen komen vanuit de leerlingen, kun je zelf prikkelende vragen stellen die de leerlingen aan het denken zetten, zodat ze zelf ook tot vragen komen. De leraar is hierin een belangrijk rolmodel.

Maak een vragenmuur in de klas

Tijdens het project wil je ervoor zorgen dat de vragen die bij leerlingen opkomen over het thema niet verloren gaan. Daarom is het aan te raden een 'vragenmuur' te introduceren. Een vragenmuur kun je op verschillende manieren vormgeven. Hang bijvoorbeeld twee grote vellen papier aan de muur, met daarboven: 'Wat willen we weten?' en 'Wat weten we al?' Laat de leerlingen gedurende het project al hun vragen opschrijven en op de vragenmuur plakken. Het is daarbij nog niet van belang of het onderzoekbare vragen zijn: alle vragen horen op de vragenmuur. Plak zelf ook eens enkele vragen op de vragenmuur en laat zo zien dat vragen stellen heel normaal is. Stimuleer de leerlingen bij elke activiteit van stap 1 en stap 2 om vragen te bedenken, te noteren en op het eerste vel te plakken. De vragen van de vragenmuur vormen in stap 3 een belangrijke basis voor het formuleren van onderzoeksvragen.



Leerlingen van De Weisterbeek hangen vragen op hun vragenmuur

We hebben in verschillende klassen gezien dat het heel stimulerend is om aan het einde van de les stil te staan bij de vragenmuur: welke vragen zijn deze les al beantwoord en kunnen dus naar de 'wat-weten-we-al-muur'? Vragen waarop in de loop van het project een antwoord wordt gevonden, mogen verplaatst worden.

- Wil je voorbeelden zien van hoe je in je klas aan de slag kunt gaan met een vragenmuur? Bekijk dan de volgende filmpjes online:
 - DNA-vragenstreng bij stap 1
 - DNA-vragenstreng bij stap 2

GA VERDER

Maak een klassenmindmap

Naast de individuele mindmap kun je ervoor kiezen een klassenmindmap te maken waarin je samen met de leerlingen alle opgedane kennis van de klas samenbrengt. Op deze manier wordt het meer een gezamenlijk project van de klas in plaats van deelprojecten van de groepjes. Dit geeft jou meer vat op de inhoud van het project en geeft de leerlingen kans om van elkaar te leren en elkaar te enthousiasmeren. Deze methode is veel toegepast in het onderzoek van Harry Stokhof (HAN Pabo). Je start met het weergeven van het centrale thema en zet de subthema's in de hoofdtakken. In de loop van het project voegen de leerlingen steeds meer kennis toe. Bij stap 7, verdiepen/verbreden, kan de klassenmindmap een rol spelen bij de afsluiting van het project. Voor verdere informatie over het gebruik van een klassenmindmap kun je meer lezen in het artikel van Stokhof, De Vries, Bastiaens & Martens (2016).

Verder lezen, kijken en luisteren

De link naar onderstaande bron staat op de website www.wetenschapdeklasin.nl. ©

Meer informatie over nieuwsgierigheid:

- Diverse lesideeën en tips voor leerkrachten van Jos Marell om nieuwsgierigheid te bevorderen: Impulsen voor nieuwsgierigheid



Stap 2. Verkennen

Duur: 3 tot 6 lesuren

Na de introductie van het thema gaan de leerlingen het onderwerp op een actieve manier verkennen. Dit is het moment waarop de inhoudelijke basis voor het project wordt gelegd. De inhoudelijke kennis kunnen de leerlingen goed gebruiken om vragen te genereren: nieuwe informatie roept tenslotte nieuwe vragen op. De verkenningsactiviteiten kunnen, naast dat leerlingen er kennis uit opdoen, ook inspiratie geven voor het eigen onderzoek van de leerlingen.

Doelen van deze stap

- Leerlingen activeren hun voorkennis.
- Leerlingen breiden hun kennis over het thema uit.
- Leerlingen doen inspiratie op voor manieren om onderzoek naar het thema te doen.
- Leerlingen stellen veel vragen over het thema.
- Leerlingen oefenen met het doen van voorspellingen.



Onderzoeker Alexey Kimel geeft een les over magneten aan leerlingen van De Lappendeken

Leidraad voor de leraar**Activeer de voorkennis via vragen**

Ook in dit stadium is het belangrijk om de voorkennis van leerlingen te blijven aanspreken. Stel ze dus veel vragen om hun voorkennis te activeren. Wat weten ze al over het thema? Door het stellen van vragen wordt bovendien het denkproces bij leerlingen op gang gehouden, zodat ze meer betrokken blijven en zich het thema meer eigen maken. Vergeet ook niet om jezelf hardop dingen te blijven afvragen en ook af en toe een eigen vraag op de vragenmuur te plakken. Op deze manier creëer je een onderzoekend klimaat in de klas.

Vertel de leerlingen over het thema

Voordat de leerlingen het thema met activiteiten verkennen is het goed om ze een inhoudelijk kader te geven. Je kunt een les besteden aan uitleg over het thema, eventueel met behulp van filmpjes of andere media. In de themahoofdstukken van de boekenreeks geven de betrokken onderzoekers een basis hiervoor door het thema en hun onderzoek te beschrijven. Zorg dat de leerlingen niet alleen kennis maken met de inhoud van het thema, maar ook met de *manier* waarop er onderzoek naar wordt gedaan.

- Bij veel thema's zijn online video-opnames beschikbaar van lezingen van de onderzoekers. Voor de meeste thema's is er een lezing voor leraren, vanaf boek vijf zijn er ook lezingen voor kinderen beschikbaar.

Kies een aantal verschillende activiteiten

Je kunt een thema het best met verschillende soorten activiteiten verkennen. Leerlingen doen dan vanuit diverse invalshoeken veel concrete ervaringen op, ze verwerven kennis over het thema en over de manier waarop wetenschappers onderzoek doen binnen dit thema. Kortom, een diverse verkenning zorgt ervoor dat de leerlingen op verschillende manieren geïnspireerd raken voor eigen onderzoek.

In de themahoofdstukken van de boekenreeks zijn bij elk thema een reeks activiteiten beschreven die je kunt uitvoeren in de verkenningfase. Als je met een eigen thema aan de slag wilt, is het belangrijk om zelf activiteiten te zoeken of te bedenken die passen bij onderzoekend leren. Daarvoor kun je gebruik maken van onderstaande criteria:

- Leerlingen leren door de activiteiten iets over het thema en daaraan gerelateerd onderzoek.
- De activiteiten zijn gericht op doen, ervaren en beleven.
- De activiteiten roepen vragen op bij de leerlingen.
- De activiteiten inspireren tot eigen onderzoek, bijvoorbeeld doordat ze zelf een element van onderzoek bevatten.

Niet iedere activiteit hoeft aan al deze criteria te voldoen, met uitzondering van het eerste criterium. Een vuistregel is dat in de hele set van activiteiten ieder criterium door tenminste twee activiteiten wordt gedekt.



Leerlingen voeren activiteiten uit om diverse thema's te verkennen

Maak de verbinding tussen activiteit en thema

De activiteiten hebben als doel om kennis op te doen over het thema en het onderzoek hiernaar. Maak daarom per activiteit duidelijk voor de leerlingen hoe de activiteit bij het thema past en wat de leerlingen over het thema leren door de activiteit. Vanaf boek 6 in de boekenreeks staat bij iedere verkenningactiviteit de verbinding met het thema beschreven. Je kunt tijdens de afronding van de activiteit de link met het thema leggen, maar dit kan ook voorafgaand aan de activiteit. Let er dan wel op dat je nog geen verrassingselementen uit de activiteit prijsgeeft. Vervolgens kun je bij de afronding aandacht besteden aan wat de leerlingen over het thema hebben geleerd. Laat daarbij de leerlingen eerst zelf de verbinding tussen activiteit en thema benoemen, waarna je zelf eventueel kunt aanvullen. Op deze manier kunnen de leerlingen het geleerde nog beter verankeren.

Geef leerlingen ruimte om aan te rommelen

Geef leerlingen bij het uitvoeren van de activiteiten tijd om aan te rommelen met de materialen die voorhanden zijn. Bij het 'aanrommelonderzoek' kunnen leerlingen bijvoorbeeld objecten uit elkaar halen of experimenteren met vragen als: 'Wat gebeurt er met ... als ik ... verander?' Stimuleer ze om goed te observeren wat er gebeurt. Op basis van de observaties kunnen leerlingen hypothesen vormen en diverse verkennende onderzoekjes doen voordat ze een definitieve onderzoeksvraag kiezen. Belangrijk is dat ze bij elk onderzoekje een voorspelling doen en deze na afloop vergelijken met hun observatie. Op deze manier kunnen ze nieuwe kennis integreren met al aanwezige kennis. Wat weten ze nu meer en welke nieuwe vragen roept het weer op?

Laat de leerlingen de vragenmuur en hun mindmap aanvullen

Gedurende de verkenning kunnen leerlingen steeds, liefst na iedere activiteit of iedere les, nieuwe vragen op de vragenmuur plakken. Geef ze wat tijd om nieuwe vragen te bedenken en laat ze dit ook uitwisselen zodat ze elkaar inspireren. Bekijk ook of er al vragen van de vragenmuur beantwoord zijn. Deze vragen kunnen dan naar de 'wat-weten-we-al-muur'. Een mindmap is, naast dat het de voorkennis in kaart brengt, ook heel geschikt om de leerlingen een overzicht te laten maken van alles wat ze geleerd, ervaren en beleefd hebben in stap 1 en 2. Door hun kennis en ervaringen op te nemen in een mindmap wordt duidelijk waar ze al veel van weten en waar ze juist nog weinig van weten. Ook wordt duidelijk wat er gedurende het project aan kennis is bijgekomen. Een mindmap kan aanzetten tot nieuwe vragen en kan daarom gebruikt worden bij het kiezen van een onderzoeksvraag.

GA VERDER

Besteed aandacht aan leren observeren

Observeren is een belangrijke vaardigheid bij onderzoekend leren, vooral in stap 2 (verkenning) en bij stap 4 (uitvoeren onderzoek). Observeren maakt nieuwsgierig, leidt tot nieuwe kennis én tot nieuwe vragen. Door aandachtig te observeren, raken leerlingen meer betrokken bij het onderwerp. Ze worden uitgedaagd om zich te concentreren en heel precies waar te nemen, waardoor ze meer informatie over het onderwerp verzamelen en nieuwe kennis opdoen. Ook zullen er nieuwe vragen opkomen. Ze gaan zich afvragen hoe iets werkt, waarom iets eruitziet zoals het eruitziet of verwonderen zich over iets wat ze hebben ontdekt. Observeren maakt dus nieuwsgierig naar nog meer kennis. En bovendien geeft het jou als leraar inzicht in de interessegebieden van je leerlingen.



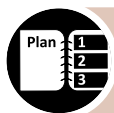
Verskillende manieren van observeren bij onderzoekend leren: Links observeren leerlingen van de Dr. Albert Schweitzerschool tijdens de verkenning aandachtig de verspreiding van kleurstof in water; rechts observeert en turft een leerling van de Dolfinjnklassen voor eigen onderzoek het aantal keren dat andere leerlingen op het schoolplein elkaar aanraken

- Online vind je meer informatie over observeren in het hoofdstuk 'Nieuwsgierig door observeren' (Dekker, ten Have & van Baren-Nawrocka, 2018) uit boek 7 van de boekenreeks. Daarnaast staan er ook diverse activiteitsbeschrijvingen online om observeren met leerlingen te oefenen.

GA VERDER

Laat de leerlingen een bronnenonderzoek doen

Bij de verkenning breiden de leerlingen hun kennis over het thema uit en verdiepen ze deze. Leerlingen hebben vaak veel vragen die met een zoektocht op internet goed te beantwoorden zijn. Je kunt ze het antwoord op deze vragen zelf laten opzoeken. Door ze hun antwoorden kort te laten presenteren wordt de kennis ook met de rest van de klas gedeeld. Bovendien geeft dit jou de gelegenheid om te kijken of de antwoorden wel volledig zijn en of de leerlingen de gevonden informatie goed interpreteren en echt begrijpen. Als dat niet zo is, kun je dat klassikaal bijstellen of de leerlingen vragen om aanvullende informatie te zoeken.



Stap 3. Opzetten onderzoek

VOORBEREIDING

Duur: 1 tot 2 lesuren

In stap 3 beginnen de leerlingen met hun eigen onderzoek. Ze vormen een onderzoeksgroepje en bedenken samen welke vraag ze willen onderzoeken en hoe ze dit gaan uitvoeren. Stap 3 bestaat uit het formuleren van een onderzoeksvraag en het maken van een onderzoeksplan. Omdat dit allebei grote en opzichzelfstaande activiteiten zijn, beschrijven we ze hier apart als stap 3A en 3B. Voorafgaand aan deze stappen vorm je de onderzoeksgroepjes en bespreek je de samenwerking.

Maak een indeling in groepjes

De ervaring leert dat een onderzoek het best uitgevoerd kan worden in groepjes van twee tot vier leerlingen. Voor een actieve deelname van alle leerlingen is twee of drie optimaal. Ervaring leert echter dat er dan zoveel groepjes ontstaan dat het voor leraren te moeilijk wordt om alle groepjes goed te begeleiden. Om die reden wordt vaak met groepjes van vier gewerkt. Uiteraard kun je groepjes van verschillend formaat maken en bij uitzondering, als dit beter bij bepaalde leerlingen past, een leerling individueel laten werken. Je kunt bij het samenstellen van de groepjes rekening houden met de interesse, vaardigheden en persoonlijkheden van de leerlingen. Stap 3 tot en met 6 van onderzoekend leren, van het bedenken van een vraag tot en met presenteren, worden grotendeels in deze groepjes uitgevoerd. Als je besluit de vragen klassikaal te maken (zie stap 3A), dan is het handig om de groepjes pas te vormen op het moment dat de leerlingen een vraag kiezen.

Verdeel de rollen binnen het groepje

Als elke leerling in het groepje een eigen taak en verantwoordelijkheid heeft, verhoogt dat de betrokkenheid en duidelijkheid over wie wat doet. Bovendien leren de leerlingen dan vanuit een bepaalde rol samenwerken. Je kunt leerlingen binnen het groepje zelf hun eigen rol laten kiezen of de rollen toewijzen. Hieronder staan een aantal rollen waar je aan kunt denken. Je kunt natuurlijk ook een andere rolverdeling maken.

- De **groepsvoorzitter** (niet bij groepjes van twee) leidt overlegmomenten, zorgt ervoor dat ieders mening wordt gehoord, dat er heldere afspraken worden gemaakt en neemt de eindbeslissing als het groepje samen geen beslissing kan nemen. De voorzitter houdt in de gaten of iedereen de gemaakte afspraken nakomt en of iedereen zijn taak goed uitvoert. Daarnaast let hij erop dat het onderzoek op tijd afgerond wordt.
- De **notulist** of **secretaris** schrijft alles op: denk bijvoorbeeld aan de taakverdeling, gemaakte afspraken, de onderzoeksvraag, het onderzoeksplan, de resultaten tijdens de uitvoering van het onderzoek en opvallendheden tijdens de uitvoering van het onderzoek.
- **Hoofd onderzoek** is ervoor verantwoordelijk dat de onderzoeksmethode geschikt is om het antwoord te kunnen vinden op de vraag. Het hoofd onderzoek zorgt dat het onderzoek volgens plan wordt uitgevoerd, zegt tijdens het onderzoek wie wat wanneer moet doen en regelt de materialen en de proefpersonen.

- **Hoofd communicatie** (bij groepjes van vier) is verantwoordelijk voor de afstemming met anderen (bijvoorbeeld de leraar, bij het regelen van toestemming). Het hoofd communicatie zorgt dat er goed over het onderzoek gecommuniceerd wordt wanneer dat nodig is en bedenkt hoe de onderzoeksresultaten het beste geordend en weergegeven kunnen worden. Bij het voorbereiden en uitvoeren van de eindpresentatie is hij ervoor verantwoordelijk dat het groepje duidelijk over het onderzoek communiceert.
- Online staat een hulpmiddel 'Rolverdeling'. Dit zijn rollenkaartjes die de leerlingen helpen om hen inzicht te geven in hun taken en verantwoordelijkheden.

Bespreek en oefen hoe je goed kunt samenwerken

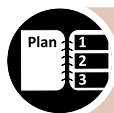
In een project onderzoekend leren wordt vrij lang in een groepje samengewerkt. Samenwerken is een vaardigheid die leerlingen moeten leren en die ze bewust moeten oefenen (Dagevos, 2017). In de praktijk samenwerken is namelijk geen garantie dat het goed geleerd wordt. Maak daarom duidelijke afspraken en oefen het samenwerken. Op de vraag wat niet goed ging bij het onderzoek is samenwerking het meest gegeven antwoord. Maak daarom vooraf afspraken over het samenwerken of, als die afspraken er al zijn, sta daar nog eens bij stil. Afspraken werken het best als ze (deels) van de leerlingen zelf komen. Je kunt bijvoorbeeld denken aan de volgende afspraken:

- Deel alle informatie en ideeën die je hebt met de anderen in het groepje.
- Luister naar ideeën van anderen en laat elkaar uitpraten. Probeer vragen te stellen over wat anderen vertellen.
- Respecteer meningen en ideeën van anderen.
- Maak altijd duidelijk met argumenten waarom je vindt dat iets zo is.
- Bespreek en vergelijk de ideeën binnen het groepje.
- Probeer het als groepje met elkaar eens te worden voordat een besluit genomen wordt.



Leerlingen van De Peppels overleggen over hun onderzoek

- Online staat een rollenspel waarmee leerlingen kunnen oefenen om samen te werken. Dit rollenspel kan een basis vormen om afspraken over samenwerking te maken. Bij de opdracht maken de leerlingen afspraken in hun eigen groepje. Om te zorgen dat alle belangrijke afspraken gemaakt worden, kan je in een klassengesprek een gezamenlijke lijst met afspraken maken.



Stap 3A. Een onderzoeksvraag formuleren

Duur: 2 tot 3 lesuren

Tijdens deze stap wordt de onderzoeksvraag bepaald. Die vraag staat centraal in het hele onderzoek; stap 3A is daarom een heel belangrijk onderdeel. Voor leerlingen én leraren is het een van de moeilijkste stappen van de onderzoekscyclus.

Doelen van deze stap

- Leerlingen leren een vraag formuleren die door henzelf te onderzoeken is.
- Leerlingen leren samenwerken in een groepje.

Leidraad voor de leraar

Verzamel zoveel mogelijk vragen van leerlingen

Om tot onderzoeksvragen te komen is het goed om nog een keer stil te staan bij wat tot nu toe in het project is gebeurd. Bespreek met de leerlingen welke activiteiten ze hebben gedaan en wat ze hebben geleerd. De mindmap van de leerlingen en de vragenmuur kunnen hierbij een belangrijke rol spelen. Een goede manier om nog meer interessante vragen te genereren is een vragenbrainstorm (Stokhof, 2015). Uit het onderzoek van onderwijsonderzoeker Harry Stokhof blijkt onder andere dat deze methode geschikt is om voorbij vragen te komen die voor de hand liggen of waar leerlingen het antwoord al op weten. Tijdens de vragenbrainstorm noemen de leerlingen om de beurt binnen hun groepje een vraag over het thema die als eerste in hen opkomt. Alle vragen die leerlingen stellen zijn goed, het hoeven nog geen onderzoekbare vragen te zijn. Eén leerling in het groepje schrijft alle vragen op. Benadruk dat het alleen gaat om het stellen van vragen: leerlingen mogen niet ingaan op het mogelijke antwoord op de vraag of op de manier waarop je de vraag zou kunnen onderzoeken. Dit zou de vaart uit het proces halen. Geef aan wanneer de groepjes mogen stoppen: dat is wanneer de meeste groepjes niet meer met nieuwe vragen komen. Stop niet meteen bij de eerste keer dat groepjes even stilvallen. Vaak ontstaat er even een dood punt als de voor de hand liggende vragen op zijn, waarna de brainstorm weer op gang komt met meer diepgravende vragen (Stokhof, 2015). Na afloop worden alle vragen binnen het groepje bekeken. Welke vragen vindt het groepje het meest interessant om te gaan onderzoeken? Deze vragen worden met de klas gedeeld en op de vragenmuur gehangen. Observeer de groepjes tijdens de vragenbrainstorm en vraag de betreffende groepjes om hun interessante vragen in te brengen als ze dat niet zelf doen.

Als je merkt dat leerlingen het lastig vinden om vragen te bedenken, kan het helpen om klassikaal een vragenbrainstorm uit te voeren, zodat je zelf het proces kan begeleiden. De regels rondom de vragenbrainstorm blijven hetzelfde: alle vragen zijn goed, niet ingaan op het antwoord en niet te snel stoppen. Eventueel kan er na een klassikale vragenbrainstorm, als de leerlingen geïnspireerd zijn, nog een vragenbrainstorm in groepjes plaatsvinden.



Leerlingen van De Wegwijzer zijn verwikkeld in een vragenbrainstorm

Laat leerlingen de meest interessante vragen selecteren

Start met het inventariseren van alle vragen die tot nu toe zijn verzameld op de vragenmuur en in de vragenbrainstorm. Welke vragen vinden de leerlingen het interessantst? Als het formuleren van vragen in groepjes plaatsvindt, kiest elk onderzoeksgroepje één vraag. Als je voor een klassikale aanpak kiest, vraag dan elk onderzoeksgroepje om één tot drie vragen te selecteren waar zij echt nieuwsgierig naar zijn. Deze vragen delen ze met de rest van de klas. Houd op het bord een lijst bij van alle geselecteerde vragen, zodat je uiteindelijk het overzicht hebt van alle interessante vragen en selecteer daaruit samen de vragen die je leerlingen en jij het meest interessant vinden. Je kunt als voorbereiding op de volgende les de vragen uitgebreid bestuderen en bedenken wat wel en niet mogelijk zou zijn qua onderzoek. Het is ideaal als je de mogelijkheid hebt daarover te sparren met collega's. Als je vooraf hebt nagedacht over de mogelijkheden om de vragen te onderzoeken, zal je de volgende les met een zekerder gevoel ingaan.

Als je je verder wilt verdiepen in het vraaggestuurd leren, verwijzen we graag naar de artikelen van Harry Stokhof (zie 'Verder lezen, kijken en luisteren' aan het eind van stap 3).

Maak de leerlingen bekend met onderzoekbare vragen

Het formuleren van een onderzoekbare vraag is zowel voor de leraar als voor de leerlingen een van de lastigste onderdelen van onderzoekend leren. Als de leerlingen nog geen ervaring hebben met onderzoeksvragen, raden wij aan om een aparte les te besteden aan het leren herkennen van onderzoekbare vragen. Dit kun je doen door te oefenen met voorbeeldvragen.

- Op de website vind je een werkblad met voorbeeldvragen van leerlingen waarmee je het beoordelen van vragen kunt oefenen.

De vragen op het werkblad zijn nog niet allemaal geschikt als onderzoeksvraag. Laat de leerlingen eerst individueel of in groepjes bedenken of ze de vragen op het werkblad zouden kunnen onderzoeken. Bespreek het werkblad vervolgens klassikaal na. Leg daarin de nadruk op waarom de leerlingen denken dat de vraag wel of niet onderzoekbaar is. Zo komen de eerste ideeën naar voren over wat een vraag een geschikte onderzoeksvraag maakt.

Vervolgens vul je de kennis van de leerlingen over onderzoekbare vragen aan met behulp van *het vragenmachientje*. In het vragenmachientje staat een aantal criteria voor goede onderzoeksvragen. Deze criteria zijn als gespreksvragen geformuleerd, zodat je eenvoudig hierover in gesprek kunt gaan. Maak jezelf vertrouwd met deze gespreksvragen met behulp van de uitleg in het kader. Laat vervolgens de leerlingen het machientje zien en leg de gespreksvragen uit. Bespreek welke criteria jullie al hadden bedacht met behulp van de voorbeeldvragen. Haal tot slot samen met de leerlingen één of meer vragen van het werkblad door het machientje (het liefst vragen waar nog onduidelijkheid over bestond) en bespreek per vraag waar deze er doorheen gaat en/of waar deze blijft steken. Hierdoor wordt inzichtelijk waarom sommige vragen nog niet goed onderzoekbaar zijn. Door deze oefening met voorbeeldvragen worden de criteria minder 'opgelegd' door de leraar en voelen de leerlingen beter aan waarom dit de criteria van onderzoeksvragen zijn.

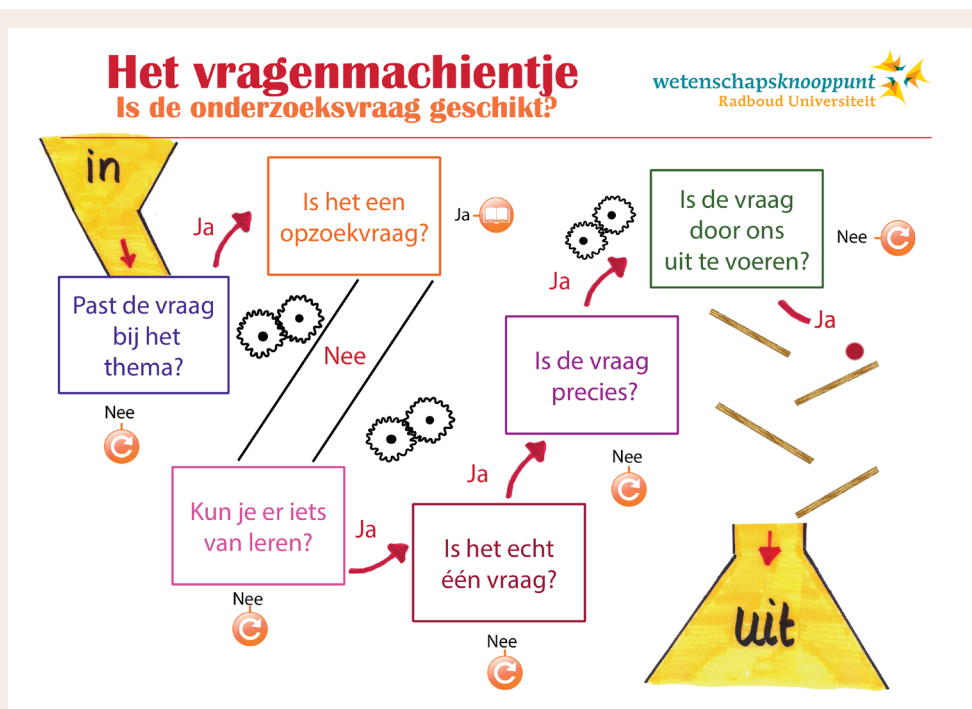
- Bekijk het fragment uit video-module 3 om te zien hoe een leraar de criteria voor een goede onderzoeksvraag met de leerlingen bespreekt.

Gespreksvragen om tot onderzoekbare vragen te komen

Onderstaande gespreksvragen helpen om te bepalen of je een vraag zou kunnen onderzoeken. Hoewel de gespreksvragen eenvoudig met 'ja' of 'nee' kunnen worden beantwoord, is het belangrijk je te realiseren dat die antwoorden niet voldoende zijn. Het doel van de vragen is om meer inzicht te krijgen in wat de leerlingen echt willen weten en welke ideeën ze hebben om dat te onderzoeken, zodat jullie kunnen beoordelen of de vraag nog moet worden aangepast. Let er dus op dat de leerlingen goed beargumenteren waarom het antwoord op de vraag ja of nee is.

Past de vraag bij het thema? Met deze gespreksvraag kun je checken of de leerlingen binnen de kaders van het thema zijn gebleven. Hoe strikt je omgaat met vragen die wat verder van het thema af liggen, hangt af van wat je met het project wilt bereiken. Als je vooral wilt dat leerlingen leren om goed te onderzoek doen en hun onderzoeksvaardigheden oefenen, dan is het zonde om een heel leuke vraag met een goed idee voor onderzoek te laten sneuvelen omdat de verbinding met het thema niet overtuigend is. Als je het belangrijker vindt dat leerlingen hun inhoudelijke kennis over het thema vergroten, dan kun je de kaders van het thema strikter hanteren.

Is het een opzoekvraag? Sommige vragen kun je moeilijk door eigen onderzoek beantwoorden. Met deze gespreksvraag is het de bedoeling deze 'feitenvragen' te ondervangen: dat zijn vragen waar je alleen het antwoord op kunt vinden door het op te zoeken en niet door zelf onderzoek te doen. De vraag 'Waar zit het geheugen in de hersenen?' is bijvoorbeeld een feitenvraag bij het thema 'Hersenen'. Deze vraag lijkt er wel op te wijzen dat de leerlingen het geheugen interessant



Het vragenmachientje

vinden. Probeer erachter te komen of de leerlingen het geheugen inderdaad een interessant onderdeel van het thema vinden. In dat geval kunnen ze hun onderzoek bijvoorbeeld richten op het aantal woorden dat leerlingen maximaal kunnen onthouden. Uitgangspunt voor de beoordeling is dat je het antwoord moet kunnen vinden door actief onderzoek te doen. Als leerlingen een onderzoeksvraag bedenken waarop het antwoord makkelijk op te zoeken is, maar ze hebben ook een goed idee om het actief te onderzoeken, dan is dat geen reden om ze het onderzoek niet te laten uitvoeren.

NB: Opzoekvragen kunnen interessante informatie opleveren en kennis over het thema vergroten. Als er tijd is, is het waardevol om de leerlingen af en toe het antwoord op een opzoekvraag te laten opzoeken (zowel voor de motivatie als de inhoudelijke kennis). In meer ervaren klassen kunnen leerlingen het antwoord op opzoekvragen opzoeken als voorbereiding op hun eigen onderzoek (zie ook 'Bronnenonderzoek' in het kader 'Ga verder', stap 2).

Kun je er iets van leren? Met deze gespreksvraag onderzoek je of de leerlingen een vraag stellen waarop ze het antwoord nog niet weten en of ze ook echt nieuwsgierig zijn naar het antwoord op de vraag. Als leerlingen het lastig vinden om een vraag te bedenken, vallen ze vaak terug op iets wat ze al weten en formuleren ze een vraag waar ze eigenlijk het antwoord al op weten of stellen ze een heel simpele vraag waarop het antwoord hen niet echt interesseert. Als je doorvraagt blijkt vaak dat er al wel ideeën bestaan voor vragen die ze wel echt interessant vinden, maar dat ze onzeker zijn over formulering of onderzoekbaarheid. Met doorvragen kun je dit helder krijgen en de leerlingen zo een stap verder helpen. Met iets meer ervaren leerlingen kun je de lat nog wat hoger leggen: is het antwoord ook interessant voor andere mensen, liefst ook nog buiten onze school?

De vraag 'Welke leerling in onze klas is het vaakst ziek?' kan interessant zijn voor leerlingen van de klas, maar is daarbuiten niet relevant. Als je de vraag richt op het verschil tussen ziekte bij ouderen en kinderen, kan het onderzoek interessante gegevens opleveren voor de GGD of medici.

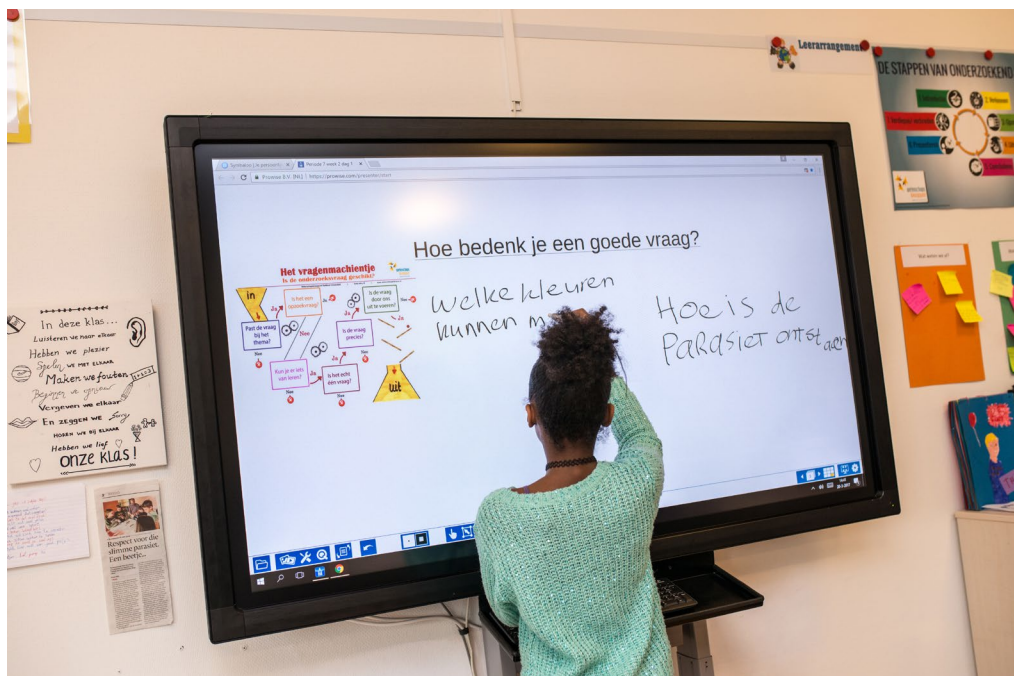
Is het echt één vraag? Soms zitten er in een vraag meerdere vragen verstopt. Het nadeel daarvan is dat het onderzoek erg complex kan worden of dat niet duidelijk wordt op welke vraag je een antwoord hebt gevonden. Met deze gespreksvraag stimuleer je leerlingen om nog eens kritisch te kijken of ze één of meerdere vragen stellen. De vraag 'Houden leraren en leerlingen zich aan de mode?' bijvoorbeeld bestaat eigenlijk uit twee vragen: leraren en leerlingen kunnen verschillen in of ze zich aan de mode houden. Vaak kun je de vraag eenvoudig opdelen in enkelvoudige vragen. In dit voorbeeld zouden de leerlingen kunnen kiezen of ze hun onderzoek ofwel op leraren, ofwel op leerlingen willen richten; of ze kunnen de vraag herformuleren tot een vergelijkingsvraag, bijvoorbeeld 'Wie houden zich meer aan de mode, leraren of leerlingen?'.

Is de vraag precies? Via deze gespreksvraag probeer je ontdekken of de vraag voor de leerlingen echt duidelijk is. Het gaat dan vooral om de formulering: is echt duidelijk wat er wordt gevraagd? Is de vraag duidelijk afgebakend en dus niet veel te breed? De vraag 'Wat is erfelijk?' is bijvoorbeeld erg breed. Bij het omvormen van deze vraag kun je proberen te ontdekken of de leerlingen al bepaalde eigenschappen in gedachten hadden. Ze kunnen hun vraag vervolgens preciezer maken door aan te geven van welke eigenschap ze willen weten of deze erfelijk is, bijvoorbeeld 'Hebben ouders van kinderen met een bril vaker zelf ook een bril/lenzen dan ouders van kinderen zonder bril?'. Niet zelden blijkt dat leerlingen al een onderzoeksaanpak in hun hoofd hebben, waar de formulering van de vraag niet volledig bij past. Door leerlingen te vragen hoe ze het onderzoek willen aanpakken, kom je er vaak achter wat ze precies willen weten.

Is de vraag door ons te onderzoeken? Deze gespreksvraag gaat in op de praktische uitvoerbaarheid. Kunnen de leerlingen aan de materialen komen die nodig zijn? Kan de juiste locatie gevonden worden? Lukt het om het onderzoek binnen de gegeven tijd uit te voeren? De vraag 'Wanneer word je sneller gestoken door een mug: als je met je raam open slaapt of als je met je raam dicht slaapt?' is bijvoorbeeld lastig uit te voeren als het geen muggenseizoen is. Als de leerlingen geïnteresseerd zijn in onderlinge verschillen in vatbaarheid, kunnen ze hun onderzoek wel op iets anders richten, bijvoorbeeld verkoudheid. De vraag wordt dan bijvoorbeeld: 'Wanneer word je sneller verkouden: als je met je raam open slaapt of als je met je raam dicht slaapt?'. Zorg dat leerlingen een (globaal) beeld kunnen schetsen van hoe het onderzoek eruit komt te zien. Jij als leraar bepaalt de kaders voor wat wel of niet praktisch mogelijk is.

Bepaal of je het formuleren van onderzoeksvragen klassikaal of in groepjes wilt aanpakken

Als de leerlingen vertrouwd zijn met de criteria van een goede onderzoeksvraag kun je de stap maken naar het formuleren van onderzoeksvragen. Dat kan klassikaal of in groepjes worden gedaan. Klassikaal heeft als voordeel dat je zelf het proces begeleidt, zodat je meer grip hebt op het verloop. Het proces gaat vaak sneller, omdat meer leerlingen meedenken. Bovendien wordt het meer een project van de klas als geheel. In groepjes vragen formuleren heeft als voordeel dat de kans groter is dat alle leerlingen actief meedoen. Bovendien is het eigenaarschap over de vragen groter. Het begeleiden van groepjes kan tijdsintensief zijn, zeker bij minder ervaren leerlingen. Je kunt meer tijd hiervoor creëren door de helft van de klas aan het formuleren van de onderzoeksvragen te laten



Een leerling van De Wegwijzer schrijft een vraag op het bord

werken en de andere helft een opdracht te geven waarbij weinig begeleiding nodig is. Bedenk welke manier het beste bij (de ervaring van) jou en je leerlingen past.

Begeleid de leerlingen bij het formuleren van een onderzoeksvraag

Vaak zijn de oorspronkelijke vragen die leerlingen over het thema hebben gesteld nog niet meteen geschikt om te onderzoeken. De vragen zijn dan bijvoorbeeld eenvoudig op te zoeken ('In welke landen komt malaria voor?') of juist te groot en abstract ('Hoe is malaria ontstaan?'). Het vragenmachientje is, zowel voor jou als de leerlingen, een handig hulpmiddel om te ontdekken of de vragen onderzoekbaar zijn. Daarnaast is het vragenmachientje een instrument om met de leerlingen in gesprek te gaan over hun vraag. De gespreksvragen in het vragenmachientje staan uitgebreid toegelicht in het kader. Je kunt het vragenmachientje op verschillende manieren in de klas gebruiken:

Bij de klassikale aanpak haal je de vragen die de klas heeft geselecteerd een voor een 'door het machientje'. Neem stap voor stap alle gespreksvragen met de leerlingen door en vraag hen waar de vraag verder komt en waar deze eruit valt. Door de gespreksvragen in het vragenmachientje stimuleer je de leerlingen om uit te leggen waarom de vraag wel of niet onderzoekbaar is. Ook laten de gespreksvragen de leerlingen nadenken over hoe het onderzoek eruit zou kunnen zien.

Het doel van het vragenmachientje is uitdrukkelijk niet om onderzoeksvragen goed of af te keuren volgens de criteria; het doel is wel om in gesprek informatie van leerlingen te krijgen over wat ze precies willen weten en hoe ze dat aan willen pakken. Deze informatie helpt om te beoordelen of de vraag nog moet worden aangepast.



Een leraar van De Wegwijzer begeleidt leerlingen bij het aanpassen van een onderzoeksvraag

De uitdaging is om vragen die nog niet onderzoekbaar zijn om te buigen naar vragen die wel goed te onderzoeken zijn (Voor voorbeelden zie de kaders 'Gespreksvragen om tot onderzoekbare vragen te komen' en 'Waaromvragen ombuigen' bij deze stap). Een goede manier om leerlingen hierbij te begeleiden is in de vorm van vragen (zie hoofdstuk 2). Soms is slechts een kleine aanpassing nodig; in andere gevallen moet de vraag helemaal worden geherformuleerd. Ook kan het zo zijn dat jullie uiteindelijk tot een heel nieuwe vraag komen die alleen het onderwerp met de oorspronkelijke vraag gemeen heeft, of dat jullie besluiten om toch de vraag aan de kant te schuiven en een andere vraag als uitgangspunt te nemen. Let erop dat je vragen niet te snel afkeurt en aan de kant schuift: ze zeggen namelijk veel over de interesse van de leerlingen en de onderwerpen waar de leerlingen nieuwsgierig naar zijn. Stem je mate van sturing af op het niveau van de leerlingen: als je merkt dat de leerlingen wel een beeld hebben van een onderzoek, maar het formuleren echt niet lukt, mag je best de uiteindelijke formulering van een onderzoeksvraag geven.

Wat vooral behouden moet blijven bij het omvormen van een vraag is het oorspronkelijke enthousiasme dat leerlingen bij een vraag hadden. Dit kun je best waarborgen door het proces van omvormen echt samen met de leerlingen te doen of het zelfs aan hen over te laten. Zorg ervoor dat de nieuwsgierigheid van de leerlingen het uitgangspunt blijft van de vraag.

Het gesprek is afgerond als jullie een vraag hebben geformuleerd die onderzoekbaar én interessant is: zowel de leerlingen als de leraar moeten veel zin hebben om het antwoord op de vraag te vinden!

Als leerlingen enige ervaring hebben met het formuleren van onderzoeksvragen, kun je hun zelfstandigheid daarin verder vergroten. In plaats van de klassikale aanpak kun je ze dan zelfstandig (in groepjes) met het vragenmachientje laten werken. Leerlingen bespreken binnen hun groepje

of ze hun vraag zouden kunnen onderzoeken. Ze halen hun vraag door het vragenmachientje en bespreken waar de vraag er doorheen gaat en waar de vraag blijft steken. Ze bedenken samen welke aanpassingen er nodig zijn om de vraag wel door het machientje te laten komen. Als ze denken dat ze een goede onderzoeksvraag hebben geformuleerd, laten ze deze checken door een ander groepje leerlingen.

- Met behulp van het werkblad 'Eigen onderzoeksvraag' kunnen leerlingen hun eigen vraag laten checken door een ander groepje.

Na de controle van het andere groepje verbeteren ze hun vraag opnieuw, waarna ze uiteindelijk hun onderzoeksvraag aan jou als leraar voorleggen. Daag de leerlingen via de gespreksvragen uit om te vertellen waarom hun vraag onderzoekbaar is, zodat je kunt ontdekken wat hun ideeën bij het onderzoek zijn. Zorg dat je door het gesprek met de leerlingen een goed beeld krijgt van het onderzoek dat ze voor ogen hebben. Door op deze manier te werken, kunnen leerlingen langer zelfstandig werken aan het formuleren van een onderzoeksvraag.

- Bekijk de volgende filmpjes om te zien hoe een lerares met een groepje leerlingen onderzoeksvragen formuleert:
 - Fragment uit video-module 3
 - Hulp van de leraar bij het opzetten van onderzoek
 - Hulp bij onderzoeksvragen bedenken en de rol van de leraar – 2

Waaromvragen ombuigen

Leerlingen stellen vaak waaromvragen. Deze vragen zijn over het algemeen lastig te onderzoeken, omdat daarin naar een verklaring wordt gezocht ('Waarom worden mensen gebeten door malariamuggen?'). Je zou dan alle mogelijke oorzaken moeten onderzoeken om echt antwoord te krijgen en dat is vaak onmogelijk (Komt het door het warme weer, doordat er veel muggen zijn, doordat de mensen een aantrekkelijke geur uitstoten, doordat ze zich niet goed beschermen tegen de muggen, doordat ze dichtbij het water wonen, doordat ze warmte uitstralen, ...). In waaromvragen zitten dus eigenlijk meerdere vragen verstopt. Als je een waaromvraag ombuigt naar een 'wat gebeurt er als...'-vraag, kun je de vraag beperken tot één mogelijke oorzaak, die je vervolgens kunt onderzoeken (De Vaan & Marell, 2012). Je kunt bijvoorbeeld onderzoeken of het voor het aantal muggenbeten uitmaakt als mensen voortaan onder een klamboe slapen.

Zorg dat alle onderzoeksgroepjes een onderzoeksvraag hebben

Als je voor een klassikale aanpak hebt gekozen, haal je samen alle interessante vragen door het machientje en probeer je ze te herformuleren tot een onderzoekbare vraag. Hierbij zullen je leerlingen en jij merken dat het voor sommige vragen te lastig is om ze te herformuleren, dat sommige vragen teveel op elkaar lijken, of dat sommige vragen toch niet zo interessant blijken. Zolang je minstens één vraag per groepje overhoudt, is dit geen probleem.



Leerlingen van De Wegwijzer oefenen met onderzoeksvragen

Als er uiteindelijk een set aan interessante, onderzoekbare vragen is overgebleven, kiest elk onderzoeksgroepje één vraag uit die ze het liefst willen onderzoeken. Het kan dus zijn dat leerlingen een vraag kiezen die oorspronkelijk bij een ander groepje vandaan kwam. Zo krijg je meer een gezamenlijk project.

Als de leerlingen in groepjes een onderzoeksvraag formuleren, kun je ze hun onderzoeksvraag aan een ander groepje voor laten leggen. Door deze tussenstap kunnen ze nog langer zelfstandig aan de slag voordat ze jou als begeleider erbij halen. Ze leren dan elkaars vragen kritisch te beoordelen, waardoor hun kritische en onderzoekende houding wordt gestimuleerd. Bovendien kunnen ze hierbij leren hoe ze op een prettige manier feedback kunnen geven aan hun medeleerlingen. De leerlingen kunnen het vragenmachientje en een werkblad gebruiken om elkaars vragen te beoordelen.

- Op de website vind je een werkblad waarmee de leerlingen de onderzoeksvraag van een ander groepje kunnen beoordelen.

GA VERDER

Leer verschillende soorten vragen herkennen en formuleren

Bij het formuleren van een onderzoeksvraag hebben leerlingen soms de neiging om steeds op dezelfde soort vragen uit te komen, bijvoorbeeld vragen in de trant van 'hoe hoog', 'hoe ver', 'hoe lang' (allemaal meetbaar) of vragen waarbij ze verschillende groepen met elkaar vergelijken. Er is echter veel meer variatie mogelijk! Als je hen kennis geeft over verschillende soorten vragen, vergroot je hun mogelijkheden om meer diverse vragen over het thema te formuleren. Daardoor kunnen vragen interessanter worden of kunnen leerlingen andere soort kennis over een thema opdoen. Geef de leerlingen daarom inzicht in een aantal verschillende soorten vragen (deels gebaseerd op De Vaan & Marell, 2012):

- **Tel- en meetvragen:** bij deze vragen ga je aantallen in kaart brengen of iets meten. Voorbeelden zijn 'Hoeveel leerlingen uit onze klas zijn kleurenblind?' of 'Hoe hoog wordt de grootste zonnebloem van onze klas?'
- **Waarderingsvragen:** bij deze vragen krijg je inzicht in de waarde die mensen ergens aan toekennen. Voorbeelden zijn 'Wat doen leerlingen uit onze klas het liefst in hun vrije tijd?' of 'Welke geur vinden leerlingen uit onze klas het viest ruiken?'
- **Vergelijkingsvragen:** hierbij ligt de aandacht op het ontdekken van verschillen en overeenkomsten. Voorbeelden zijn 'Welke verf smeert makkelijker op een vel papier: verf die is verwarmd, verf die extra koud is gemaakt of verf op kamertemperatuur?' of 'Krijgen kinderen uit groep 3 meer stress als ze een meelworm zien of als ze deze vasthouden?'
Let op: leerlingen kiezen vaak voor een vergelijking tussen jongens en meisjes, terwijl er vaak andere vergelijkingen te maken zijn die beter bij het onderwerp passen. Bij een vraag over het geheugen bijvoorbeeld, is het logischer een verschil te verwachten op basis van leeftijd of op verschillende momenten van de dag, dan tussen jongens en meisjes. Daag leerlingen daarom uit om naar de meest interessante vergelijking te zoeken.
- **Gevolgvragen:** dit zijn vragen waarbij je iets verandert en onderzoekt wat de gevolgen daarvan zijn. Voorbeelden zijn 'Wat gebeurt er met de hoeveelheid bacteriën op je handen als je je handen wast?' of 'Welke veranderingen neem je waar in het patroon van botsende geluidsgolven als je de geluidsgolven blokkeert door een groot voorwerp in het lokaal te zetten?'
- **Vragen naar samenhang:** soms wil je weten hoe twee dingen met elkaar samenhangen, maar weet je niet of het één het ander veroorzaakt of andersom. Voorbeelden zijn 'Is er een verband tussen hoe vaak leerlingen naar musea gaan en hun waardering voor de schilderijen van Bosch?' of 'Is er een verband tussen je motivatie voor memory en je prestatie bij memory?'
- **Ervaringsvragen (fenomenologische vragen):** hiermee breng je in beeld hoe mensen een bepaalde situatie ervaren. Voorbeelden zijn 'Hoe is het voor leerlingen uit onze klas om vier dagen zonder internet en beeldschermen (tv, tablet, telefoon) te leven?' of 'Op welke momenten voelen mensen zich echt Nederlander?'
- **Opinie vragen:** hierbij vraag je naar de standpunten en argumenten van mensen. Voorbeelden zijn 'Vinden leerlingen uit onze klas dat de taak van de leraar in de toekomst kan worden overgenomen door een robot? Waarom wel of niet?' of 'Vinden ouders van leerlingen uit onze klas dat zij ongevraagd foto's en filmpjes van hun kinderen mogen delen op sociale media? Waarom wel of niet?'

Dit overzicht is niet uitputtend, er zijn nog andere soorten vragen denkbaar. Vaak zijn vragen een combinatie van verschillende soorten.

Laat de leerlingen bepalen wat voor soort vraag ze hebben gesteld en inventariseer de variatie aan vragen binnen de klas. Vervolgens is het interessant om leerlingen hun oorspronkelijke vraag om te laten vormen tot een vraag van een andere soort. Kunnen ze hun vraag aanpassen waardoor deze wellicht nog interessanter wordt?

De vraag 'Hoeveel leerlingen uit onze klas vinden de schilderijen van Bosch mooi?' (tel- en meet-vraag) kan bijvoorbeeld worden omgevormd tot:

- 'Wat vinden de leerlingen uit onze klas het mooist aan de schilderijen van Bosch?' (waarderingsvraag)
- 'Welke schilderijen vinden de leerlingen uit onze klas mooier: die van Bosch of die van Dalí?' (vergelijkingsvraag)
- 'Wat gebeurt er met de waardering voor de schilderijen van Bosch wanneer kinderen uit groep 4 meer leren over de schilder en zijn werk?' (gevolgvraag)
- 'Is er een verband tussen hoe vaak leerlingen naar musea gaan en hun waardering voor de schilderijen van Bosch?' (vraag naar samenhang)
- 'Welke gevoelens ervaren leerlingen uit onze klas als ze de schilderijen van Bosch bekijken?' (ervaringsvraag)
- 'Wat vinden de leerlingen uit onze klas ervan dat er nu nog steeds onderzoek wordt gedaan naar een schilder die ruim vijfhonderd jaar geleden leefde?' (opinie-vraag)

Verder lezen, kijken en luisteren

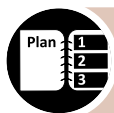
Links naar onderstaande bronnen staan op de website www.wetenschapdeklasin.nl. ©

Meer informatie over vraaggestuurd leren:

- Website Harry Stokhof met diverse publicaties over vraaggestuurd leren: https://www.researchgate.net/profile/Harry_Stokhof
- Poster met het scenario voor de begeleiding van vraaggestuurd leren: https://www.researchgate.net/publication/321709560_Poster_Scenario_voor_de_begeleiding_van_vraaggestuurd_leren
- Nederlandstalig boekhoofdstuk: 'Vragen leren stellen': Stokhof, H. (2019). Hoofdstuk 1: Vragen leren stellen. In S. Dekker, J. van Baren-Nawrocka, & M. de Boer (Reds.). *Wetenschappelijke doorbraken de klas in! Kleding, Magneten en Protest* (pp.11-17). Nijmegen: Wetenskapsknooppunt Radboud Universiteit.
- Het proefschrift van Harry Stokhof: <https://www.han.nl/onderzoek/nieuws/promotie-harry-stokhof/>

Meer informatie over de didactiek van natuuronderwijs:

- Hét basisboek over vakdidactisch handelen bij onderwijs voor natuur en techniek, met onder andere meer informatie over verschillende soorten vragen: De Vaan, E., & Marell, J. (2012). *Praktische didactiek voor natuuronderwijs* (7e ed.). Bussum: Coutinho.



Stap 3B. Een onderzoeksplan maken

Duur: 1 tot 2 lesuren

Zodra de leerlingen een geschikte onderzoeksvraag hebben geformuleerd, maken ze een bijbehorend onderzoeksplan. Dit is essentieel voor een succesvol onderzoek, omdat de leerlingen hierdoor goed nadenken over de uitvoering van hun onderzoek. Ze beschrijven stap voor stap wat ze willen onderzoeken en hoe ze dat gaan doen.

Doelen van deze stap

- Leerlingen bereiden hun onderzoek goed voor.
- Leerlingen werken hun vraag uit naar een onderzoeksplan.
- Leerlingen leren wat eerlijk onderzoeken is.

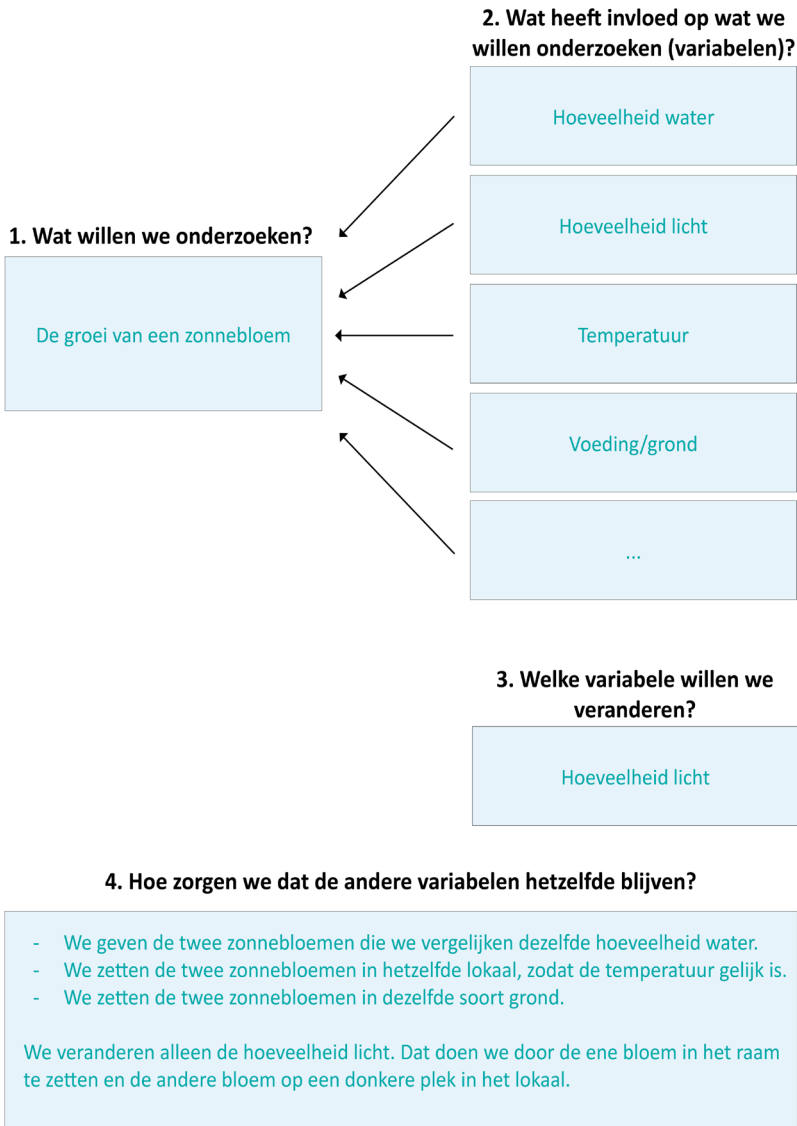
Leidraad voor de leraar

Geef de leerlingen inzicht in 'eerlijk' onderzoeken

Voor de opzet van een onderzoek waarbij je een experiment uitvoert, is kennis nodig over 'eerlijk' onderzoeken. Eerlijk onderzoeken houdt in dat per onderzoek slechts één aspect verandert en dat de andere aspecten hetzelfde blijven. Alleen op deze manier kun je ontdekken waar een mogelijke verandering uit voortkomt. Stel dat leerlingen de groei van een zonnebloem willen onderzoeken. Mogelijk wordt de groei beïnvloed door de hoeveelheid water die de bloem krijgt, de hoeveelheid licht die de bloem opvangt, de temperatuur van de ruimte waar de bloem staat en de voeding/grond waarin de bloem geplant is. Als leerlingen willen onderzoeken welke van deze factoren invloed heeft op de groei, zullen ze deze mogelijke invloeden één voor één moeten onderzoeken. Als ze tegelijkertijd zowel de grond als de hoeveelheid water veranderen in het onderzoek, dan weten ze aan het eind niet of de grond of het water de doorslag heeft gegeven voor de gemeten groei. Verander daarom telkens maar één variabele per onderzoek.

- Het werkblad 'Eerlijk onderzoek' helpt leerlingen om te ontdekken hoe ze hun onderzoek eerlijk kunnen opzetten.
- Online is een oefening voor leerlingen beschikbaar om het principe van eerlijk onderzoek te leren kennen.

Niet alle leerlingen zullen eerlijk onderzoek volledig begrijpen door één oefening. Pak het begrip daarom terug na het uitvoeren van het onderzoek, in de concludeerfase (stap 5). Laat leerlingen verwoorden waarom hun onderzoek wel of niet eerlijk verlopen is. Door het in hun eigen onderzoek te herkennen, wordt het principe van eerlijk onderzoek minder abstract.



Eerlijk onderzoek opzetten

Het opzetten van een eerlijk onderzoek gaat als volgt:

1. Bedenk wat je wilt onderzoeken/meten.
2. Bedenk wat er allemaal van invloed zou kunnen zijn op wat je wilt onderzoeken.
3. Kies één variabele die je wilt onderzoeken.
4. Bedenk tenslotte hoe je ervoor zorgt dat de variabelen die je niet gaat onderzoeken hetzelfde blijven.



Leerlingen van de Dolfijnklassen oefenen met eerlijk onderzoek

Oefen gezamenlijk met het maken van een onderzoeksplan

Als leerlingen nog geen ervaring hebben met het maken van een onderzoeksplan, raden wij aan om dit eerst klassikaal te oefenen. Kies bij voorkeur een voorbeeldvraag waar alle leerlingen zich iets bij kunnen voorstellen, maar die niet aansluit bij het thema van het project. Daarmee voorkom je dat de leerlingen het voorbeeld kopiëren bij het maken van hun eigen onderzoeksplan. Bespreek de verschillende onderdelen met de leerlingen en laat bij ieder onderdeel zien wat van hen verwacht wordt (zie kader).

- Gebruik bij deze oefening het werkblad 'Onderzoeksplan'. Online staat tevens een instructieblad voor het onderzoeksplan. Dit geeft leerlingen houvast bij het invullen van het onderzoeksplan.

Onderdelen van het onderzoeksplan

1. De onderzoeksvraag

Hier schrijven leerlingen hun definitieve onderzoeksvraag, zodat voor iedereen duidelijk is wat ze gaan onderzoeken.

2. De hypothese

Laat leerlingen voordat ze het onderzoek uitvoeren altijd een hypothese formuleren. Een hypothese is een voorspelling van het antwoord op de onderzoeksvraag. Essentieel is dat de leerlingen de hypothese opstellen op basis van kennis die ze op dat moment hebben, en dat ze niet zomaar wat gokken. Laat ze vanuit hun kennis beredeneren waarom ze dit antwoord verwachten. Als leerlingen het moeilijk vinden, kun je ze verwijzen naar hun mindmap of laten terugdenken aan wat ze bij de activiteiten hebben geleerd. Voor leerlingen met meer ervaring met onderzoekend leren kan de hypothese bovendien helpen om te bedenken hoe ze het onderzoek het best kunnen aanpakken: hoe kunnen ze laten zien dat hun hypothese wel of niet klopt?

3. De manier van onderzoeken

In dit onderdeel beschrijven leerlingen hoe ze het onderzoek gaan uitvoeren. Het is de bedoeling dat je door deze beschrijving het onderzoek echt voor je ziet. Meestal hebben leerlingen al bij het formuleren van de vraag een globaal beeld van hoe ze willen onderzoeken. In dit deel van het plan vullen ze daarbij de details aan. Denk daarbij aan:

- a. Wie of wat gaan de leerlingen onderzoeken?
 - *Bij onderzoek naar mensen:* Leerlingen beschrijven hun proefpersonen op basis van de kenmerken die belangrijk zijn voor het onderzoek. Als ze bijvoorbeeld onderzoek willen doen waarin haarkleur een belangrijke rol speelt, dan moet dat worden benoemd. Maar als het onderzoek gaat over een vergelijking tussen twee leeftijdsgroepen, dan is leeftijd relevant, maar haarkleur niet. Naast de kenmerken benoemen leerlingen ook hoeveel proefpersonen ze nodig hebben om echt te kunnen zeggen dat hun antwoord klopt. Maak leerlingen bewust dat ze geen proefpersoon kunnen zijn in hun eigen onderzoek. Ze weten immers wat ze willen onderzoeken en verwachten; deze kennis kan de resultaten van het onderzoek beïnvloeden.
 - *Bij een experiment:* Leerlingen beschrijven de proefopstelling en de manier waarop ze het experiment willen uitvoeren. Ook schrijven ze op hoe vaak het experiment herhaald moet worden om er zeker van te zijn dat het resultaat geen toeval is. Dat is natuurlijk moeilijk in te schatten, maar het gaat erom dat er in ieder geval over wordt nagedacht.
- b. Op welke manier gaan leerlingen gegevens verzamelen? Laat leerlingen opschrijven of ze een test maken, een vragenlijst, een interview, of ze observaties gaan doen, iets gaan opmeten, of ze ervaringen gaan verzamelen, ...etc. Vooral de keuze tussen een interview en een vragenlijst kan lastig zijn, daarom is online een hulpmiddel beschikbaar om leerlingen te helpen met de keuze voor een vragenlijst of een interview. 

4. Eerlijk onderzoek

Als het onderzoek een experiment bevat, schrijven leerlingen bij dit onderdeel op hoe ze ervoor zorgen dat ze het onderzoek eerlijk uitvoeren. Ze geven aan welke factoren hetzelfde blijven en welke (ene) factor ze variëren. Een uitleg over eerlijk onderzoeken is te vinden aan het begin van stap 3B. Als leerlingen op dit onderdeel vastlopen, kunnen ze het werkblad 'Eerlijk onderzoek' gebruiken. Het kan dan blijken dat hun vraag nog niet helemaal goed was en moet worden aangepast. In dat geval is het handig om het onderzoeksplan opnieuw te maken.

5. Het opschrijven van de resultaten

Leerlingen schrijven op hoe ze de resultaten willen noteren. Dit is nodig om later goede conclusies te kunnen trekken. Vaak is het handig om een tabel te maken. Soms is het genoeg om te turven of streepjes te zetten. Bij een interview is het belangrijk om de antwoorden kort op te schrijven. Foto's, video- en geluidsopnamen kunnen daarbij een goede aanvulling zijn, maar geef duidelijk aan dat het onhandig is om de resultaten alleen met video- en geluidsopnamen vast te leggen, omdat ze de opnamen dan vaak een paar keer moeten terugkijken of luisteren, wat heel tijdsintensief is.



Leerlingen van De Gazelle hebben een creatieve, visuele manier bedacht om te zorgen dat antwoorden van respondenten uniform zijn, zodat resultaten makkelijk te noteren en kwantificeerbaar zijn

6. Benodigheden

In dit onderdeel beschrijven de leerlingen wat ze allemaal nodig hebben om het onderzoek te kunnen uitvoeren. Dat kunnen materialen zijn, maar ook hulp of toestemming. Vaak moeten er vooraf dingen geregeld worden om te zorgen dat het onderzoek soepel verloopt. Dat kan gaan om aan de conciërge vragen of ze een trap mogen lenen, een ouder vragen of ze het sporthorloge als hartslagmeter mogen gebruiken of de leraar van een andere klas vragen of ze op een bepaald tijdstip een aantal leerlingen als proefpersoon mogen uitnodigen. Maak leerlingen zelf verantwoordelijk voor het meenemen van de materialen en laat ze het zoveel mogelijk zelf oplossen als blijkt dat ze iets zijn vergeten.

7. Stap voor stap planning

Een planning is nodig om overzicht te maken en te weten wie wanneer wat doet. In de planning schrijven de leerlingen welke taken er zijn, wie waarvoor verantwoordelijk is en wanneer en waar de taken moeten worden uitgevoerd. Zorg dat ook de voorbereiding van het onderzoek in de planning staat, en niet alleen de uitvoer. De leerlingen moeten ervoor zorgen dat er een evenwichtige taakverdeling is binnen de groep, waar iedereen zich in kan vinden. Dit hoeven niet per se de rollen te zijn die eerder beschreven zijn (groepsvoorzitter, notulist, hoofd onderzoek en hoofd communicatie); laat ze kiezen voor rollen die relevant zijn bij hun eigen onderzoek.

Laat de leerlingen een onderzoeksplan maken

In het onderzoeksplan beschrijven de leerlingen hoe ze het onderzoek willen aanpakken en wat er allemaal moet gebeuren om de onderzoeksvraag te kunnen beantwoorden. Leerlingen vinden het soms saai om zo diep na te denken over de onderdelen van hun onderzoek en gaan liever meteen aan de slag. Toch is het belangrijk dat leerlingen vooraf nadenken over wat ze precies gaan doen om de onderzoeksvraag te beantwoorden. Wat gaan ze als eerste doen? Welke spullen hebben ze nodig voor het onderzoek? Uit de evaluaties komt vaak naar voren dat de leerlingen achteraf wel degelijk het nut van het maken van een plan inzien.

- Het werkblad 'Onderzoeksplan' is online beschikbaar. Van de projecten in boek 4 tot en met 7 van deze boekenreeks zijn ook uitgewerkte voorbeelden online beschikbaar.

Het werkblad 'Onderzoeksplan' geeft houvast en structuur bij het maken van het plan. Het is dus aan te raden dat leerlingen het werkblad gebruiken bij de eerste keren dat ze een project onderzoekend leren doen. Als ze meer geoefend zijn, kunnen ze ook zonder werkblad een plan schrijven.

Stel sturende vragen om leerlingen verder te helpen

In je rol als coach stel je de leerlingen sturende vragen wanneer je merkt dat ze niet verder komen met hun onderzoeksplan (zie hoofdstuk 2). Denk aan vragen als: 'Hebben jullie al bedacht bij wie jullie dit onderzoek willen uitvoeren?', 'Is het mogelijk om dat onder schooltijd te doen?' of 'Wat moet er nog geregeld worden voordat jullie het onderzoek in het zwembad kunnen gaan uitvoeren?' Als je merkt dat de leerlingen vastlopen, geef ze dan een hint waarmee je ze weer op weg helpt.



Leerlingen van De Weisterbeek werken aan hun onderzoeksplan

Keur het plan goed voordat je leerlingen het onderzoek laat uitvoeren

Maak leerlingen duidelijk dat ze pas met de uitvoering van hun onderzoek kunnen beginnen nadat jij hun onderzoeksplan hebt goedgekeurd. Op basis van het onderzoeksplan kun je overzien wat ze van plan zijn en waar ze mogelijk tegenaan gaan lopen. Je hoeft ze niet voor alle fouten te behoeven: dat kunnen juist belangrijke leermomenten zijn. Het gaat erom dat je op basis van het plan het vertrouwen hebt dat de leerlingen zelfstandig aan de slag kunnen met de uitvoering. Zorg wel dat je op een later moment terugkomt op de dingen die minder goed verliepen, hiervan kunnen leerlingen weer leren voor een volgend project.



Leerlingen van De Peppels werken aan hun onderzoeksplan

GA VERDER**Maak kennis met verschillende manieren van onderzoek**

Als je bedenkt hoeveel verschillende soorten onderzoeksvragen je kunt stellen (zie stap 3A, kader 'Ga verder'), kun je je misschien voorstellen dat er minstens zoveel verschillende manieren zijn om al deze verschillende vragen te beantwoorden. Sterker nog, hoewel sommige vragen zich maar voor één soort onderzoek lenen, kun je vaak ook eenzelfde vraag op diverse manieren beantwoorden. De verschillende manieren geven net een andere kijk op het antwoord op de vraag.

Neem als voorbeeld de onderzoeksvraag: 'Krijgen kinderen uit groep 3 meer stress bij het zien of bij het vasthouden van een meelworm?'

Deze vraag kun je op verschillende manieren onderzoeken:

- Je kunt de hartslag van de proefpersonen meten (meetinstrument)
- Je kunt de proefpersonen vragen om op een schaal van 1-10 aan te geven hoeveel stress het zien en het vasthouden gaf (vragenlijst)
- Je kunt de proefpersonen vragen om aan te kruisen welke smiley het beste hun gevoel weergeeft bij het zien en het vasthouden (vragenlijst)
- Je kunt de proefpersonen vragen om aan te kruisen wat ze het engst vonden (zien, vasthouden, of geen verschil) (vragenlijst)
- Je kunt een kort interview met de proefpersonen houden en vragen hoe ze het vonden (interview)
- Je kunt de proefpersonen observeren en zelf inschatten hoeveel stress ze ervaren op een schaal van 1-10 (observatie)
- Je kunt op internet een bronnenonderzoek doen om te zien of bekend is wat jonge kinderen enger vinden (bronnenonderzoek)
-

Het is interessant om de leerlingen kennis te laten maken met verschillende manieren waarop ze onderzoek kunnen doen. Dat vergroot hun repertoire aan mogelijkheden en inspireert hen om creatief te denken en niet meteen bij het eerste idee voor aanpak akkoord te gaan. Bovendien kan kennis van nieuwe mogelijkheden ook weer nieuwe vragen bij hen oproepen.

Als eerste oefening kun je de klas opdelen in groepjes en ieder groepje de opdracht geven om, onafhankelijk van elkaar, een onderzoeksplan te maken bij bovenstaande vraag. Hopelijk kun je in de nabespreking zien dat verschillende groepjes verschillende ideeën hadden en dat deze in principe allemaal geschikt zijn. Daardoor ervaren de leerlingen dat er verschillende manieren mogelijk zijn. Bespreek met de leerlingen wat voor resultaten je krijgt bij de verschillende benaderingen. Is één methode de beste? Zou je verschillende methodes naast elkaar kunnen uitvoeren en wat zou dat betekenen voor hoe zeker je bent over je conclusie?

Stimuleer de leerlingen vervolgens om zoveel mogelijk verschillende manieren te bedenken waarop ze antwoord kunnen vinden op hun eigen vraag. Uiteindelijk kiezen ze de methode die ze de meest interessante resultaten vinden opleveren.



Stap 4. Uitvoeren onderzoek

Duur: 2 tot 3 lesuren

Tijdens de uitvoering van het onderzoek is het de bedoeling dat de leerlingen zoveel mogelijk zelfstandig werken. Voor een groepje dat het onderzoeksplan goed heeft ingevuld, zou dat weinig problemen moeten opleveren. Zorg ervoor dat je overziet waar de groepjes mee bezig zijn, zodat je op tijd kunt ingrijpen als dat nodig is.

Doelen van deze stap

- Leerlingen leren zelfstandig een eigen onderzoek uitvoeren.
- Leerlingen leren hun gegevens zorgvuldig te noteren.
- Leerlingen leren samenwerken in een groepje.



Leerlingen van verschillende scholen voeren hun eigen onderzoek uit

Leidraad voor de leraar

Laat de leerlingen zelfstandig aan de slag gaan

Na goedkeuring van het onderzoeksplan zijn de leerlingen voorbereid om hun onderzoek uit te voeren. Ze weten wie ze gaan onderzoeken, hoe ze dat gaan doen en wat ze nodig hebben. Je kunt de leerlingen nu dus loslaten en zelfstandig aan de slag laten gaan. Als je ze het gevoel geeft dat zij verantwoordelijk zijn voor hun onderzoek, zullen veel groepjes je verrassen. Dit betekent niet dat je als leraar volledig uit beeld verdwijnt. Kijk van een afstandje mee hoe het proces verloopt en welke interventies eventueel nodig zijn om de leerlingen verder te helpen. Let er in het bijzonder op of de leerlingen hun resultaten nauwkeurig bijhouden. Dat is essentieel voor de volgende stap in het proces: concluderen.

GA VERDER

Besteed aandacht aan nauwkeurig observeren

Net als in stap 2 (verkenning) is het ook in stap 4 (uitvoeren onderzoek) waardevol om extra aandacht te besteden aan het leren observeren. Onderzoek doen en gegevens verzamelen vraagt aandacht en zorgvuldigheid. Leerlingen moeten bijvoorbeeld nauwkeurig meten of goed kijken of ze verschillen of overeenkomsten kunnen waarnemen. Ook kunnen observaties extra informatie opleveren. Als leerlingen bijvoorbeeld een test afnemen bij een proefpersoon kan het interessant zijn als iemand ondertussen het gedrag van de proefpersoon observeert. Deed de proefpersoon haar best? Werd ze afgeleid? Voerde ze het onderzoek uit zoals haar was verteld of verliep er iets afwijkend? Deze informatie kan de leerlingen in stap 5 helpen hun resultaten te verklaren en te begrijpen. Zorg er daarom voor dat de leerlingen interessante observaties opschrijven of tekenen.

- Online vind je meer informatie over observeren in het hoofdstuk 'Nieuwsgierig door observeren' uit boek 7 van de boekenreeks. Daarnaast staan er ook diverse activiteiten online om observeren met leerlingen te oefenen.

Laat de leerlingen een logboek bijhouden

Onderzoek doen vraagt van leerlingen dat ze gestructureerd werken. Het bijhouden van een onderzoeklogboek kan hierbij helpen. Als de leerlingen alle werkbladen nog gebruiken, zoals het werkblad 'Onderzoeksplan' en het werkblad 'Concluderen', dan is daarnaast een logboek bijhouden waarschijnlijk teveel gevraagd. Een logboek is vooral nuttig voor leerlingen die het onderzoekend leren inmiddels genoeg in de vingers hebben en de meeste werkbladen niet meer nodig hebben.

In het logboek beschrijven de leerlingen in ieder geval hoe het onderzoek wordt uitgevoerd, welke gegevens ze verzamelen en welke onverwachte dingen er gebeuren die van invloed kunnen zijn op de resultaten. Dit zijn de zaken waar eerder een werkblad voor werd gebruikt, zoals het onderzoeksplan en de conclusie. De onderdelen van de werkbladen kunnen als basis dienen voor de onderdelen die in het logboek terugkomen. Daarnaast kunnen de leerlingen ook hun ervaringen beschrijven: de afspraken die in hun groepje zijn gemaakt, de rolverdeling, de vragen die ze hebben, wat ze geleerd hebben, waar ze tegenaan lopen tijdens het onderzoeksproces, Het logboek kan eventueel aangevuld worden met foto's.



Een leerling van De Weisterbeek werkt haar logboek bij

Het logboek helpt leerlingen na afloop om de stappen van hun onderzoek te reconstrueren en soms ook verklaringen te vinden voor hun bevindingen. Bovendien is het een handig naslagwerk voor de presentatie aan het eind van het onderzoeksproces (stap 6).



Stap 5. Concluderen

Duur: 2 tot 3 lesuren

Nadat het onderzoek is uitgevoerd, worden de resultaten op een overzichtelijke manier verwerkt. Dit kan bijvoorbeeld in een tabel of grafiek. Daarna trekken de leerlingen op basis van de resultaten een conclusie: dit is het antwoord op hun onderzoeksvraag.

Doelen van deze stap

- Leerlingen leren het verschil tussen resultaten en conclusies.
- Leerlingen leren de resultaten die ze hebben verzameld overzichtelijk weer te geven.
- Leerlingen leren verband te leggen tussen de resultaten en de onderzoeksvraag.
- Leerlingen leren de conclusie van hun onderzoek beknopt verwoorden.
- Leerlingen leren verschillende verklaringen te geven voor de uitkomsten.

Leidraad voor de leraar

Laat de leerlingen de resultaten ordenen

Tijdens de uitvoering van het onderzoek hebben leerlingen hun resultaten bijgehouden. Voordat ze conclusies kunnen trekken is het belangrijk dat ze deze resultaten ordenen: welke resultaten hebben ze allemaal? Welk resultaat hoort bij welk onderdeel? Laat ze hun resultaten overzichtelijk weergeven in bijvoorbeeld een tabel of een grafiek. Conclusies trekken uit ongeordende resultaten leidt sneller tot verkeerde conclusies.



Leerlingen en leraar van de Dolfijnklassen overleggen over het ordenen van de resultaten van een van de groepjes

Leer de leerlingen het onderscheid tussen resultaten en conclusies

Resultaten zijn iets anders dan conclusies. Omdat dit onderscheid voor veel leerlingen moeilijk is, raden we aan om hier expliciet aandacht aan te besteden. Kort gezegd kunnen resultaten overzichtelijk worden weergegeven in een grafiek, tabel of cirkeldiagram. Daarnaast worden resultaten kort (puntsgewijs) beschreven en wordt aangegeven welke uitkomsten opvallend zijn. De conclusie is het antwoord op de onderzoeksvraag. Met onderstaand voorbeeld proberen we dit te verduidelijken.

Voorbeeld onderscheid resultaten-conclusie**Onderzoeksvraag**

Wie is er beter in memory, kinderen of volwassenen?

Resultaten**Resultaten ordenen**

Kinderen	Score (aantal sets)	Bijzonderheden
Fenna	12	Lette heel goed op
Joris	7	
Diederik	9	
Jouke	0	Pakte steeds heel snel
Kiki	1	Probeerde anderen af te leiden
Gemiddelde	5,8	
Volwassenen	Score (aantal sets)	Bijzonderheden
Pieter	2	
Marije	1	Gaapte heel vaak
Joyce	5	
Arnoud	3	
Richard	8	Heeft drie keer vals gespeeld
Gemiddelde	3,8	Richard mag niet meetellen
Gemiddelde zonder Richard	2,8	

Resultaten beschrijven

- Kinderen halen een gemiddelde score van 5,8 memory sets. De laagste score is 0 en de hoogste score is 12 sets.
- Volwassenen halen een gemiddelde score van 3,8 memory sets. De laagste score is 1 en de hoogste score is 8 sets.
- Voor gevorderde leerlingen: Bij de volwassenen is vals gespeeld. Daarom tellen we de persoon die vals speelde niet mee. De gemiddelde score van de volwassenen wordt dan 2,8 memory sets.

Samenvattend: De score van kinderen is hoger dan de score van volwassenen.

Conclusie

Uit ons onderzoek is gebleken dat kinderen beter zijn in memory dan volwassenen.

Het beschrijven van de resultaten kan heel simpel tot heel uitgebreid. Daag je leerlingen afhankelijk van hun kennis en ervaring uit om hun resultaten zo volledig mogelijk te beschrijven. In het voorbeeld is de kolom 'Bijzonderheden' bedoeld voor leerlingen die meer ervaring hebben met onderzoekend leren.

- Online staan een werkblad en een instructieblad voor het concluderen. Deze hulpmiddelen helpen leerlingen om het onderscheid te maken tussen de resultaten en de conclusie van hun onderzoek.

Veel oefenen om van resultaten tot een conclusie te komen

Het kan voor leerlingen erg lastig zijn om het antwoord op de onderzoeksvraag uit de resultaten te halen. Dat kan komen doordat het lastig is te bepalen welke gegevens relevant zijn voor de conclusie. Het goed ordenen van de resultaten kan leerlingen daarin een stuk verder helpen. Verder is veel oefenen de enige manier om echt goed te leren om van resultaten tot conclusie te komen. Dat geldt voor zowel leerlingen als leraren. En ook bij het concluderen geldt: het belangrijkste is dat leerlingen kunnen uitleggen waarom ze tot deze conclusie zijn gekomen. Het gaat om kritisch denken en een weloverwogen beslissing.



Leerlingen van De Gazelle verwerken hun resultaten in een staafdiagram

Laat de leerlingen reflecteren op hun conclusie

Nadat de conclusie is getrokken, gaan leerlingen deze interpreteren en vergelijken met hun hypothese (de voorspelling). Op het werkblad 'Concluderen' staat een aantal vragen die de leerlingen hierbij helpen. Is de conclusie van de leerlingen hetzelfde als hun hypothese? Waarom wel of niet? Heeft de omgeving invloed gehad op de resultaten en de conclusie? Zijn er nog andere verrassende dingen uit het onderzoek gekomen? Wat zouden de leerlingen anders doen als ze het onderzoek nog een keer zouden doen? Je kunt de antwoorden van de leerlingen klassikaal nabespreken. Ook kan je het werkblad bewaren en aan de leerlingen geven op het moment dat ze aan een volgend project beginnen, zodat ze dan starten met de leerpunten van de vorige keer. Een andere optie is om klassikaal een lijstje te maken met punten waar leerlingen de volgende keer beter op willen letten. Bespreek deze punten dan opnieuw bij de start van het volgende project.

Laat leerlingen inzien dat conclusies altijd tijdelijk zijn

Laat leerlingen kennismaken met het idee dat de conclusie van een onderzoek altijd tijdelijk is. Uit een volgend onderzoek kan altijd blijken dat de resultaten van dit onderzoek toch niet helemaal kloppen of dat de interpretatie van de resultaten niet juist is. Zo werkt wetenschap. Soms kan een conclusie tientallen of honderden jaren overeind blijven, om uiteindelijk toch te veranderen na nieuw onderzoek. De kennis die we hebben, verandert dus voortdurend! Onderzoek en kennis zijn nooit af.

Leer leerlingen tevens dat als uit het onderzoek van leerlingen iets anders blijkt dan ze vooraf verwacht hadden, dat dat ook nieuwe informatie is. Leerlingen hebben vaak het gevoel dat hun onderzoek mislukt is op het moment dat de resultaten niet aansluiten bij de verwachting, maar ook dat is hoe het gaat in de wetenschap.

GA VERDER**Laat leerlingen de resultaten kritisch bekijken**

Een volgende stap in het ordenen van resultaten, is te kijken waar gegevens ontbreken. Er kunnen gegevens ontbreken doordat de proefleider gegevens is vergeten op te schrijven, of omdat de proefpersoon bijvoorbeeld een vraag niet heeft beantwoord. Laat de leerlingen kritisch bekijken hoeveel gegevens er uiteindelijk overblijven. Als ze bedacht hadden dat tien proefpersonen nodig waren, maar ze hebben uiteindelijk maar van drie personen gegevens, kunnen ze dan nog een geldige conclusie trekken? En zijn er misschien gegevens bij die eigenlijk niet mee zouden mogen tellen? Bijvoorbeeld omdat de proefpersoon bij een tijdsmeting moest niezen, waardoor de gemeten tijd langer is dan zonder nies, of omdat de proefleider iets heeft voorgezegd aan de proefpersoon? Bespreek met de leerlingen hoe je met deze gegevens kunt omgaan. Misschien willen ze de gegevens van de proefpersoon weglaten. In het voorbeeld van de tijdsmeting zouden leerlingen bijvoorbeeld een gemiddelde tijd kunnen berekenen van de groep proefpersonen met en zonder de niesende persoon. Is er een verschil? Hoe groot is het verschil? Wat denken de leerlingen, kunnen de gegevens meegenomen worden? Laat ze hun keuzes beargumenteren. Een definitief antwoord is er niet: het gaat erom dat de leerlingen kritisch denken en overwogen keuzes maken.

Daag leerlingen uit de resultaten van interviews gestructureerd te analyseren

Leerlingen die meerdere interviews hebben gehouden, verzamelen vaak veel gegevens die niet makkelijk in een tabel of grafiek te zetten zijn. Je kunt de leerlingen uitdagen om de informatie uit de interviews op een gestructureerde manier te analyseren. Leerlingen zoeken dan naar verbanden en clusteren de antwoorden tot een overzichtelijke hoeveelheid gegevens. Het resultaat is dat ze meer inzicht krijgen in de antwoordpatronen van de respondenten. Ze kunnen de informatie analyseren door per interviewvraag voor elke respondent het antwoord kernachtig op te schrijven. Daarna kijken ze of ze verbanden kunnen ontdekken: welke antwoorden lijken op elkaar? Zijn er thema's te ontdekken? Deze antwoorden geven ze dezelfde kleur. Tenslotte maken ze voor elke kleur een korte beschrijving, waarin ze aangeven wat de kern van het cluster is.

- Om de analyse van leerlingen te structureren is online een stap-voor-stap uitleg beschikbaar.

Bij de interviewvraag 'Moeten de schoolpauzes langer duren?' (zie afbeelding) kunnen de leerlingen de antwoorden bijvoorbeeld eerst indelen naar eens of oneens. Vervolgens bekijken ze waarom de respondenten het eens of oneens waren en maken ze daar een cluster van. In onderstaand voorbeeld zie je drie clusters ontstaan: 'later thuis', 'tevreden nu' en 'meer rust'. Zorg dat een cluster bestaat uit antwoorden van meerdere respondenten. Er is altijd wel een antwoord dat nergens anders bij past, maar probeer dit tot een minimum te beperken. De bedoeling is tenslotte om het aantal antwoorden terug te brengen naar een meer overzichtelijke hoeveelheid.

Moeten de schoolpauzes langer duren?



Voorbeeld van geclusterde interviewresultaten

Ga terug naar de literatuur: vergelijk de resultaten

Als bij de verkenning een bronnenonderzoek is gedaan, kunnen conclusies van de leerlingen worden vergeleken met de resultaten uit de literatuur die ze gevonden hebben. Komt wat ze gevonden hebben tijdens het uitvoeren van het onderzoek overeen met wat eerder in de literatuur beschreven staat? Voegen ze kennis toe aan wat al bekend was, of bevestigen ze het bekende? En als het niet overeenkomt, wat denken ze dat daarvan de oorzaak kan zijn?



Stap 6. Presenteren

Duur: 2 tot 3 lesuren

In de presentatie wordt een overzicht gegeven van het hele onderzoeksproces. Leerlingen kijken terug op het gehele proces dat ze hebben doorlopen en denken na over hoe zij het onderzoek en de resultaten begrijpelijk kunnen uitleggen aan anderen.

Doelen van deze stap

- Leerlingen leren overzicht te creëren over hun onderzoek, zowel over het onderzoeksproces als de resultaten.
- Leerlingen reflecteren kritisch op het proces, de resultaten en de conclusie van het onderzoek.
- Leerlingen leren op een heldere, gestructureerde manier over zowel proces als resultaten van het onderzoek vertellen.
- Leerlingen leren samen overeenstemming te bereiken over vorm en inhoud van de presentatie.

Leidraad voor de leraar

Besprek wat er in de presentatie moet staan

In de presentatie moet duidelijk worden hoe de leerlingen vanuit hun onderzoeksvraag tot het antwoord zijn gekomen. Dit doen ze door te presenteren wat hun vraag was, hun aanpak, conclusie en reflectie op de conclusie. Je kunt aan de leerlingen vragen wat zij denken dat in de presentatie aan bod moet komen om echt een goed beeld te krijgen. Wat ons betreft zouden dat in ieder geval de volgende onderdelen moeten zijn:

- Onderzoeksvraag
 - Waarom deze onderzoeksvraag?
 - Hypothese (voorspelling)
 - Hoe is het onderzoek uitgevoerd?
 - Resultaten
 - Conclusie en kritische bespreking van de uitkomst
 - Terugkijken op het onderzoek (wat ging goed en wat zijn verbeterpunten?)
- 🕒 Op de website staat een overzicht van wat volgens ons onderdeel zou moeten zijn van een goede onderzoekspresentatie. Leerlingen kunnen dit werkblad als checklist gebruiken bij de voorbereiding op de presentatie. Ook kunnen zowel jij als de overige leerlingen het gebruiken om gericht feedback te geven op de presentatie.

Laat de leerlingen zelf kiezen hoe ze hun onderzoek presenteren

De leerlingen zijn vaak trots op hun eigen onderzoek. Misschien vinden ze daarom het presenteren vaak een van de leukere onderdelen van het project. Het kan extra motiverend werken om leerlingen de keuze te geven voor de vorm waarin zij willen presenteren, zodat ze zelf met creatieve ideeën kunnen komen. Voorbeelden zijn: een poster, een demonstratie van het onderzoek, een toneelstukje, een filmpje, een artikel in het schoolblad of zelfs een rap of een liedje. Dat leerlingen zelf de

vorm van hun presentatie kiezen, wil niet zeggen dat ze alle vrijheid hebben: het blijft de bedoeling om het hele onderzoek te presenteren en de afgesproken onderdelen daarin terug te laten komen.

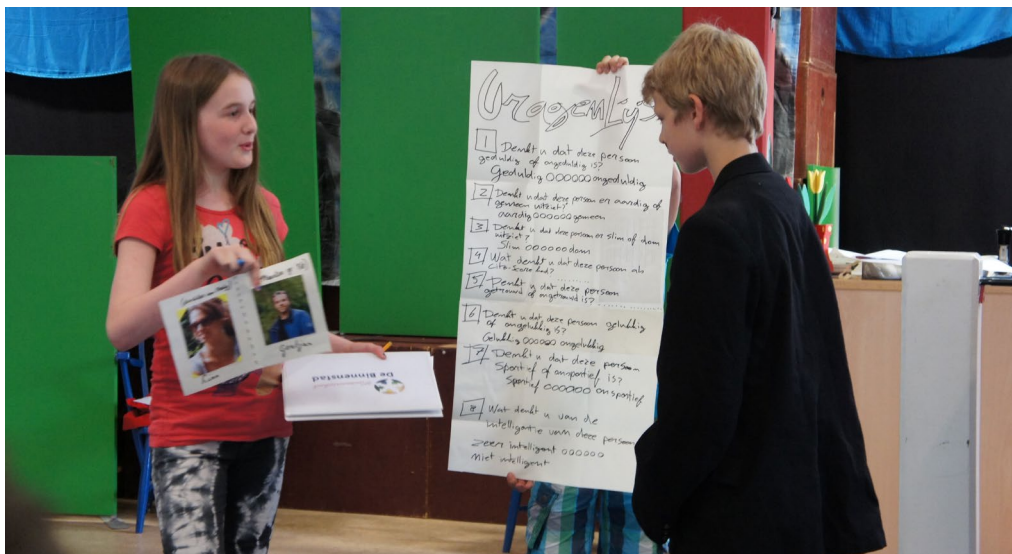
- Bekijk online inspirerende voorbeelden van creatieve presentaties.

Nodig ouders of ander publiek uit voor de presentatie

Presentaties van leerlingen zijn een uitgelezen kans om ouders te laten zien waar leerlingen op school mee bezig zijn en wat ze hebben geleerd. Ervaring leert dat leerlingen gemotiveerd zijn om echt iets van hun presentatie te maken als ook de ouders daarbij aanwezig zijn. Ook leerlingen en leraren van andere klassen kunnen worden uitgenodigd. Als het onderzoek zich ervoor leent, is het natuurlijk ook leuk om mensen uit te nodigen voor wie het onderzoek relevant is. Juist met een extern publiek is het de moeite waard om een creatieve vorm van presenteren te kiezen in plaats van een PowerPointpresentatie. Het onderzoek van de leerlingen wordt echt inzichtelijk als leerlingen iets van hun onderzoek direct laten zien. Dat kan bijvoorbeeld door een demonstratie van een proefje te geven of mensen een vragenlijst te laten invullen die voor het onderzoek is gebruikt. De resultaten kunnen daarbij bijvoorbeeld met een poster worden gepresenteerd.

Bespreek de presentaties na

Bespreek na hoe de presentaties zijn gegaan. Laat vooral de medeleerlingen feedback geven en aangeven wat ze goed vonden en wat de volgende keer beter kan. Vond de klas dat duidelijk was waar het onderzoek over ging? Kwamen alle onderdelen aan bod? Was te volgen hoe het onderzoek eruitzag? Waren de resultaten en de conclusie begrijpelijk? Ook kun je samen op de vorm van de presentatie terugkijken. Denk daarbij bijvoorbeeld aan de mate van creativiteit, het enthousiasme van de leerlingen, de voorbereiding (lazen ze hun presentatie op, vertelden ze uit het hoofd of met een spiekbrieftje) en de samenwerking tijdens de presentatie. Het doel van deze nabespreking is zowel om de kritische houding te bevorderen, als ook om de leerlingen suggesties te geven voor verbetering in een vervolgproject.



Leerlingen van De Binnenstad presenteren hun onderzoek aan medeleerlingen en ouders in de vorm van een toneelstukje, waarin ze laten zien hoe ze het onderzoek hebben uitgevoerd

GA VERDER

Laat de leerlingen elkaar kritisch bevragen

Om een kritische houding te oefenen en te zorgen dat leerlingen goed naar elkaar luisteren, kun je de leerlingen stimuleren om elkaar na afloop van de presentatie kritisch te bevragen. Kritische vragen gaan verder dan vragen ter verduidelijking. Een kritische toehoorder luistert goed naar de onderzoeksvraag en denkt actief mee of het gepresenteerde onderzoek de beste manier is om het antwoord op die vraag te vinden. Ook luistert hij goed naar hoe het onderzoek is opgezet en naar de conclusie die wordt getrokken. Een goede kritische vraag lokt verdere reflectie uit bij de leerlingen die hun onderzoek presenteren.

Een kritische luisteraar vraagt zich bijvoorbeeld af:

Met betrekking tot de onderzoeksvraag en onderzoeksopzet:

- Is de onderzoeksvraag geschikt voor onderzoek?
- Is de manier waarop het onderzoek is uitgevoerd geschikt om antwoord op de vraag te vinden?
- Zijn er andere manieren te bedenken waarop je deze vraag zou kunnen onderzoeken?
- Is het aantal proefpersonen groot genoeg om zeker te zijn van de conclusie?
- Is er in de opzet van het onderzoek rekening gehouden met eerlijk onderzoeken?
- Zijn er factoren vergeten waarmee het onderzoeksgroepje rekening had moeten houden?

Met betrekking tot de resultaten en conclusie:

- Zouden de gegevens ook nog op een andere manier weergegeven kunnen worden (bijvoorbeeld een andere soort grafiek)? Welke manier zou het meest duidelijk of passend zijn?
- Klopt de conclusie met de resultaten?
- Waren er misschien bijzonderheden tijdens de uitvoering van het onderzoek die invloed hebben gehad op de resultaten?
- Heeft het onderzoeksgroepje alle verzamelde gegevens gebruikt en kunnen ze uitleggen waarom wel/niet?
- Zijn er op basis van de resultaten nog andere conclusies mogelijk?
- Kunnen er nog andere verklaringen zijn voor de resultaten?

Maak je geen zorgen als leerlingen moeite hebben om goede kritische vragen kunnen stellen, dit vergt oefening. Neem hier de tijd voor en geef zelf het goede voorbeeld als het gesprek stukt.



Stap 7. Verdiepen en verbreden

Duur: 1 tot 3 lesuren

In de laatste stap gaat het om het verdiepen en verbreden van de kennis over het thema. Hierin worden de leeropbrengsten geborgd door gezamenlijk terug te kijken en te reflecteren op het proces en de opgedane kennis. Daarnaast wordt gekeken naar mogelijke vervolgvragen. Leeropbrengsten worden vergroot door in dit stadium extra kennis over het onderwerp toe te voegen.

Doelen van deze stap

- Leerlingen reflecteren gezamenlijk op hun onderzoeksproces.
- Leerlingen integreren en borgen hun leeropbrengsten door gezamenlijk terug te kijken.
- Leerlingen voegen voorkennis en nieuwe kennis samen.
- Leerlingen leren de relevantie van hun resultaten uit te leggen.
- Leerlingen formuleren vervolgvragen.
- Leerlingen sluiten het project gezamenlijk af.

Leidraad voor de leraar

Integreer nieuwe met bestaande kennis

Nadat alle onderzoeken zijn gepresenteerd, is het goed om stil te staan bij alle informatie die is verzameld. Wat wisten we samen al (voorkennis) en wat hebben we sindsdien geleerd door te kijken naar bestaande kennis (in de verkenningsfase) en door eigen onderzoek? Wat hebben de onderzoeken allemaal opgeleverd? Door hierover met elkaar in gesprek te gaan laat je de verschillende leeropbrengsten de revue passeren en geef je leerlingen nog een keer de kans van elkaar te leren. Je kunt hierbij de mindmaps gebruiken.

Maak de koppeling tussen resultaten en leefwereld

Probeer een koppeling te maken tussen de onderzoeken en de betekenis ervan voor de leefwereld van de leerlingen en de bredere maatschappij. Wat betekenen de resultaten voor jou, je familie of anderen? Wat hebben we aan de conclusies van het onderzoek en wat kunnen we op grond hiervan verbeteren of aanpassen? Wat ga je nu daadwerkelijk doen of veranderen op basis van je nieuwe kennis? Bij het thema 'Malaria' leren de leerlingen bijvoorbeeld over infectieziekten en het bestrijden hiervan. Stimuleer ze om aan te geven welke inzichten ze hebben opgedaan en wat voor ideeën ze hebben om de kans dat ze een infectie aan hun familie of klasgenoten doorgeven zo laag mogelijk te houden. Bij 'Jheronimus Bosch' kun je bespreken of leerlingen nu anders naar schilderijen kijken, of ze die nu anders waarderen (zo ja: hoe) en of ze er andere dingen in zien (zo ja: wat voor soort dingen en hoe komt dat). Ook kun je bespreken of ze het belangrijk vinden om met school musea te bezoeken. En bij 'Geheugen' kunnen de leerlingen bijvoorbeeld nadenken over de inzet van geheugentechnieken voor het leren op school: van welke technieken weten ze nu dat ze werken, welke zouden ze kunnen uitproberen en op welke momenten?

Identificeer de vragen voor vervolgonderzoek

Onderzoek roept altijd vervolgvragen op, want meer kennis over een onderwerp betekent dat je ook beter weet welke kennis er nog ontbreekt. Vaak hebben onderzoekers aan het eind van hun onderzoek dan ook veel nieuwe vragen. Door met de leerlingen te kijken welke vervolgvragen ze kunnen stellen, maak je er in plaats van zeven stappen een echte cyclus van. Hierbij kun je de koppeling maken met wetenschappelijke onderzoekers, die ook altijd bezig blijven met vervolgvragen en vervolgonderzoek. Je kunt leerlingen vragen welk vervolg ze aan hun eigen onderzoek zouden willen geven. Daarnaast kun je kijken welke vragen van de vragenmuur nog open staan. Eventueel kunnen de leerlingen deze vragen in een nieuwe cyclus onderzoeken of de antwoorden op de belangrijkste opzoekvragen opzoeken en met elkaar delen.

- Online is een hulpmiddel beschikbaar waarmee leerlingen hun eigen ervaring met onderzoek kunnen vergelijken met die van onderzoekers op de universiteit.

Voeg nieuwe kennis toe

Nu leerlingen zich op een actieve manier in het thema hebben verdiept en zelf onderzoek hebben gedaan, kun je ze hun kennis verder laten verbreden door extra informatie over het onderwerp toe te voegen. Dit kan bijvoorbeeld door een extra les over het thema te geven, maar leerlingen kunnen ook zelf meer informatie opzoeken. Ook kan dit een goed moment zijn om op excursie te gaan: bezoek een museum of een andere omgeving waarin het onderwerp centraal staat, zodat de leerlingen hun kennis verder kunnen uitbreiden. Ook kunnen je een expert uitnodigen om meer te vertellen over het onderwerp of om eventueel vervolgvragen voor te leggen. Je kunt de vervolgvragen van de leerlingen bepalend laten zijn voor welk deel van het thema jullie verder willen uitdiepen.



Jos Koldewij neemt leerlingen van *De Troubadour* mee in het verhaal van Jheronimus Bosch

Evalueer het project en sluit samen af

Bij de presentatie hebben de verschillende groepjes al op hun eigen onderzoeksproces gereflecteerd. Daarnaast is het handig om klassikaal nog een keer de stappen van het onderzoeksproces te benoemen en gezamenlijk te kijken naar wat goed ging en wat de volgende keer beter kan. Daardoor kunnen leerlingen van elkaars leermomenten gebruikmaken. Dit geldt voor zowel wat goed ging als voor wat minder goed ging. Vragen die je kunt stellen zijn: Wat ging goed? Wat kunnen we de volgende keer beter doen? Wat was het leukst om te doen? Hoe verliep het samenwerken? Zijn er nieuwe afspraken nodig als we opnieuw een project onderzoekend leren doen? Zorg ervoor dat je de opbrengsten van deze evaluatie bewaart, zodat je er bij de start van het volgende project opnieuw met elkaar naar kunt kijken. Op deze manier kun je ervoor zorgen dat elk project steeds een beetje beter gaat dan het vorige!

GA VERDER

Vul de klassenmindmap aan

Als je bij stap 1 (introductie) met een klassenmindmap bent begonnen, dan kun je deze in stap 7 inzetten bij het integreren van de kennis (Stokhof, De Vries, Bastiaens & Martens, 2016). Door de klassenmindmap steeds aan te laten vullen met nieuwe kennis ontstaat een overzicht van de gezamenlijke kennis van de klas. Vul de mindmap verder aan en bespreek met elkaar: Welke kennis hebben we opgedaan in de loop van het project en wat hebben we daardoor allemaal geleerd? Over welke onderwerpen hebben we veel geleerd en waarover hebben we nog weinig (nieuwe) kennis? Welke vragen zijn er nog? Op deze manier ontstaat ook samenhang tussen de verschillende onderdelen van de verbreding en verdieping.

Individuele eindmindmap als meetinstrument

Bij stap 1 (introductie) hebben leerlingen een mindmap gemaakt vanuit hun voorkennis. Je kunt ze in dit stadium een nieuwe individuele mindmap laten maken. Door de mindmap van het begin naast deze eindmindmap te leggen, krijg je een goed inzicht in hoe leerlingen zich hebben ontwikkeld en wordt voor de leerlingen duidelijk welke nieuwe kennis ze hebben opgedaan.

Referenties

- Cairns, D., & Areepattamannil, S. (2017). Exploring the relations of inquiry-based teaching to science achievement and dispositions in 54 countries. *Research in Science Education*, 47, 1-23.
- Dagevos, M. (2017). Zoektocht naar succesvol samenwerken: Samenwerkingsvaardigheden stimuleren. *JSW*, 101(8), 12-15.
- De Vaan, E., & Marell, J. (2012). *Praktische didactiek voor natuuronderwijs* (7e ed.). Bussum: Coutinho.
- Dekker, S., ten Have, S. & van Baren-Nawrocka, J. (2018). Nieuwsgierig door observeren. In: S. Dekker & J. van Baren-Nawrocka (Reds.). *Wetenschappelijke doorbraken de klas in! Malaria, Jheronimus Bosch en Geheugen* (pp.9-21). Nijmegen: Wetenschapsknooppunt Radboud Universiteit.
- Engel, S. (2011). Children's Need to Know: Curiosity in Schools. *Harvard Educational Review*, 81(4), 625-645. doi:10.17763/haer.81.4.h054131316473115
- Gruber, M.J., Gelman, B.D., & Ranganath, C. (2014). States of Curiosity Modulate Hippocampus-Dependent Learning via the Dopaminergic Circuit. *Neuron*, 84(2), 486-496. doi:10.1016/j.neuron.2014.08.060
- Hmelo-Silver, C. E., Duncan, R. G., & Chinn, C. A. (2007). Scaffolding and achievement in problem-based and inquiry learning: A response to Kirschner, Sweller, and Clark, 2006. *Educational Psychologist*, 42, 99-107. doi:10.1080/00461520701263368
- 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.
- Khishfe, R., & Abd-El-Khalick, F. (2002). Influence of explicit and reflective versus implicit inquiry-oriented instruction on sixth graders' views of nature of science. *Journal of research in science teaching*, 39(7), 551-578.
- Kirschner, P.A., Sweller, J., & Clark, R.E. (2006). Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist*, 41, 75-86.
- 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.
- Lazonder, A. W. (2018). *De jonge onderzoeker* [Oratie]. Geraadpleegd van <https://repository.ubn.ru.nl/bitstream/handle/2066/191526/191526.pdf?sequence=1>
- Lazonder, A. W., & Harmsen, R. (2016). Meta-analysis of inquiry-based learning: effects of guidance. *Review of Educational Research*, 86(3), 681-718. doi:10.3102/0034654315627366
- Mercer, N., Dawes, L., Wegerif, R., & Sams, C. (2004). Reasoning as a scientist: Ways of helping children to use language to learn science. *British Educational Research Journal*, 30(3), 359-377.
- Minner, D. D., Levy, A. J., & Century, J. (2010). Inquiry-based science instruction-what is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of research in science teaching*, 47(4), 474-496.
- 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, 1137-1160.
- Silvia, P. (2008). Interest—The curious emotion. *Current Directions in Psychological Science*, 17, 57-60. doi: 10.1111/j.1467-8721.2008.00548.x

- Stoffels-Engering, A. & Dekker, S. (2017). *7x nieuwsgierig*. Nijmegen: Wetenschapsknooppunt Radboud Universiteit.
- Stokhof, H.J.M. (2015). Creativiteit en de kunst van het vragen stellen. *Chronos*, 10, 20-24. Verkregen van: https://www.researchgate.net/publication/309666901_Stokhof_HJM_2015_Creativiteit_en_de_kunst_van_vragenstellen_Chronos_HAN_Nijmegen.
- Stokhof, H.J.M., De Vries, B., Bastiaens, T., & Martens, R. (2016). Eigen leervragen van leerlingen begeleiden met mindmaps. *JSW*, 104(4), 1-4.
- Teig, N., Scherer, R., & Nilsen, T. (2018). More isn't always better: The curvilinear relationship between inquiry-based teaching and student achievement in science. *Learning and Instruction*, 56, 20-20. doi: 10.1016/j.learninstruc.2018.02.006
- Van de Pol, J., Volman, M., Oort, F., & Beishuizen, J. (2014). Teacher Scaffolding in Small-Group Work: An Intervention Study. *Journal of the Learning Sciences*, 23(4), 600-650. doi:10.1080/10508406.2013.805300
- Van der Veen, C., de Mey, L., van Kruistum, C., & van Oers, B. (2017). The effect of productive classroom talk and metacommunication on young children's oral communicative competence and subject matter knowledge: An intervention study in early childhood education. *Learning and Instruction*, 48, 14-22.
- Van der Veen, C., van Kruistum, C.J., & Michaels, S. (2015). Productive Classroom Dialogue as an Activity of Shared Thinking and Communicating: A Commentary on Marsal. *Mind, Culture and Activity*, 22(4), 320-325.
- Van der Veen, C., van Kruistum, C.J., & van Oers, B. (2016). MODEL2TALK. Dialogische gesprekken in de kleuterklas. *Beter Begeleiden Magazine*, 10-13.
- 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.
- Von Stumm, S., Hell, B., & Chamorro-Premuzic, T. (2011). The Hungry Mind: Intellectual Curiosity Is the Third Pillar of Academic Performance. *Perspectives on Psychological Science*, 6(6), 574-588. doi:10.1177/1745691611421204
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Zion, M., Cohen, S., & Amir, R. (2007). The spectrum of dynamic inquiry teaching practices. *Research in Science Education*, 37(4), 423-447.

Foto- en illustratieverantwoording

Geen van de foto's in dit boek valt onder de Creative Commons Licentie, hetzij omdat ze onder het copyright van derden vallen, hetzij omdat er kinderen op staan, waardoor geen toestemming voor hergebruik kan worden gegeven.

Foto's met kinderen vallen alle onder het copyright van het Wetenschapsknooppunt Radboud Universiteit ©WKRU 2019. Deze foto's mogen wel worden gebruikt in een integrale kopie van minimaal twee pagina's. De meeste van deze foto's zijn gemaakt door Jimmy Israel: p.6, 12, 14, 21, 22, 34, 36 (foto's rechts), 43, 47, 48, 50, 73. De overige foto's zijn gemaakt door medewerkers van het WKRU en leraren tijdens uitvoer van de projecten uit de boekenreeks 'Wetenschappelijke doorbraken de klas in!'. Foto op p.16: Onderzoeker Asifa Majid in het veld, © 2011 Niclas Burenhult

Dankwoord

Graag willen we iedereen bedanken die een bijdrage heeft geleverd aan deze leidraad onderzoekend leren. De inzichten die hierin beschreven staan, zijn het resultaat van bijna tien jaar samenwerken met diverse leraren in het basisonderwijs. We willen daarom heel graag alle leraren en HAN-Pabo studenten bedanken die de projecten uit de boekenreeks 'Wetenschappelijke doorbraken de klas in!' als eerste hebben uitgevoerd en aan de basis staan van een aantal belangrijke ideeën die in deze leidraad beschreven zijn. Dank aan alle deelnemende scholen:

- De Regenboog, Malden (2018-2019)
- De Borgwal, Bemmelen (2018-2019)
- De Lappendeken, De Steeg (2017-2018 en 2018-2019)
- Kindcentrum STip, Swolgen/Tienray (2017-2018 en 2018-2019)
- De Wegwijzer, Tilburg (2016-2017 en 2017-2018)
- De Haafakkers, Heteren (2016-2017 en 2017-2018)
- OBS Weisterbeek, Horst (2016-2017 en 2017-2018)
- De Tragelijjn, Lobith (2016-2017 en 2017-2018)
- Willibrordus, Spijk (2016-2017)
- Dolfijn Plusklassen, regio Land van Cuijk (2015-2016 en 2016-2017)
- De Troubadour, Elden (2015-2016 en 2016-2017)
- Dr. Albert Schweitzerschool, Renkum (2014-2015 en 2015-2016)
- De Gazelle, Arnhem (2014-2015 en 2015-2016)
- De Peppels en De Canadas, Boxmeer (2014-2015 en 2015-2016)
- De Tuimelaar, Westervoort (2014-2015)
- Roncallischool, Velp (2013-2014 en 2014-2015)
- Mariaschool, Boven-Leeuwen (2013-2014 en 2014-2015)
- Montessorischool Westervoort, Westervoort (2012-2013 en 2013-2014)
- Montessorischool De Binnenstad, Arnhem (2012-2013 en 2013-2014)
- De Muze, Nijmegen (2012-2013 en 2013-2014)
- De Lanteerne, Nijmegen (2011-2012 en 2012-2013)
- Basisschool Montessori Nijmegen, Nijmegen (2011-2012)
- De Tovercirkel, Malden (2011-2012 en 2012-2013)
- De Speelhoeve, Wijchen (2011-2012 en 2012-2013)
- De Triangel, Beuningen (2010-2011 en 2011-2012)
- De Arnhorst, Velp (2010-2011 en 2011-2012)
- 't Holthuis, Huissen (2010-2011 en 2011-2012)
- Sint Nicolaasschool, Nijmegen (2009-2010 en 2010-2011)
- Het Talent, Lent (2009-2010 en 2010-2011)

Daarnaast willen we graag de mensen bedanken die in de begintijd van het WKRU de basis hebben gelegd voor deze leidraad. Marieke Peeters en Winnie Meijer, veel dank voor het opzetten van de samenwerkingsstructuur met scholen en Radboud-onderzoekers, voor het nemen van het initiatief voor een leidraad onderzoekend leren en voor de inhoudelijke basis die jullie gelegd hebben.

Veel dank aan onze collega's in het vakgebied die hun (theoretische) inzichten persoonlijk met ons hebben willen delen: Harry Stokhof (vraaggestuurd leren), Jos Marell (soorten vragen) en Chiel van der Veen (dialogisch gesprek).

Een aantal oud-collega's en stagiairs hebben een duidelijke bijdrage geleverd aan de onderbouwing vanuit de literatuur van de inzichten in deze leidraad. Bedankt Martina van Uum (scaffolding), Siebe ten Have (observeren) en Anneke Stoffels-Engering (nieuwsgierigheid).

Verder bedanken we onze collega's van het WKRU. Ieder van jullie heeft zijn eigen bijdrage geleverd om tot dit eindresultaat te kunnen komen. Veel dank aan: oud-collega Josje Dinghs, voor het delen van haar kennis en ervaring in onderzoekend leren, het doorontwikkelen van hulpmiddelen en voor het vele werk dat zij voor het WKRU heeft verricht op het gebied van professionaliseren van leraren. Daarnaast bedanken we onze steun en toeverlaat Esther Koeslag voor de ondersteuning op het gebied van planning en organisatie; Jimmy Israel voor de vormgeving van het boek en fotografie in de klas; Eline Klein Kranenbarg voor haar inhoudelijke bijdrage aan de paragraaf 'Waarde van onderzoekend leren' en haar feedback op één van de laatste versies van deze leidraad; en Merel van 't Leven en Rosa Kindt voor alle ondersteunende werkzaamheden die het werk voor ons makkelijker maakten.

Hartelijk dank aan de sponsors van het WKRU: De Koninklijke Nederlandse Akademie voor Wetenschappen (KNAW) voor het bieden van de mogelijkheid om het WKRU verder uit te bouwen en toe te groeien naar waar we nu staan. Dankzij de ondersteuning van de Radboud Universiteit kunnen we de projecten blijven uitvoeren en de kennis verder ontwikkelen: heel veel dank daarvoor. Daarnaast bedanken we het Radboudumc en de Hogeschool van Arnhem en Nijmegen (HAN), Faculteit Educatie voor hun financiële bijdragen.

Natuurlijk bedanken we Carl Figdor, die door het oprichten van de Wetenschapsknooppunten in Nederland al het werk van het WKRU mogelijk heeft gemaakt. Hij zet zich tot op de dag van vandaag in voor het voortbestaan en het versterken van de positie van de Wetenschapsknooppunten, in het bijzonder het WKRU, en is daarmee onze belangrijkste adviseur. Carl, ontzettend bedankt daarvoor.

Over de boekenreeks

De boekenreeks *Wetenschappelijke doorbraken de klas in!* is een initiatief van het Wetenschapsknooppunt Radboud Universiteit (WKRU). Met deze boeken wil het WKRU (aankomend) leraren en leerlingen uit de bovenbouw van het basisonderwijs kennis laten maken met toponderzoek van de Radboud Universiteit. Het gaat daarbij om wetenschap in de volle breedte, dus alfa-, bèta-, gamma- en medisch-onderzoek. De boeken zijn bedoeld om ideeën te geven hoe leraren, volgens de didactiek van onderzoekend leren, met wetenschappelijke thema's aan de slag kunnen in de klas.

Wetenschappelijke thema's de klas in

De Radboud Universiteit reikt elk jaar een prijs uit aan drie topwetenschappers die in het afgelopen jaar een belangrijke doorbraak hebben gehad in hun onderzoeksgebied. Winnaars van deze *Radboud Science Awards* vertalen hun onderzoek naar activiteiten voor het basisonderwijs. Rond elke winnaar wordt een team gevormd van onderzoekers, leraren en stagiair(e)s van een basisschool en het WKRU. De Radboud Science Teams werken een jaar lang samen aan de ontwikkeling van een project. De betrokken scholen voeren het project uit in de klas om leerlingen met het onderwerp te laten kennismaken. De bedoeling is dat leerlingen enthousiast en nieuwsgierig worden naar het thema; en dat ze een eigen onderzoeksvraag bedenken en onderzoeken. De opbrengsten van de samenwerking van de Radboud Science Teams worden vastgelegd in een hoofdstuk in de boekenreeks *Wetenschappelijke doorbraken de klas in!* In het hoofdstuk beschrijven onderzoekers de inhoudelijke achtergrond van het thema en zijn alle ontwikkelde activiteiten voor in de klas gebundeld. Het nieuwste boek wordt elk jaar in januari gepresenteerd op de Winterschool van het WKRU. Tijdens deze professionaliseringsdag voor leraren geven de winnende onderzoekers een lezing en verzorgen de Radboud Science Teams een workshop voor collega-leraren, pabo-docenten en pabo-studenten om te laten zien hoe je het project in de klas kunt brengen.

Leidraad onderzoekend leren

De Leidraad onderzoekend leren is onderdeel van de boekenreeks. Leraren kunnen de leidraad gebruiken bij het vormgeven van een project onderzoekend leren. De leidraad bevat een uitgebreide beschrijving van de zeven stappen van onderzoekend leren en biedt handvatten en suggesties voor de manier waarop de leraar de leerlingen kan begeleiden bij het onderzoeksproces. De kennis en inzichten in de leidraad zijn het resultaat van tien jaar ervaring met projecten onderzoekend leren in de bovenbouw van het basisonderwijs, waarin het WKRU intensief heeft samengewerkt met leraren van diverse scholen. De ideeën die voortkwamen uit de samenwerking heeft het WKRU getoetst in de praktijk en zo veel mogelijk ondersteund door literatuuronderzoek.

Website met aanvullend materiaal

Aan de boekenreeks is een website gekoppeld, www.wetenschapdeklasin.nl, waar per thema diverse materialen, werkbladen en filmpjes te vinden zijn. Daarnaast bevat de website veel informatie over onderzoekend leren, zoals de leidraad onderzoekend leren, alle hulpmiddelen van het WKRU, voorbeelden uit de praktijk, artikelen en links naar verdiepende informatie. Het WKRU blijft de kennis en inzichten samen met leraren verder ontwikkelen. Online is altijd de meest recente informatie beschikbaar.

Thema's per boek

- Boek 9** **Sport** – Wat is het effect van intensief sporten op de gezondheid van ons hart?
Slimme computers – Hoe kunstmatige intelligentie dokters kan helpen bij het stellen van een diagnose
Automatisch gedrag – Het nut van automatisch gedrag en hoe lastig het is om het te onderdrukken
+ een didactisch hoofdstuk: *'Dialogische gesprekken voeren: Hoe doe je dat?'*
- Boek 8** **Kleding** – Wat zegt kleding over onze identiteit en welke impact heeft kleding op mens en milieu?
Magneten – Ontdek hoe magneten werken en welke invloed licht hierop heeft
Protest – Staken is besmettelijk: hoe werkt die beïnvloeding door anderen?
+ een didactisch hoofdstuk: *'Vragen wat je echt wilt weten'*
- Boek 7** **Malaria** – Hoe worden muggen door mensen besmet met malaria?
Jheronimus Bosch – Wat maakt deze schilder zo bijzonder?
Geheugen – Hoe kun je het best dingen onthouden?
+ een didactisch hoofdstuk: *'Nieuwsgierig door observeren'*
- Boek 6** **Molecuulbotsingen** – Eigenschappen van botsende moleculen bij extreem lage temperaturen
Stress – Ontdek verschillende manieren waarop je op stress kunt reageren
Taal der zintuigen – De invloed van taal en cultuur op zintuigelijke waarnemingen
+ een didactisch hoofdstuk: *'Begeleiden vanuit een groeimindset'*
- Boek 5** **Typisch Nederlands** – Kenmerken en vorming van de Nederlandse identiteit
Elkaar begrijpen – Hoe komt het dat we elkaar begrijpen?
Het oog – De werking van het oog en wat er mis kan gaan
+ een didactisch hoofdstuk: *'Het begint met nieuwsgierigheid'*
- Boek 4** **Het Higgsdeeltje** – De ontdekking van het deeltje dat zorgt dat dingen gewicht hebben
Netwerken in het brein – Hoe werkt ons brein en wat is de relatie met DNA?
Het wonderkind David Gorlaeus – Wat voor invloed heeft leeftijd en ervaring op ons denken?
- Boek 3** **Waarnemen en bewegen** – De relatie tussen waarnemingen en het coördineren van bewegingen
Onder invloed – De invloed van de omgeving op risicovol gedrag
Gevaarlijke ideeën – Het verband tussen ideeën en veranderende regels in de maatschappij
- Boek 2** **DNA** – Erfelijkheid en kopieerfoutjes in je DNA die je leven kunnen bepalen
Gedrag – Hoe zorgen je hersenen ervoor dat je verleidingen kunt weerstaan?
Infecties onder de loep – De groei en eigenschappen van bacteriën en schimmels
- Boek 1** **Angst** – Wat is angst en hoe kun je het beïnvloeden?
Grafeen – Wat zijn de verschillende unieke eigenschappen van grafeen?
Denkbeelden over het begin – Hoe tijd, plaats en cultuur onze denkbeelden bepalen

Engelse uitgave

Scientific breakthroughs in the classroom: Language of the senses, DNA, Understanding each other & Higgs boson (2017)

Wetenschapsknooppunt Radboud Universiteit

Dit boek is een uitgave van het Wetenschapsknooppunt Radboud Universiteit (WKRU). Het WKRU is in 2009 opgericht als eerste Wetenschapsknooppunt van Nederland. Het WKRU heeft als missie de nieuwsgierige en onderzoekende houding van kinderen en (aankomend) leraren te bevorderen. Om dit te bereiken organiseert het WKRU diverse activiteiten waarbij een verbinding wordt gelegd tussen onderzoekers van de Radboud Universiteit en het Radboudumc; studenten, docenten en onderzoekers van de Faculteit Educatie, Hogeschool van Arnhem en Nijmegen; en het basisonderwijs.

Expertise

De expertise van het WKRU ligt op het gebied van onderzoekend leren: een didactiek die een onderzoekende houding stimuleert. Het WKRU ontwikkelt voorbeeldprojecten, materialen en hulpmiddelen die leraren kunnen inzetten in hun klas om onderzoekend leren vorm te geven. Deze materialen zijn beschikbaar via www.wetenschapdeklasin.nl. De kennis en ervaring van het WKRU op het gebied van onderzoekend leren blijft zich continu ontwikkelen. Dit gebeurt op basis van inzichten uit de literatuur, ervaringen in de klas, eigen onderzoek en uitwisseling met collega-onderzoekers in het vakgebied. Naast deze boekenreeks publiceert het WKRU ook regelmatig in vaktijdschriften en wetenschappelijke tijdschriften. Een overzicht van alle artikelen van het WKRU is te vinden op onze websites.

Activiteiten

Het WKRU biedt verschillende activiteiten aan voor leraren (in opleiding), scholen en onderzoekers. Elk jaar ontwikkelen drie Radboud Science Teams, bestaande uit onderzoekers, leraren en pabo-studenten, onder leiding van het WKRU een project onderzoekend leren over een actueel wetenschappelijk thema. De opbrengsten hiervan worden geborgd in de boekenreeks Wetenschappelijke doorbraken de klas in! Daarnaast organiseert het WKRU jaarlijks de Winterschool, een professionaliseringsdag over wetenschap en onderzoekend leren. Gedurende het schooljaar wordt professionalisering voor schoolteams aangeboden op het gebied van onderzoekend leren. Radboud-onderzoekers kunnen bij het WKRU terecht voor advies op het gebied van wetenschapseducatie en hulp bij de voorbereiding van een interessante les voor een basisschoolklas. Alle activiteiten van het WKRU zijn te vinden op www.wkru.nl.

Financiering

Het WKRU is onderdeel van de Radboud Universiteit en ontvangt aanvullende financiële bijdragen van het Radboudumc en de Faculteit Educatie van de Hogeschool van Arnhem en Nijmegen.

www.wkru.nl

www.wetenschapdeklasin.nl



@wkru1



<http://lnkd.in/WKRU1>

Sponsoren

Financier

Radboud Universiteit



Aanvullende sponsoren

Radboudumc

Hogeschool  van Arnhem en Nijmegen

De *Leidraad onderzoekend leren* laat zien hoe leraren in het basisonderwijs een project onderzoekend leren kunnen opzetten en uitvoeren. Het bevat een uitgebreide beschrijving van de zeven stappen van onderzoekend leren en biedt handvatten en suggesties voor de manier waarop de leraar de leerlingen kan begeleiden bij het onderzoeksproces. De kennis en inzichten in de leidraad zijn het resultaat van tien jaar ervaring van het Wetenschapsknooppunt Radboud Universiteit (WKRU) met projecten onderzoekend leren in de bovenbouw van het basisonderwijs. In deze projecten is intensief samengewerkt met leraren van verschillende scholen. De leidraad is onderdeel van de boekenreeks *‘Wetenschappelijke doorbraken de klas in!’*, waarin het WKRU vele praktijkvoorbeelden geeft van hoe (aankomend) leraren met wetenschappelijke thema’s aan de slag kunnen in de klas. Bij de boekenreeks hoort een website met aanvullende materialen: www.wetenschapdeklasin.nl.

