

Wetenschappelijke doorbraken de klas in!

Malaria, Jheronimus Bosch en Geheugen

Sanne Dekker & Jan van Baren-Nawrocka

Colofon

Redactie: dr. Sanne Dekker & drs. Jan van Baren-Nawrocka

Copy-editing: Luutje Niemantsverdriet

Opmaak: Ferdie Westen

Druk en afwerking: Zalsman B.V. Zwolle

Coverfoto's: Jimmy Israel, © WKRU

Eerste druk, januari 2018

ISBN: 978-90-818461-6-5

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



2018 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. 210).

Hoofdstuk 1 Nieuwsgierig door observeren

Dr. Sanne Dekker, hoofd WKRU

Siebe ten Have, MSc, onderwijskundige en leerkracht The International School of The Hague

Drs. Jan van Baren-Nawrocka, adviseur Wetenschapseducatie en projectleider WKRU

Observeren maakt nieuwsgierig, leidt tot nieuwe kennis én tot nieuwe vragen. Het is daarom een belangrijke vaardigheid bij onderzoekend leren. Toch wordt nauwelijks uitgelegd wat observeren precies is en hoe je dit aan kinderen kunt leren. 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 leerkracht inzicht in de interessegebieden van je leerlingen. Met behulp van dit hoofdstuk kun je een start maken om het observeren met leerlingen te oefenen. Deze kennis komt voort uit de literatuur en praktijkervaringen van het WKRU.

De noodzaak van goed observeren

Om ons heen zijn veel prikkels. Door alle 'snelle' informatie die bijvoorbeeld via social media binnenkomt, kijken we vaak kort en vluchtig, handelen we snel en staan we nauwelijks stil bij wat er allemaal te zien is. Er zijn altijd bepaalde prikkels die meer dan andere je aandacht trekken. Dit komt doordat ons brein niet alle prikkels tegelijk kan verwerken. Welke prikkels je opvallen, hangt af van je aandacht, geheugencapaciteit en gemoedstoestand (Celestin-Westreich & Celestin, 2012).

Alle informatie die binnenkomt via de zintuigen gaat via zenuwen naar je brein. In het brein wordt de informatie van je zintuigen verder verwerkt: Wat betekent deze informatie? Is het belangrijk? Moet ik het onthouden? Deze verwerking gebeurt door de zenuwcellen: zij sturen signalen naar elkaar die bepalen of er iets met de informatie wordt gedaan. Is het belangrijk, dan wordt de informatie opgeslagen of wordt het lichaam aangezet tot actie. Als het niet belangrijk is, gaat de informatie verloren. Je brein werkt dus als een filter. Alleen informatie waar je je aandacht op richt, of informatie die erg belangrijk voor je is, wordt verwerkt in de hersenen.

Het is bij het observeren dus belangrijk langere tijd te kijken, zodat je echt een compleet beeld kunt krijgen en dingen kunt ontdekken die je brein in eerste instantie niet direct had verwerkt.

Observeren: wat en hoe

De kern van observeren is zo objectief en zo nauwkeurig mogelijk waarnemen. Stel je voor dat je een skateboard meeneemt en aan je leerlingen vraagt wat ze zien, dan is een logische reactie: 'Ik zie een skateboard'. Maar een skateboard, dat is het woord dat we kennen voor het voorwerp. Het is niet wat je daadwerkelijk ziet. Je ziet een set aan kenmerken en weet dat we die samen een skateboard noemen. Als je observeert, probeer je zo precies en objectief mogelijk te omschrijven wat je waarneemt.

Je zegt dan bijvoorbeeld: 'Ik zie een houten plank met vier wielen.' Vervolgens kun je de leerlingen met vragen stimuleren om nog preciezer te zijn: 'Je zegt dat je een houten plank ziet. Hoe is de vorm van die plank? Is hij dik of dun? Hoe voelt de plank, glad of ruw? Voelt het overal hetzelfde? Waar zitten de wielen aan de plank vast? Hoe zitten de wielen vast aan de plank? Hoe groot zijn de wielen ten opzichte van de plank? Hoe goed draaien de wielen? Wat gebeurt er als je op de plank gaat staan?' Enzovoorts.



Leerlingen van de Dolfijnklassen observeren het gedrag van muggen

Vaak start het observeren met een interpretatie of een waardeoordeel. Als je je leerlingen bijvoorbeeld vraagt hoe je bureau eruitziet, zeggen ze misschien iets als 'rommelig'. De kunst is dan om door te vragen en hun antwoorden steeds specifieker te maken. 'Oké, jullie zeggen dat het er rommelig uitziet, maar vertel eens hoe dat rommelig er dan precies uitziet? Wat maakt het rommelig? Wat zie je allemaal? Hoe liggen die pennen en boeken dan ten opzichte van elkaar?'

De 'wielen van het skateboard' en de 'pennen op het bureau' zijn ook weer namen voor wat je ziet. Je zou hier weer op door kunnen vragen: 'Hoe ziet de pen eruit? Wat zie je nog meer als je de pen uit elkaar haalt? Beschrijf de veer eens?' Hiermee kun je doorgaan totdat de leerlingen geen preciezere beschrijvingen meer kunnen geven. Tot hoever je door wilt gaan en tot welk detail je wilt observeren hangt af van het doel van de observatie. Wil je de rommel beschrijven, dan is het minder relevant om de veer in de pen gedetailleerd te beschrijven, terwijl een beschrijving van de halflege open broodtrommel die op je bureau staat wel weer extra uitleg kan geven over waarom het rommelig is. Het is echter wel relevant de veer in de pen te beschrijven in een situatie waarin je de pen zelf nauwkeurig wilt onderzoeken.

Hoe kun je observeren oefenen met je leerlingen?

Kies iets om te observeren

De leerlingen hebben allereerst iets nodig om te bestuderen. Het gemakkelijkst is om te beginnen met het observeren van een voorwerp. Welk voorwerp het is, maakt niet zoveel uit. Het kan iets simpels zijn als een stoel, een pen of de laatste gadget waar leerlingen mee spelen. Kies in het begin het liefst voor een tastbaar voorwerp en niet voor een afbeelding. Met een tastbaar voorwerp kun je namelijk meer kanten op: leerlingen kunnen het in hun handen pakken, voelen hoe de structuur is, eraan ruiken, luisteren of het geluid maakt, ... Als de leerlingen al wat meer ervaring hebben met observeren, kun je het wat moeilijker maken door een activiteit of proefopstelling te laten observeren. Tijdens een activiteit of experiment gebeurt er veel meer, waardoor er meer te observeren valt en het complexer wordt.



Leerlingen van de Dr. Albert Schweitzerschool observeren kleurstof in water

Geef genoeg tijd

Aandachtig observeren kost tijd. Vaak zijn leerlingen niet gewend om langere tijd bij hetzelfde stil te staan en hun aandacht volledig bij het waarnemen te hebben. Zorg dat je leerlingen de ruimte geeft, laat ze vooral zelf aanrrommelen en laat stiltes vallen. In het begin zullen leerlingen het waarschijnlijk lastig vinden om te benoemen wat ze waarnemen. Help ze dan verder met open vragen (zie 'Aandachtspunten voor de leraar').

Stimuleer leerlingen om al hun zintuigen te gebruiken

Waarnemen doe je met al je zintuigen. Maak de leerlingen duidelijk dat ze meer te weten kunnen komen door iets te zeggen over wat ze zien (grootte, kleur, vorm), voelen (structuur), horen (geluid, klank), proeven (smaak) of ruiken (geur). Hoe meer zintuigen je inzet, hoe completer het beeld wordt. En hoe meer informatie je verzamelt, hoe meer vragen er zullen opkomen.

Laat leerlingen hardop zeggen wat ze waarnemen

Vaak blijven observaties van leerlingen onuitgesproken. Daardoor weet je niet goed wat hen opvalt, waardoor ze verwonderd zijn, wat ze vreemd of juist heel logisch vinden, of welke informatie ze hebben gemist (Harlen, 2010). Deze informatie is wel heel relevant omdat het een basis kan leggen voor (onderzoeks)vragen die leerlingen wellicht in eerste instantie niet hadden bedacht. Moedig leerlingen daarom aan om hardop te zeggen wat zij waarnemen (zie 'Aandachtspunten voor de leraar').

Daarnaast is het voor leerlingen een goede oefening om hun gedachten onder woorden te brengen. Het gebruik van taal en sociale interactie is voor leerlingen van belang om de wereld om hen heen te begrijpen (Vygotsky, 1978). Het is daarom belangrijk om observaties te kunnen delen en om van elkaar te leren. Hoe nauwkeurig leerlingen hun observaties kunnen beschrijven, hangt af van hun woordenschat en kennis van de wereld. Het is een uitdaging voor leerlingen om op zoek te gaan naar woorden voor materiaal, structuur, geur, kleur, smaak en vorm. Laat andere leerlingen helpen door hun beschrijving te delen. Ondersteun waar nodig leerlingen die moeite hebben met de juiste woorden te vinden.



Leerlingen van De Haafakkers vertellen elkaar wat hen opvalt aan een schilderij van Jheronimus Bosch

Laat leerlingen hun observaties vastleggen

Zorg dat leerlingen hun observaties vastleggen zodat ze kunnen terughalen wat ze gezien en ervaren hebben. Dat kan bijvoorbeeld in een observatielogboek. Leerlingen noteren hierin wat ze hebben geobserveerd.

Een observatielogboek kan bestaan uit tekeningen en notities. Soms lenen tekeningen zich beter dan notities of andersom; soms kunnen notities en tekeningen elkaar juist aanvullen. Stimuleer leerlingen nauwkeurig te tekenen in plaats van mooie tekeningen te maken. Voor de notities geldt dat deze functioneel moeten zijn. Dit hoeven dus geen volledige zinnen te zijn maar mogen ook steekwoorden zijn. Voorwaarde is wel dat ze op een later moment nog steeds te begrijpen zijn. Het bijhouden van het observatielogboek is een leerproces; gaandeweg ontwikkelen leerlingen vaardigheden om notities en tekeningen te maken.



Een leerling van De Troubadour beschrijft zo goed mogelijk wat hij heeft geroken, terwijl zijn medeleerling nog eens goed ruikt

Een observatielogboek kan een concreet aanknopingspunt zijn voor een (klassikaal) nagesprek. Soms zal een tekening niet overeenkomen met hoe het voorwerp er daadwerkelijk uitziet. Dit kan komen doordat de leerling niet goed of niet lang genoeg heeft gekeken, of doordat hij een (onjuist) mentaal model heeft dat sterker is dan de daadwerkelijke observatie (Harlen, 2010). Een observatielogboek biedt leraren aanknopingspunten om hierover met leerlingen in gesprek te gaan en nauwkeurigere observaties te oefenen. Moedig leerlingen aan opnieuw te kijken en te voelen en op basis hiervan aanpassingen te doen.

Laat leerlingen observaties met elkaar delen

Iedereen heeft een ander referentiekader. Daardoor zal iedereen andere dingen opvallen. In het voorbeeld van het skateboard kan de ene leerling gefascineerd zijn door de tekening die op de plank staat. Een ander is misschien juist nieuwsgierig naar hoe de wieltjes vastzitten aan de plank en heeft daar extra op gelet. Weer een ander heeft erg gelet op de grootte van de wielen en de grootte van de plank. Hun observaties zullen deels overeenkomen en deels aanvullend zijn. Ook kunnen observaties tegenstrijdig zijn. Het delen van observaties is daarom erg belangrijk.

Laat leerlingen in kleine groepjes samen observeren en stimuleer de leerlingen om hun observaties te delen. Ze kunnen bijvoorbeeld om de beurt hun observaties onder woorden brengen. Met de informatie van iemand anders kunnen zij weer met andere ogen naar iets kijken en kunnen nieuwe dingen opvallen. Ook kunnen ze zelfstandig tekeningen en notities maken, die ze naderhand in kleine groepjes met elkaar vergelijken. Welke overeenkomsten en verschillen zien ze? Wat zijn ze vergeten te tekenen of op te schrijven, wat hebben de leerlingen anders gezien? Samen kunnen ze hun observaties steeds nauwkeuriger maken en een completer beeld creëren.



Leerlingen van een onderzoeksgroepje van de Dr. Albert Schweitzerschool vertellen elkaar wat ze zien, terwijl hun groepsgenoot aantekeningen maakt

Om te voorkomen dat leerlingen het gevoel krijgen dat ze niet goed geobserveerd hebben of fouten hebben gemaakt, kun je aandacht besteden aan de verschillende perspectieven en concepten die leerlingen hebben. Laat de leerlingen na het uitwisselen opnieuw waarnemen en hun observaties aanscherpen en erover discussiëren.

Laat leerlingen bewust veranderen van perspectief

Ons referentiekader stuurt wat en hoe we waarnemen. Stimuleer de leerlingen om vanuit verschillende invalshoeken naar een voorwerp of een activiteit te kijken. Letterlijk van perspectief veranderen kan inhouden dat leerlingen een andere positie innemen ten opzichte van een voorwerp of activiteit. Bijvoorbeeld: 'Draai het skateboard eens om. Wat voor nieuwe dingen zie je? Wat is veranderd? Wat is hetzelfde gebleven?' Op deze manier zien leerlingen mogelijk andere kenmerken of opvallendheden die de observatie rijker maken. Met name jongere kinderen focussen zich voornamelijk op één in plaats van meerdere kenmerken (Harlen, 2010).

Een andere manier om leerlingen van perspectief te laten veranderen is door ze elkaar te laten observeren tijdens de activiteit. Leerlingen worden dan voor korte tijd observator in plaats van deelnemer en zien weer nieuwe dingen. Geef leerlingen bijvoorbeeld de opdracht om reacties van klasgenoten te observeren wanneer zij materialen voelen in een voeldoos.



Leerlingen van de Dolfijnklassen gebruiken een microscoop om nog gedetailleerder te kunnen observeren

Aandachtspunten voor de leraar***Wees stil, vraag en vraag door***

Leerlingen vinden het vaak lastig om hun observaties nauwkeurig te maken. De ervaring leert dat dit niet vanzelf gebeurt, maar dat de leraar actief moet stimuleren. Door middel van vragen kun je de aandacht van leerlingen richten op iets wat ze nog niet eerder opgemerkt hadden (Harlen, 2014). Voor observeren zijn vragen geschikt die leerlingen ertoe aanzetten om te zien of ervaren met hun zintuigen. Waarnemingsvragen, tel- en meetvragen, vergelijkingsvragen en 'wat gebeurt er als'-vragen zijn geschikt om leerlingen te helpen hun observaties nauwkeuriger te maken. Deze vragen sturen niet op interpretatie, een oordeel of de verwachtingen van leerlingen. Voorbeelden van de verschillende soorten vragen zijn te vinden in de tabel (grotendeels overgenomen van De Vaan & Marell, 2012).

Bij observeren stel je geen 'waarom-vragen': die lokken een uitleg (interpretatie) uit en niet een objectieve beschrijving van wat leerlingen hebben waargenomen. Je kunt de vragen uit de tabel gebruiken om steeds verder door te vragen en leerlingen op deze manier aan te moedigen hun observaties nauwkeuriger te maken. Tot hoever kunnen jullie doorgaan?

Verder is het belangrijk je te realiseren dat het ook goed is om regelmatig stil te zijn en de leerlingen de ruimte te geven om aan te rommelen.



Leerlingen van de Dolfijnklassen worden gestimuleerd om nauwkeurig te beschrijven wat ze zien

Observeer de leerlingen en maak aantekeningen

Luister naar de observaties van leerlingen en maak aantekeningen van relevante of bijzondere uitspraken. Deze informatie kun je gebruiken als je de observaties met je leerlingen nabespreekt. Daarnaast geeft het jou als leerkracht een beeld van de interessegebieden van je leerlingen. Wat valt de leerling op? Waar let hij op? Waar is hij nieuwsgierig naar? Deze informatie is o.a. nuttig als je doorgaat met een project onderzoekend leren en de leerlingen wilt helpen bij het formuleren van een onderzoeksvraag die aansluit bij hun interessegebied.

Vragen die nauwkeurige observaties uitlokken (grotendeels overgenomen van De Vaan & Marell, 2012)

Waarnemingsvragen

- Wat valt je op?
- Wat voel je?
- Wat doet het?
- Hoe ziet ... eruit?
- Waar smaakt ... naar?
- Welk geluid maakt ...?
- Wat hoor je als je ...?
- Welke vorm heeft ...?
- Welke kleur heeft ...?
- Van welk materiaal is ... gemaakt?

Tel- en meetvragen

- Hoeveel ... ?
- Hoe vaak ... ?
- Hoe lang ... ?
- Hoe ver ... ?
- Hoe diep ... ?
- Hoe hoog ... ?
- Hoe zwaar ... ?
- Hoe warm ... ?

Vergelijkingsvragen

Van toepassing bij vergelijking van twee of meer voorwerpen/activiteiten of bij een wisseling van perspectief

- Wat is er bij ... hetzelfde als bij ...?
- Wat is er bij ... anders dan bij ...?
- Welke voorwerpen voelen hetzelfde aan?
- Welke overeenkomsten of verschillen zie je als je kijkt naar (grootte, kleur, vorm, materiaal)?

'Wat gebeurt er als'-vragen

Van toepassing als leerlingen verschillende dingen kunnen uitproberen om hun eigen hypotheses te toetsen

Stimuleer leerlingen om hun eigen vraag te onderzoeken.

- Wat gebeurt er met de plank als ik op het skateboard spring?
- Wat gebeurt er met de snelheid van de knikker als ik de helling van de knikkerbaan verander?
- Wat gebeurt er als ik olie/zand/suiker toevoeg aan een glas water? (drie aparte onderzoekjes)

Doorvragen

- Oké, vertel daar eens wat meer over.
- Kun je dat verder toelichten?
- Ja, ga door.
- Oké, je zegt dat het er vies uit ziet. Beschrijf eens hoe 'vies' eruit ziet?
- Hoe zie je dat ze schrikt? Kun je dat beschrijven?
- Je zegt dat het groot is, zou je dat nog preciezer kunnen beschrijven?
- Je zegt dat het troebel is, hoe ziet troebel eruit?

Observeren binnen onderzoekend leren

Tijdens een project onderzoekend leren is observeren vooral relevant bij de *introductie*, de *verkenning* en de *uitvoering* van het onderzoek (zie hoofdstuk 2, 'Leidraad onderzoekend leren'). In deze fasen komen leerlingen met veel nieuwe informatie in aanraking. Door goed te observeren in de introductie- en verkenningfase kunnen extra vragen en ideeën voor onderzoek ontstaan. Je kunt leerlingen aanmoedigen om tijdens de verkenningfase vooral lekker aan te rommelen. Op basis van de observaties kunnen ze hypothesen vormen en zelf verschillende verkennende onderzoekjes doen voordat ze een definitieve onderzoeksvraag kiezen. Het observeren is dus een startpunt voor verkennend onderzoek, wat kan leiden tot meer inzicht in een proces. Bij het aanrommelen kunnen leerlingen bijvoorbeeld objecten uit elkaar halen (laat ze het skateboard maar demonteren) of experimenteren met vragen als: 'Wat gebeurt er met ... als ik ... verander?' In de tabel bij 'Wat gebeurt er als'-vragen zie je enkele voorbeelden van kleine onderzoekjes die leerlingen vooraf kunnen doen om meer kennis over het onderwerp op te doen. Stimuleer ze om bij elk onderzoekje een voorspelling te doen en deze na afloop te vergelijken met hun observatie. Op deze manier kunnen ze nieuwe kennis integreren met al aanwezige kennis. Wat hebben ze nu geleerd en welke nieuwe vragen roept het weer op?

Sommige activiteiten lenen zich er goed voor om klassikaal aandacht aan observaties en hypothesen te besteden. Bij de activiteit waarbij voorwerpen in de vloeibare stikstof worden gedoopt bijvoorbeeld (thema Molecuulbotsingen, boek 6 in deze boekenreeks), kunnen leerlingen op basis van eerdere observaties bedenken wat het effect van de koude stikstof zal zijn op verschillende voorwerpen. De leerlingen zullen meer betrokken raken als hun observaties en hypothesen een rol krijgen in de activiteit. Bijvoorbeeld: 'Laten we het spekje eerst eens goed bestuderen, voordat we het in de vloeibare stikstof onderdompelen. Hoe ziet het eruit? Hoe voelt het? Wat voor structuur heeft het? Oké, Ilse zegt dat ze ziet en voelt dat er luchtbelletjes in het spekje zitten. Wat zou er met lucht gebeuren in de vloeibare stikstof? Hebben we net al een voorwerp gezien waar ook luchtbelletjes inzaten? Oké, dus jullie denken dat het spekje zal krimpen als we het in de stikstof onderdompelen, omdat de lucht eruit geperst zal worden. We gaan het testen!'

Bij de uitvoering van het onderzoek is het van belang om goed te observeren wat de uitkomsten zijn en bijvoorbeeld nauwkeurig te meten of verschillen en overeenkomsten waar te nemen. Stel dat leerlingen willen testen wie een hogere score halen bij memory, kinderen of volwassenen, dan zouden ze tijdens het onderzoek het gedrag van hun proefpersonen kunnen observeren. Waren de proefpersonen de hele tijd aan het opletten of zag je dat ze afgeleid waren? Hielden ze zich aan de regels? Was er een verschil in hoe lang het duurde voordat een kind of een volwassene een kaart koos? Deze informatie kan relevant zijn bij het verklaren en begrijpen van hun resultaten.

Leer observeren met verschillende activiteiten

We raden aan om de vaardigheid van het observeren eerst in aparte lessen te oefenen vóór het direct in een project onderzoekend leren te integreren. Het WKRU heeft, naast bovenstaande tips, een aantal concrete activiteiten uitgewerkt die je met leerlingen kunt uitvoeren om dit te oefenen. De ervaring leert dat leerlingen het observeren leuk en interessant vinden. 'Vooral omdat we zelf veel dingen mochten doen en onderzoeken', aldus één van de leerlingen die de activiteiten uitprobeerde. 'Ik leerde om mijn zintuigen te gebruiken bij een onderzoek. Bijvoorbeeld voelen of het ruw voelde of glad. En proeven of het zuur was of zoet.' De leerlingen kunnen zelfs inzien in welke andere contexten het voor hen nuttig kan zijn: 'Bij een volgende toets ga ik eerst eens goed kijken en lezen wat er allemaal staat zonder dat ik direct ga beginnen.' De activiteiten om observeren met leerlingen te oefenen zijn online te vinden .



Een leerling van de Dr. Albert Schweitzerschool proeft een stukje banaan dat in vloeibare stikstof is gedoopt en voelt met haar mond de structuur

Referenties

- Celestin-Westreich, S. & Celestin, L. P. (2012). *Observeren en rapporteren* (2^e editie). Amsterdam: Pearson Benelux.
- De Vaan, E. & Marell, J. (2012). *Praktische didactiek voor natuuronderwijs* (7^e herziene druk). Bussum: Uitgeverij Coutinho.
- Harlen, W. & Qualter, A. (2010). *The teaching of science in primary schools*. New York: Routledge.
- Harlen, W. (2014). Helping children's development of inquiry skills. *Inquiry in primary science education*, 1, 5-19.
- Vygotsky, L. S. (1978). Interaction between learning and development. *Readings on the development of children*, 34-40.

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. In de afgelopen jaren heeft het WKRU diverse materialen en hulpmiddelen ontwikkeld die leraren kunnen inzetten in hun klas. Deze materialen zijn gratis beschikbaar via www.wkru.nl en 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 (aankomend) leraren, scholen en onderzoekers. Elk jaar ontwikkelen drie projectteams van onderzoekers, leraren en pabo-studenten een project onderzoekend leren op basis van actueel wetenschappelijk onderzoek. Daarnaast organiseert het WKRU jaarlijks de Winterschool, een professionaliseringsdag over wetenschap en onderzoekend leren. Gedurende het schooljaar worden studiemiddagen, cursussen en coaching aangeboden op het gebied van onderzoekend leren. Bij het project 'Onderzoeker in de klas' bereiden we onderzoekers voor op een bezoek aan een basisschoolklas. Meer activiteiten van het WKRU zijn te vinden op de hoofdwebsite van het WKRU.

Sponsors

Het werk van het WKRU wordt mogelijk gemaakt door financiële bijdragen van de Radboud Universiteit en het Radboudumc, de Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen en de Faculteit Educatie van de Hogeschool van Arnhem en Nijmegen.

www.wkru.nl

www.wetenschapdeklasin.nl



@wkru1



<http://lnked.in/WKRU1>

Dankwoord

Graag willen we iedereen bedanken die een bijdrage heeft geleverd aan dit boek:

De betrokken onderzoekers en hun onderzoeksteam: Teun, Jos, Christian en jullie teams: dank dat jullie ons hebben willen meenemen in de wereld van jullie onderzoek. Op basis van jullie eerste ideeën voor vertaling zijn drie mooie projecten ontstaan. Dank voor de grote inspanning die door jullie team is geleverd om het project in de klas en het boekhoofdstuk vorm te geven.

Deelnemende leraren en leerlingen van de Dolfijn Plusklassen en basisscholen De Haafakkers (Heteren), De Troubadour (Elden), De Tragellijn (Lobith), De Wegwijzer (Tilburg), Weisterbeek (Horst) en Willibrordus (Spijk): bedankt voor jullie enthousiaste bijdrage en inzet om de projecten de klas in te brengen. Door jullie inzet zijn de activiteiten nog concreter geworden en hebben we een indruk gekregen van de vragen die ze bij de leerlingen oproepen. Dank voor de grote inspanning die jullie hebben geleverd.

Collega's van het WKRU: Rosa Kindt bedankt voor de hulp bij het samenstellen en bewerken van de themahoofdstukken en werkbladen. Zonder jou zouden onze deadlines onhaalbaar worden. Josje Dinghs dank voor de input op de leidraad onderzoekend leren. Jouw kritische blik waarderen we zeer. Esther Koeslag dank voor de planning en organisatie. Jij houdt ons bij de les!

Sponsors van het WKRU: alleen dankzij jullie kunnen we dit project uitvoeren. Heel veel dank aan:

- Radboud Universiteit
- Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen (KNAW) i.s.m. Platform Bèta Techniek
- Radboudumc
- Faculteit Educatie, Hogeschool van Arnhem en Nijmegen (HAN)

Foto- en illustratieverantwoording

Veel van de foto's en een aantal illustraties in dit boek vallen niet 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. Hieronder volgt een lijst met de foto's en illustraties in dit boek, met bijbehorende licentievorm.

Foto's met kinderen zijn hieronder niet apart vermeld, deze vallen alle onder het copyright van het Wetenschapsknooppunt Radboud Universiteit © WKRU 2018. Deze foto's mogen wel worden gebruikt in een integrale kopie van minimaal twee pagina's.

Foto's op de volgende pagina's zijn gemaakt door Jimmy Israel. Deze foto's zijn eigendom van het WKRU: p.8, 14, 22, 27, 32, 34, 40, 45, 48, 49, 68, 72, 75, 95, 113, 115, 122, 125, 147, 158, 161 en 187.

Hoofdstuk 2: Leidraad onderzoekend leren

- De stappen van onderzoekend leren, CC BY-NC-SA 4.0 WKRU 26
- Voorkant 7 x nieuwsgierig, CC BY-NC-SA 4.0 WKRU 36
- Het vragenmachientje, CC BY-NC-SA 4.0 WKRU 47

Hoofdstuk 3: Malaria

- Ouders wachten bij een malariakliniek, CC BY 2.5. Verkregen van Alibu et al. (2003). 74
- Teun Bousema, CC BY-NC-SA 4.0 WKRU 75
- Een stekende malariamug, foto Jim Gathany, publiek domein 76
- De cyclus van malariabesmetting, CC BY-SA 4.0 Teun Bousema en Sophie van Kempen 77
- Een malariaparasiet heeft vele vormen, CC BY 2.5. Verkregen van Frevert et al. (2005). 78
- Laborante neemt bloed af voor onderzoek, CC BY-SA 4.0 Teun Bousema 79
- Laborant aan het werk in Burkina Faso, CC BY-SA 4.0 Teun Bousema 80
- Mug drinkt bloed uit muggenvoeder, © Fabien Beilhe 81
- Een mug wordt opengesneden, © ZorginBeeld/Frank Muller 81
- Teun Bousema met zijn team, CC BY-SA 4.0 Teun Bousema 82
- Malariamuggen met hun eitjes, © ZorginBeeld/Frank Muller 83
- Meisje verkoopt medicijnen op de markt, CC BY-SA 4.0 Teun Bousema 84
- Poster die aanspoort muggen te verdelgen, publiek domein 85
- Basaal reproductiegetal, CC BY-SA 4.0 Teun Bousema en Sophie van Kempen 87
- Angolese kinderen bij klamboe, publiek domein 90
- Grafieken, CC BY-NC-SA 4.0 WKRU 107, 109
- Karakterkaarten activiteit malariamuggen, publiek domein, met uitzondering van: 111
 - Burger, CC BY 2.0 Dylan Walters
 - Arts-onderzoeker, CC BY-SA 4.0 Teun Bousema

Hoofdstuk 4: Jheronimus Bosch

- Portret Jheronimus Bosch door Cornelis Cort, publiek domein 124
- Handtekening, uitsnede uit Jheronimus Bosch, *Aanbidding der Koningen*, publiek domein 124
- Jos Koldewey, CC BY-NC-SA 4.0 WKRU 125
- Jheronimus Bosch, *Laatste Oordeel*, publiek domein 125
- Jheronimus Bosch, *Tuin der lusten*, uitsneden, publiek domein 126
- Jheronimus Bosch, *Verzoeking van de heilige Antonius*, uitsneden, publiek domein 126
- Fragment "Hieronimus van Aken, alias Bosch...", publiek domein 127
- Het team van het Bosch Research and Conservation Project verricht onderzoek, © BRCP 128
- Jheronimus Bosch, *Heilige Johannes de Doper*, uitsnede, © BRCP 129

• Schematisch overzicht van de gelaagde structuur van een schilderij, © BRCP	129
• Jheronimus Bosch, <i>De dood en de vrek</i> , uitsnede, in infraroodfotografie, © BRCP	131
• Jheronimus Bosch, <i>De dood en de vrek</i> , uitsnede, in zichtbaar licht, publiek domein	131
• Jheronimus Bosch, <i>Landloper</i> , publiek domein	132
• Jheronimus Bosch, <i>Hooiwagen</i> , buitenzijde, publiek domein	133
• Uilen door Jheronimus Bosch in de database van het BRCP, © BRCP	135
• Anoniem, <i>De Markt in 's Hertogenbosch</i> , publiek domein	137
• Jheronimus Bosch, <i>Aanbidding der Koningen</i> , linkerluik, publiek domein	138
• Jheronimus Bosch, <i>Tuin der lusten</i> , buitenzijde, publiek domein	139
• Jheronimus Bosch, <i>Tuin der lusten</i> , binnenzijde, publiek domein	140-141
• Jheronimus Bosch, <i>Hellelandschap</i> , publiek domein	142
• Jheronimus Bosch, <i>Visioenen van het hiernamaals</i> , publiek domein	143
• Schilderij met ondertekening leerling Haafakkers, CC BY-NC-SA 4.0 WKRU	155
• Thé Tjong-Khing, illustratie uit het boek <i>Bosch, Het vreemde verhaal van Jeroen, zijn pet, zijn rugzak en de bal...</i> , © 2015 Thé Tjong-Khing	157

Hoofdstuk 5: Geheugen

• Plaatscel, © 2012 Sage Publications. Verkregen van Doeller et al. (2012), Figuur 1.	170
• Christian Doeller, CC BY-NC-SA 4.0 WKRU	171
• Rastercel, © 2012 Sage Publications. Verkregen van Doeller et al. (2012), Figuur 1.	171
• Hippocampus en entorinale schors, CC BY-NC-SA 4.0 WKRU, samengesteld uit:	172
– Omtrek hoofd, publiek domein	
– Brain human sagittal section, CC BY 2.5 Patrick J. Lynch	
• Virtuele stad, CC BY-NC-SA 4.0 Christian Doeller, afbeelding gemaakt met Unreal® Engine 2013. Unreal® is een beeldmerk of geregistreerd beeldmerk van Epic Games, Inc. in de Verenigde Staten en daarbuiten. Unreal® Engine, Copyright 1998-2017, Epic Games, Inc. All rights reserved.	173
• Aha-moment, CC BY-SA 4.0 Branka Milivojevic, samengesteld uit:	174
– Omtrek hoofd, publiek domein	
– The Autobiographical-Memory Network, © 2015 Elsevier Ltd. Verkregen van Milivojevic et al. (2015), Figuur 6.	
– Sims puzzelstukjes, gemaakt in spel <i>The Sims</i> , © EA Inc.	
• Grove en fijne resolutie herinneringen, CC BY-SA 4.0 Silvy Collin	176
– Sims afbeeldingen, gemaakt in spel <i>The Sims</i> , © EA Inc.	
• Sims afbeeldingen, gemaakt in spel <i>The Sims</i> , © EA Inc.	178
• Hersenplaatje, © 2015 Elsevier Ltd. Verkregen van Milivojevic et al. (2015).	179
• MRI-scanner, © Dick van Aalst	181

Referenties:

- Alibu, V.P. & Egwang, T.G. (2003). Genomics Research and Malaria Control: Great Expectations. *PLoS Biology*, 1(2): e39.
- Doeller, C.F., Barry, C. & Burgess, N. (2012). From Cells to Systems: Grids and Boundaries in Spatial Memory. *The Neuroscientist*, 18, 6, p.556-566.
- Frevert U, Engelmann S, Zougbedé S, Stange J, Ng B, Matuschewski K, et al. (2005). Intravital Observation of Plasmodium berghei Sporozoite Infection of the Liver. *PLoS Biology*, 3(6): e192.
- Milivojevic, B., Vincente-Grabovetsky, A. & Doeller, C.F. (2015). Insight Reconfigures Hippocampal-Prefrontal Memories. *Current Biology*, 25(7), p.821-830.

De uitgever heeft uiterste zorgvuldigheid betracht in het achterhalen van de auteursrechten van het illustratiemateriaal in deze uitgave. Mocht u van mening zijn (auteurs)rechten te kunnen doen gelden op illustratiemateriaal in deze uitgave, dan verzoeken wij u om contact op te nemen met de uitgever.