

Wetenschappelijke doorbraken de klas in!

Geloof jij het?, Een neus voor onderzoek en Samenwerkende zintuigen

Sanne Dekker & Hanne Kause (redactie) Hoofdstuk 3: Een neus voor onderzoek



Sanne Dekker & Hanne Kause (redactie)



Colofon

Redactie: Sanne Dekker & Hanne Kause

Beeldredactie: Hanne Kause & Jan van Baren-Nawrocka

Opmaak: Jimmy Israël

Druk en afwerking: Tuijtel, Hardinxveld-Giessendam

Coverfoto voorzijde: Judith Offermans, © 2022 WKRU

Coverfoto achterzijde: Hanne Kause, © 2022 WKRU

Eerste druk, januari 2022

ISBN: 978-90-830422-3-7

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



2022 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.124).



Foto: Jimmy Israël

Hoofdstuk 3 Een neus voor onderzoek

In dit hoofdstuk beschrijven we een project onderzoekend leren met als thema 'Neustussenschot'. Het thema is gebaseerd op het onderzoek van prof. dr. Maroeska Rovers, dr. Machteld van Egmond, dr. Niels van Heerbeek en hun team naar de noodzaak van het rechtzetten van het neustussenschot. Het hoofdstuk bestaat uit twee delen. In paragraaf 3.1 leggen de onderzoekers uit waarom een neustussenschotcorrectie patiënten kan helpen om beter te ademen en dat deze operatie zelfs kosteneffectief is. Leraren kunnen deze paragraaf gebruiken om zichzelf en hun leerlingen inhoudelijk voor te bereiden op het thema. In paragraaf 3.2 beschrijven we diverse activiteiten waardoor leerlingen dit thema in de klas kunnen ervaren en inspiratie kunnen opdoen voor hun eigen onderzoek. Deze activiteiten zijn onderdeel van stap 1 en 2 ('introductie' en 'verkennen') van het onderzoekend leren. We raden leraren aan om de 'Leidraad onderzoekend leren' (Van Baren-Nawrocka & Dekker, 2019)  als uitgangspunt te nemen bij de uitvoering van dit project in de klas. Hierin staat een uitgebreide beschrijving van de zeven stappen van onderzoekend leren.

Kerdoelen voor dit thema

Schriftelijk onderwijs

4. De leerlingen leren informatie te achterhalen in informatieve en instructieve teksten, waaronder schema's, tabellen en digitale bronnen.

Natuur en techniek

41. De leerlingen leren over de bouw van planten, dieren en mensen en over de vorm en functie van hun onderdelen.

Mens en samenleving

34. De leerlingen leren zorg te dragen voor de lichamelijke en psychische gezondheid van henzelf en anderen.

Radboud Science Team 'Een neus voor onderzoek'

Het project 'Neustussenschot' is in het schooljaar 2020-2021 ontwikkeld door een team van onderzoekers van het Radboudumc, basisschoolleraren en het WKRU. Het Radboud Science Team 'Een neus voor onderzoek' bestond uit de volgende personen:

Onderzoekers Radboudumc

Dr. Niels van Heerbeek (KNO-arts), prof. dr. Maroeska Rovers (hoogleraar Evidence-based surgery) en dr. Machteld van Egmond (arts-onderzoeker en jurist). Niels van Heerbeek is werkzaam bij de afdeling Keel-Neus-Oorheelkunde van het Radboudumc. Maroeska Rovers is werkzaam bij de afdelingen Operatiekamers en Health Evidence van het Radboudumc. Machteld van Egmond is momenteel niet meer werkzaam bij het Radboudumc. Ze volgt haar andere passie en is nu werkzaam als jurist.

School

Daltonbasisschool De Borgwal in Bemmelen: Christine van Mullem (directeur en leraar), Karen Hendriks, Thijs Rasing, Gerda Siersema en Stijn Maresch (leraren).

WKRU

Hanne Kause (projectleider).



Dr. Niels van Heerbeek

“Vanaf de middelbare school wist ik dat ik dokter wilde worden, maar ik had toen nog geen flauw idee dat het KNO-arts zou worden. Dat ontstond pas tijdens mijn coschappen toen ik erachter kwam dat ik het leuk vond om mensen te opereren om ze op die manier beter te maken. Voor ik begon met de specialisatie tot KNO-arts heb ik zelf onderzoek gedaan naar vocht achter het trommelvlies bij kinderen. Veel kinderen hebben daar wel een keer last van en wij wilden graag weten of je kon voorkomen dat kinderen daar last van kregen door ze te vaccineren. Ik ontdekte toen dat het niet alleen leuk is om dokter te zijn, maar ook om te onderzoeken hoe je patiënten op andere manieren kunt helpen. Het rechtzetten van het neustussenschot is een operatie die al tientallen jaren wordt uitgevoerd bij heel veel patiënten. In de spreekkamer kwam ik erachter dat niet alle patiënten bij wie het neustussenschot rechtgezet wordt na deze operatie ook minder klachten hebben. Dat was voor mij de reden om samen met Maroeska Rovers een onderzoek te bedenken om te onderzoeken of een operatie nuttig is bij deze patiënten.” *(Foto: Jimmy Israël)*



Prof. dr. Maroeska Rovers

“Al op de basisschool stond ik bekend als iemand die graag dingen zelf uit wilde zoeken en nieuwe dingen wilde leren, maar ook als iemand die graag anderen wilde helpen. Zo zat ik in de jeugdgemeenteraad om de belangen van mijn school en de kinderen in het dorp waar ik woonde te behartigen. Ook speelde ik volleybal in een team in ons dorp, en we waren allemaal individueel helemaal niet zo goed. Toch werden we -omdat we echt een team waren- tweede van Nederland. Daar heb ik dus geleerd hoe belangrijk een team is om succes te hebben. Toen ik ging studeren wist ik dat ik maatschappelijk relevant onderzoek wilde gaan doen samen met een aantal leuke collega's. Net als Niels heb ik onderzoek gedaan naar het effect van trommelvliesbuisjes bij jonge kinderen met vocht achter het trommelvlies, en later ook nog naar het effect van het verwijderen van de neus- en keelamandelen. Ik vind onderzoek doen nog steeds heel leuk, omdat ik daardoor nog steeds nieuwe dingen leer. En ik zie dat techniek en innovatie heel belangrijk zijn en die kennis deel ik daarom graag met andere mensen, ook met kinderen omdat zij immers de toekomst in handen hebben.” *(Foto: Jimmy Israël)*

3.1 Onderzoek naar het rechtzetten van het neustussenschot

Dr. Niels van Heerbeek en prof. dr. Maroeska Rovers

De neus

Neuzen zijn er in allerlei soorten en maten. Groot en klein, plat en puntig, smal en breed, dik en dun. De neus is een belangrijk onderdeel van je gezicht en is zeer bepalend voor hoe iemand eruitziet. Niet voor niets luidt een oud gezegde: “Wie zijn neus schendt, schendt zijn aangezicht”. Wat zo iets betekent als “Wie kwaad spreekt over zijn familie, spreekt slecht over zichzelf”. Wist je trouwens dat er bijna veertig spreekwoorden en gezegden zijn waarin de neus voor komt? En ook in liedjes komt de neus vaak voor, denk bijvoorbeeld aan het bekende kleuterliedje “Dit zijn mijn wangetjes” of aan “De neus” van Herman van Veen.

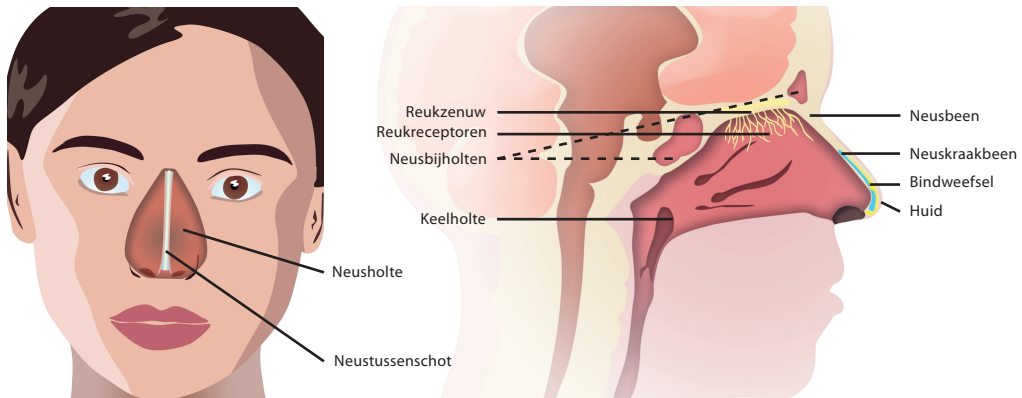
De neus heeft een aantal heel belangrijke functies. Om te beginnen haal je met je neus adem. De neus is het eerste station van je luchtwegen. Lucht die door de neus ingeademd wordt, wordt door het slijmvlies in de neus verwarmd en bevochtigd. Dat verwarmen en bevochtigen van de lucht is belangrijk voor een goede werking van je longen, waar zuurstof uit de ingeademde lucht gehaald wordt. En door een soort microscopisch kleine haartjes die op het slijmvlies in de neus zitten worden stof, bacteriën, virussen en andere vervuilingen uit de lucht gefilterd, wat zorgt voor bescherming van je luchtwegen.

Daarnaast gebruik je je neus natuurlijk om te ruiken. Reuk is een nogal ondergewaardeerd zintuig, waarvan je de waarde vaak pas merkt als je hem kwijt bent. Want het is genieten als je iets lekkers ruikt, maar je neus waarschuwt je ook voor gevaar, bijvoorbeeld als ergens brand is of als er een gevaarlijk gas ontsnapt. Vaak ruik je dat al voordat je het ziet of hoort. Je reuk is ook belangrijk voor je smaakbeleving. Zonder een goede reukzin kun je namelijk nauwelijks proeven wat je eet. Misschien herken je dat: als je neus helemaal verstopt zit, bijvoorbeeld als je flink verkouden bent, smaakt alles een beetje hetzelfde. En we hebben allemaal al wel eens onze neus dichtgeknepen als we iets moesten doorslikken wat we helemaal niet lekker vonden.

Tenslotte speelt de neus een rol bij het vormen van geluid. Voor het maken van verschillende klanken en woorden zijn je mond, tong en lippen weliswaar veel belangrijker, maar ook je neus speelt daarbij een rol met name in de vorm van een soort klankkast. Als je je neus dichtknijpt blijkt het ineens een stuk moeilijker om bepaalde klanken, zoals de /m/, de /n/ en de /ng/, goed te maken. Probeer maar eens.

Anatomie van de neus

De neus is opgebouwd uit twee delen: je *uitwendige neus* en je *inwendige neus*. De uitwendige neus is het deel wat je aan de buitenkant ziet, en bestaat uit neusbeen, neuskraakbeen (o.a. het tussenschot), bindweefsel en huid (zie afbeelding op de volgende pagina). De inwendige neus, de neusholte, bestaat uit twee ruimten die worden gescheiden door het tussenschot. Je neusholte is helemaal bekleed met slijmvlies waarin bloedvaten en slijmkiertjes zitten. Bovenin de neusholte bevat het slijmvlies ook de reukreceptoren (zie Achtergrondinformatie ‘Slijmvlies van de neus’). De twee neusholten staan in verbinding met de buitenlucht (aan de voorkant), je keelholte (aan de achterkant) en de verschillende neusbijholten (aan de zijkant).

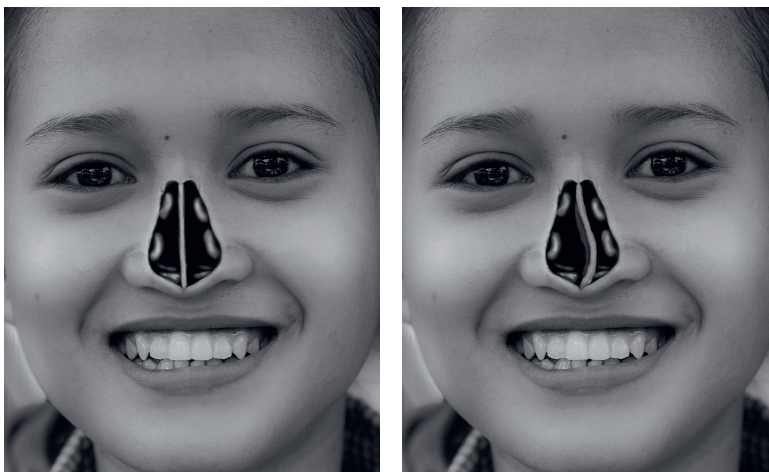


Links: Het neustussenschot is de scheiding tussen de twee neusholten. Rechts: Een zij aanzicht van de anatomie van de neus. (Afbeelding: Jimmy Israël)

Neusobstructie

Nu we weten hoe belangrijk de neus eigenlijk is, is direct duidelijk hoe groot de impact kan zijn als de neus niet goed meer werkt. Voor alle functies van de neus (ademhalen, ruiken, filteren en verwarmen van ingeademde lucht en het vormen van klanken) is het cruciaal dat de neus goed open is. Een blokkade van de neus, wat *neusobstructie* wordt genoemd, is een van de meest voorkomende redenen om een keel-, neus- en oor- (KNO) arts te raadplegen. Patiënten met neusobstructie hebben het gevoel dat er onvoldoende lucht door de neus stroomt, wat een negatieve invloed kan hebben op hun kwaliteit van leven.

Er zijn grofweg twee grote groepen oorzaken voor neusobstructie. De eerste groep bevat alle oorzaken die het gevolg zijn van problemen met het slijmvlies van de neus. Denk bijvoorbeeld aan zwelling van het slijmvlies als gevolg van een gewone verkoudheid, een allergie of een chronische ontsteking met de vorming van poliepen. Poliepen zijn kleine of grote uitstulpingen van het slijmvlies die ontstaan als het slijmvlies chronisch ontstoken is. Poliepen kunnen de neus verstopen en reukverlies of een drukkend gevoel in de neus veroorzaken. De tweede groep oorzaken omvat alle afwijkingen aan de vorm van de binnen- en/of buitenkant van de neus. Deze oorzaken kunnen



*Links: Een recht neustussenschot.
Rechts: Een afwijkend neustussenschot (scheefstand). (Afbeelding: Engin Akyurk)*

zowel aangeboren als verworven (bijvoorbeeld door een klap op de neus) zijn. De meest voorkomende oorzaak is een afwijking (scheefstand) van het neustussenschot. Een illustratie van een recht neustussenschot en een afwijkend neustussenschot wordt gegeven in de afbeelding onderaan de vorige pagina.

Septumcorrectie

Er wordt geschat dat 1% tot 80% van de mensen een scheef neustussenschot heeft. Slechts een minderheid hiervan heeft daardoor ook daadwerkelijk last van neusobstructie. Patiënten die zowel neusobstructie als een scheefstaand neustussenschot hebben, worden meestal behandeld met een operatie, waarin de KNO-arts het neustussenschot weer recht zet. Het doel van deze operatie is om de ruimte aan beide zijden van de neus weer eerlijk te verdelen, zodat het ademen beter gaat. Alternatieve behandelingen zijn afwachten (om te kijken of de klachten mogelijk tijdelijk zijn), geneesmiddelen die het slijmvlies van de neusholte laten slinken of een combinatie van beide. Veelal wordt eerst gestart met geneesmiddelen en wordt er pas operatief ingegrepen als de klachten niet verminderen.

De chirurgische correctie van het scheefstaande neustussenschot wordt ook wel een septumcorrectie genoemd. De septumcorrectie is in veel landen de meest uitgevoerde keel-, neus- en ooroperatie bij volwassenen. Echter, het was lange tijd onduidelijk of het rechtzetten van het scheve neustussenschot bij deze patiënten daadwerkelijk enig voordeel oplevert. Weliswaar was er al eerder onderzoek gedaan naar de effectiviteit van deze operatie, maar deze onderzoeken lieten tegenstrijdige resultaten zien. Bovendien was de kwaliteit van de meeste van deze onderzoeken matig. Ook ontbrak er een wetenschappelijk onderbouwde richtlijn voor KNO-artsen en waren er grote verschillen tussen landen in het aantal uitgevoerde septumcorrecties per jaar. Het aantal septumcorrecties per 10.000 inwoners varieert van 3,9 in Engeland, 6,6 in Nederland, 8,7 in de Verenigde Staten tot 12,2 in Duitsland. Dit alles leidde tot twijfels bij zorgverleners en beleidsmakers over het nut van de ingreep. Op sommige plaatsen in Engeland werd zelfs besloten om de vergoeding aan banden te leggen, vanwege de onduidelijkheid over de effectiviteit van de operatie. Vanuit de beroepsorganisatie van KNO-artsen kwam een oproep om nader onderzoek te doen naar de septumcorrectie. Dat hebben wij aangegrepen om nu écht goed uit te zoeken of de septumcorrectie effectief is en zo ja, of de baten opwegen tegen de kosten.

Onderzoek naar de effectiviteit van een septumcorrectie

We hebben ons onderzoek uitgevoerd bij volwassenen met een verstopte neus en een scheefstaand neustussenschot, die in aanmerking komen voor een septumcorrectie. Door loting bepaalden we welke behandeling zij zouden krijgen: een septumcorrectie of een niet-chirurgische behandeling zoals neusmedicatie of afwachten. Controlebezoeken vonden plaats na 3, 6, 12 en 24 maanden. Tijdens elk controlebezoek werd de luchtstroom door de neus gemeten met de PNIF-meter. PNIF staat voor *Peak Nasal Inspiratory Flow* en deze meet de maximale inademing door de neus. Ook namen we bij elk controlebezoek een aantal vragenlijsten af om de kwaliteit van leven te meten, waaronder de NOSE-vragenlijst (voor PNIF-meter en NOSE-vragenlijst, zie paragraaf 3.2, activiteit 3 en 4). Gemaakte kosten hielden de patiënten zelf bij middels een kostendagboek. Op deze manier onderzochten we het effect van de septumcorrectie op de kwaliteit van leven en de luchtstroom door de neus; en hoe deze effecten zich verhouden tot de kosten van de ingreep. Het type onderzoek dat wij hebben uitgevoerd heet *gerandomiseerd gecontroleerd onderzoek* (zie Achtergrondinformatie 'Gerandomiseerd onderzoek').



Met een Peak Nasal Inspiratory Flow (PNIF) meter kun je de maximale inademing door de neus meten. Links: Zijaanzicht. Rechts: Boven aanzicht. (Foto: WKRU)

In totaal namen 203 volwassenen deel aan het onderzoek, afkomstig van 18 verschillende ziekenhuizen in Nederland. Daarvan lootten 102 patiënten voor de septumcorrectie en 101 voor de niet-chirurgische behandeling. Na 12 maanden bleken patiënten die de septumcorrectie hadden ondergaan beter te scoren op kwaliteit van leven en op de luchtstroom door de neus gemeten met PNIF-meter dan de niet-chirurgische patiënten. Het verschil tussen beide groepen was het grootst na zes maanden, maar hield gedurende de volledige 24 maanden aan. Er waren geen aanwijzingen dat de septumcorrectie meer of minder effect had voor bepaalde subgroepen, bijvoorbeeld mensen die een scheef neustussenschot hadden door een ongeluk, mensen met een heel scheef neustussenschot of bepaalde leeftijdsgroepen.

Tot slot liet het onderzoek zien dat de septumcorrectie niet alleen effectiever, maar ook ongeveer twee keer zo duur was als niet-chirurgisch beleid. Echter op basis van de in Nederland gebruikte criteria lijken de extra kosten op te wegen tegen de winst in kwaliteit van leven (zie Achtergrondinformatie 'Kosten-effectiviteitsonderzoek'). Op dit moment wordt er een richtlijn gemaakt waarin deze resultaten worden verwerkt, zodat voor de gehele beroepsgroep duidelijk wordt wanneer ze het neustussenschot recht moeten zetten om patiënten met neusobstructie te helpen.

Het onderzoek van de wetenschappers

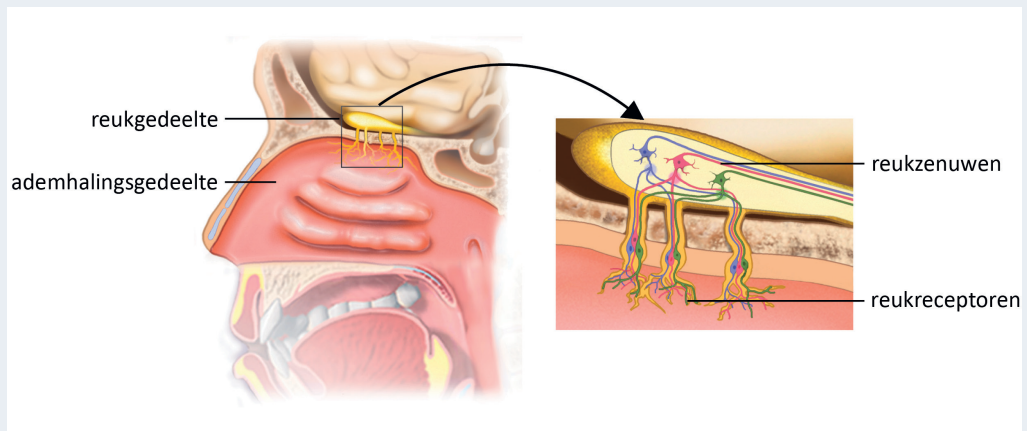
In onderstaand kader geven dr. Niels van Heerbeek en prof. dr. Maroeska Rovers een voorbeeld van hoe zij samen met dr. Machteld van Egmond onderzoek hebben gedaan naar de noodzaak van het rechtzetten van het neustussenschot. Ze beschrijven hun onderzoeksvraag, de manier waarop ze deze vraag probeerden te beantwoorden, de resultaten die het onderzoek opleverde en de vervolgvragen die het onderzoek opriep. Hiermee willen we het verband laten zien tussen de aanpak van een onderzoeker en die van de leerlingen.

Onderzoeksvraag	Helpt het rechtzetten van het neustussenschot (septumcorrectie) bij patiënten met neusobstructie? En wegen de baten op tegen de extra kosten van de operatie?
Hypothese	De hypothese van dit onderzoek is dat een septumcorrectie een betere kwaliteit van leven oplevert dan niet-chirurgische behandelingen, zoals neusmedicatie of afwachten.
Hoe doen we dit onderzoek?	We deden een gerandomiseerd gecontroleerd onderzoek (zie Achtergrondinformatie). Volwassenen met een neusobstructie en een scheef neustussenschot konden meedoen. Door loting bepaalden we welke behandeling zij zouden krijgen: een septumcorrectie of een niet-chirurgische behandeling zoals neusmedicatie of afwachten. Na 3, 6, 12 en 24 maanden deden we controlebezoeken, waar we de luchtstroom door de neus en de kwaliteit van leven bekeken. Gemaakte kosten hielden de patiënten zelf bij middels een kostendagboek.
Resultaten	Na 12 maanden hadden de patiënten die de septumcorrectie hadden ondergaan een hogere kwaliteit van leven en een betere luchtstroom door de neus dan de niet-chirurgische patiënten. Na septumcorrectie hadden de patiënten minder last van neusverstopping, konden ze beter ademen en sliepen ze beter. Het verschil tussen wel of niet opereren was voor alle effecten na zes maanden het grootst, maar hield gedurende de volledige 24 maanden aan. Een septumcorrectie bleek ongeveer twee keer zo duur als niet-chirurgisch beleid.
Conclusie	Ons onderzoek laat zien dat de septumcorrectie inderdaad effectiever is dan alternatieve niet-chirurgische behandelingen zoals neusmedicatie of afwachten. Ook wegen de extra kosten van de operatie op tegen de winst in kwaliteit van leven voor patiënten met een neusobstructie.
Wat betekenen deze resultaten voor het dagelijks leven van kinderen?	Er zijn veel mensen met neusklachten die een scheef neustussenschot hebben. Het kan zijn dat de neus altijd al scheef was, of dat deze scheef is gaan staan door bijvoorbeeld een harde klap op de neus of doordat iemand ergens met z'n neus tegenaan gelopen is. Wat de oorzaak ook is, door dit onderzoek weten we nu zeker dat je iemand met deze klachten het beste kan helpen met een operatie waarbij het neustussenschot wordt rechtgezet.
Wat willen we nog meer onderzoeken?	Er zijn nog meer behandelingen waarvan, net als bij de septumcorrectie, niet bekend is of het daadwerkelijk beter is dan niets doen of een andere behandeling. Ook komen er tegenwoordig veel nieuwe behandelingen en technieken bij, denk bijvoorbeeld aan robots in de operatiekamer, waarvan nog niet zeker is of ze wel beter zijn dan de behandeling die er al is. Als je dit pas onderzoekt als het al in het ziekenhuis is, zijn er al veel onnodige kosten gemaakt. Wij onderzoeken deze nieuwe behandelingen en technieken daarom vanaf een hele vroege fase om zo hopelijk te helpen om de zorg betaalbaar te houden.

ACHTERGRONDINFORMATIE

Slijmvlies van de neus

Het slijmvlies van je neus kan verdeeld worden in twee delen. Het grootste deel van je neusslijmvlies behoort tot het zogenaamde *ademhalingsgedeelte*. In dit deel van je neus bevat het neusslijmvlies lange trilharen. De trilharen vervoeren alles wat op hen terecht komt aan slijm en deeltjes uit de lucht naar je keelholte. Eventuele bacteriën en giftige stofdeeltjes uit de lucht kunnen zo opgeruimd worden voordat ze je besmetten of beschadigen. Het *reukgedeelte* van je neusslijmvlies bevindt zich in het bovenste deel van de neusholte. Hier zitten in het slijmvlies de zogenaamde reukreceptoren. Deze receptoren staan via de reukzenuwen in contact met de hersenen en geven informatie over geuren door.



Alle verschillende onderdelen van het reukgedeelte in je neus zorgen er samen voor dat je hersens kunnen herkennen wat je ruikt. (Afbeelding: Cenvo en Bruce Blaus)

Gerandomiseerd onderzoek

Bij een gerandomiseerd gecontroleerd onderzoek worden patiënten aselekt verdeeld over de onderzoeksgroepen. Aselekt wil zeggen dat iedere deelnemer via loting aan een onderzoeksgroep wordt toegewezen. Op die manier heeft iedereen dus evenveel kans om in een onderzoeksgroep te worden opgenomen. Vaak worden in dit type onderzoek twee groepen deelnemers vergeleken: een groep die een specifieke behandeling krijgt (de interventiegroep) en een controlegroep. Een controlegroep bestaat uit een groep patiënten met dezelfde klacht of hetzelfde probleem, die in principe volledig vergelijkbaar is met de deelnemers in de interventiegroep. Ze worden immers via loting toegewezen. De controlegroep krijgt niet de specifieke behandeling die wordt onderzocht, maar een behandeling met een placebo of een ander middel, of zelfs helemaal geen behandeling (afwachten).

Door te loten, verklein je de kans op een verstrend effect van zogenaemde 'confounders'. Confounders zijn andere factoren die de relatie tussen dat wat je onderzoekt en de uitkomst kunnen verzwakken of versterken. In het voorbeeld van het neustussenschot-onderzoek, kan leeftijd zo'n confounder zijn. Stel dat alle deelnemers in de interventiegroep tussen de 20 en 40 jaar oud zijn; en alle deelnemers in de controlegroep tussen de 40 en 60 jaar. Als je dan een verschil meet, dan weet je nog niet of dat door de behandeling komt, of door de leeftijd. Een gerandomiseerd gecontroleerd

onderzoek voorkomt die onduidelijkheid, waardoor het mogelijk is om het effect van de behandeling zelf op de gemeten uitkomsten te onderzoeken, onafhankelijk van andere factoren. Dit lijkt op het concept *eerlijk onderzoek* waar leerlingen mee te maken kunnen krijgen bij een project onderzoekend leren (zie *Leidraad onderzoekend leren* van deze boekenreeks).

Kosten-effectiviteitsonderzoek

In het dagelijks leven is het heel gewoon om na te gaan of de prijs voor een bepaald product overeenkomt met wat je van dat product verwacht qua effect, kwaliteit, luxe, smaak, etc. Zo vergelijken veel mensen de prijs en de kwaliteit van bijvoorbeeld een nieuwe televisie, een auto of zelfs een pak koffie voor ze tot aanschaf overgaan. Ook kunnen we besluiten om iets niet te kopen: bijvoorbeeld omdat de kosten niet opwegen tegen de waarde die we hechten aan het product of omdat de uitgave op dat moment te groot is.

Voor een behandeling in de zorg beslist de overheid of de kosten van de behandeling opwegen tegen de baten. Om deze beslissing te maken, berekenen ze de zogenaamde kosteneffectiviteit. Dit houdt in dat zowel de kosten als de effecten van twee behandelingen met elkaar vergeleken worden. Het doel van deze vergelijking is dat duidelijk wordt hoeveel het verschil in effect (de meerwaarde dus) ons nu eigenlijk extra kost. Vaak wordt de term kosteneffectiviteitsanalyse (KEA) hiervoor gebruikt.

Aan de kostenkant wordt er gekeken naar kosten van de behandeling, kosten van ziekenhuisopname en kosten van complicaties, maar ook naar financiële winst omdat mensen bijvoorbeeld weer eerder aan het werk kunnen waardoor de kosten van ziekteverzuim lager zijn. Aan de effectenkant wordt zowel het effect op de levensduur als het effect op de kwaliteit van leven berekend. Dit drukt men uit in de zogenaamde QALY (*Quality Adjusted Life Year*): een extra levensjaar met optimale kwaliteit van leven. De totale extra kosten van de behandeling worden vervolgens gedeeld door het aantal extra QALY's. Daardoor weet je wat de kosten zijn van elk extra levensjaar. De overheid bepaalt per ziekte welke behandeling het meest kosteneffectief is, door voor alle behandelingen met QALYs te werken en deze per ziekte met elkaar te vergelijken.

Verder lezen, kijken en luisteren

Onderstaande links staan ook op de website www.wetenschapdeklasin.nl bij dit thema. 

Video's WKRU

- Videoportret Maroeska Rovers, Niels van Heerbeek en Machteld van Egmond bij uitreiking Radboud Science Awards 2020 
- Lezing voor kinderen door Maroeska Rovers, Niels van Heerbeek en Machteld van Egmond bij uitreiking Radboud Science Awards 2020 

Meer informatie over de neus

- Informatie van Gezondheidsplein over de neus 
- Filmpje van SchoolTV over snot 
- Filmpje van SchoolTV over niezen 
- Filmpje van Herman van Veen waarbij hij met kinderen danst op een liedje over de neus 

Meer informatie over zintuigen

- Filmpje van SchoolTV over geur 
- Filmpje van SchoolTV over proeven 
- Filmpje van SchoolTV over het proeven met de smaakpapillen 
- Filmpje van Klokhuis over geuren 
- Filmpje van Topdoks over proeven zonder neus 
- Informatie van 7zintuigen.nl over de 7 zintuigen 
- Informatie van Gezondheidsnet over zintuigen 
- Informatie van Wikipedia over smaakpapillen 
- Informatie van Wikikids over smaak 

Meer informatie over eerlijk onderzoek

- Filmpje van Ecran Project over het eerlijk opzetten van klinische studies 
- Informatie van Wetenschap in Beeld over het placebo-effect 
- Engelstalig filmpje van Smart Learning for All met uitleg over het placebo-effect 

Boeken van de bibliotheek voor kinderen

- Annemarie van den Brink (2012). Ruiken
- Jeroen Blokhuis (2003). Ademen
- Esther Krijgsman (2003). Ruiken en proeven

Prijswinnende wetenschappelijke publicaties waarop het project is geïnspireerd:

van Egmond, M.M.H.T., Rovers, M.M., Hannink, G., Hendriks, C.T.M. & **van Heerbeek, N.** (2019). Septoplasty with or without concurrent turbinate surgery versus non-surgical management for nasal obstruction in adults with a deviated septum: a pragmatic, randomized controlled trial. *Lancet*, 394(10195), 314-21. Doi:10.1016/S0140-6736(19)30354-X

van Egmond, M.M.H.T., Grutters, J.P.C., Hannink, G., **van Heerbeek, N.** & **Rovers, M.M.** (2020). Septoplasty versus non-surgical management for nasal obstruction in adults with a deviated septum: economic evaluation alongside a randomized controlled trial. *BMC Medicine*, 18(1), 101. Doi:10.1186/s12916-020-01562-5

3.2 Onderzoek naar neustussenschot de klas in!

Radboud Science Team 'Een neus voor onderzoek'

Deze paragraaf beschrijft hoe je in de klas een project onderzoekend leren kunt opzetten bij het thema 'Neustussenschot'. Je vindt hier diverse activiteiten voor de introductie en verkenning van het project. Deze activiteiten zijn als eerste uitgevoerd bij Daltonbasisschool De Borgwal in Bommel. Alle activiteiten samen vormen een beeld van het onderzoek naar het neustussenschot dat in de voorgaande paragraaf staat beschreven. De relatie tussen de activiteiten en het onderwerp staat steeds expliciet uitgeschreven onder het kopje 'Verbinding met het thema'.

De online bijlagen waar bij verschillende activiteiten naar wordt verwezen, zijn te vinden op onze website www.wetenschapdeklasin.nl. Dit symbool  verwijst naar deze website.

Deze activiteiten zijn onderdeel van stap 1 en 2 ('introductie' en 'verkennen') van het onderzoekend leren. We raden leraren aan om de 'Leidraad onderzoekend leren' (Van Baren-Nawrocka & Dekker, 2019 ) als uitgangspunt te nemen bij de uitvoering van dit project in de klas. Hierin staat een uitgebreide beschrijving van de zeven stappen van onderzoekend leren.



Stap 1. Introductie

Tijdens de introductiefase komen leerlingen voor het eerst in aanraking met een onderwerp. Het doel is hen te prikkelen en nieuwsgierig te maken naar het onderwerp.

INTRODUCTIEACTIVITEIT: KWARTET VAN ZINTUIGEN

Leerlingen maken kennis met de zeven zintuigen door middel van het maken en spelen van een kwartetspel.

Doelen

- Leerlingen maken kennis met de zeven zintuigen: zien, horen, ruiken, proeven, voelen, evenwicht en proprioceptie.
- Leerlingen kunnen kenmerken van de zeven zintuigen benoemen.

Duur

60 minuten

Werkvorm

In zeven groepjes

Benodigdheden

- 7x Werkblad 'Kwartetspel' 
- PowerPointpresentatie 'Zintuigen' 
- Papier/karton
- Gekleurde potloden, pennen of stiften
- Optioneel: Achtergrondinformatie over zintuigen 

Voorbereiding

Bekijk eventueel de achtergrondinformatie over zintuigen om voorbereid te zijn op inhoudelijke vragen van de leerlingen.

Activiteit

Vraag de leerlingen of ze weten welke zintuigen er zijn. Wat voor functies heeft ieder zintuig volgens hen? En weten ze nog andere kenmerken van de zintuigen? Bespreek de zeven zintuigen met de leerlingen en laat hierbij de PowerPoint op het bord zien.

Verdeel vervolgens de klas in zeven groepjes en geef ieder groepje een werkblad. Wijs ieder groepje een zintuig toe waar ze vier kwartetkaarten bij gaan maken met behulp van het informatieblad. Ieder kenmerk van een zintuig wordt een apart kaartje. Zorg ook dat ieder groepje papier of karton, en gekleurde potloden, pennen of stiften tot haar beschikking heeft.



Leerlingen van De Borgwal spelen hun zelfgemaakte zintuigenkwartet. (Foto: Hanne Kause)

Als alle kaartjes af en geknipt zijn, speel je het spel met de hele klas. Dit kan als groepskwartet, waarbij ieder groepje samen één team is. Welk groepje heeft de meeste kwartetten aan het einde van het spel?

Afronding

Besprek met de leerlingen na wat ze hebben geleerd over de zeven zintuigen en de functies en kenmerken van deze zintuigen.

Verbinding met het thema

De neus, of eigenlijk meer specifiek de reuk, is een belangrijk zintuig waarvan het belang vaak wordt onderschat. De meeste mensen kunnen zich wel een voorstelling maken bij niet meer kunnen zien of horen, maar de impact op de kwaliteit van leven van helemaal niet meer kunnen ruiken (zeker als dat niet over gaat) wordt nog wel eens onderschat. Deze activiteit geeft een overzicht van de verschillende zintuigen en welke ervaringen daarbij een rol spelen. De activiteit vormt een voorbereiding op het verder uitwerken van de reuk en de overige functies van de neus.

Tips

- Indien dit thema al eerder aan bod is gekomen in je groep, kun je de kenmerken van de zintuigen ook vanuit de leerlingen laten komen.
- Lamineer het kwartetspel als het af is, zodat de leerlingen het later nog kunnen spelen in de klas.



Stap 2. Verkenning

In de verkenningsfase gaan de leerlingen het thema breed verkennen. Dit is het moment waarop de inhoudelijke basis voor het project wordt gelegd. Het gaat er in deze fase om dat leerlingen op verschillende manieren kennis opdoen over het thema. De kern van de verkenning bestaat uit het doen van activiteiten, die leerlingen soms in groepjes en soms klassikaal uitvoeren. Het is belangrijk dat je als leraar telkens de verbinding legt tussen de activiteit en wat daaruit te leren valt over het thema. Bij iedere activiteit is deze verbinding beschreven.

Zorg daarnaast dat je het thema ook overkoepelend goed toelicht en uitlegt aan de leerlingen. Je kunt daarvoor de lezing voor kinderen gebruiken die de onderzoeker eerder heeft gegeven  en de informatie die in paragraaf 3.1 beschreven staat.

Subthema's

Het onderverdelen van het hoofdthema in subthema's kan leerlingen helpen om bij stap 3 een onderzoeksvraag te formuleren. Subthema's geven meer houvast, omdat ze vaak minder abstract zijn dan het hoofdthema. Bovendien zorgt het uitvoeren van activiteiten van verschillende subthema's voor meer diversiteit in de eigen onderzoeksvragen van de leerlingen. We hebben daarom ook binnen dit thema een aantal subthema's aangebracht. Per activiteit is aangegeven bij welk subthema ze passen:

- Geuren en ruiken
- Ademen
- Onderzoeksmethoden

ACTIVITEIT 1: GEURENMEMORY

Leerlingen spelen een memoryspel waarbij ze dezelfde geuren aan elkaar moeten koppelen.

Subthema

Geuren en ruiken

Doel

Leerlingen kunnen geuren herkennen en benoemen.

Duur

45 minuten

Werkvorm

In viertallen

Benodigdheden

Per groepje:

- 10 verschillende geuren: denk aan kaneel(stokjes), kruidnagels, koffiebonen, pindakaas, (peper) munt, speculaaskruiden, uien, knoflook, mandarijnschillen, zeep
- 20 ondoorzichtige bekertjes (bijvoorbeeld van papier)
- Aluminiumfolie en elastiekjes om de bekertjes mee af te kunnen sluiten

Voorbereiding

Bereid voor ieder groepje een memoryspel voor. Pak voor ieder groepje twintig papieren bekertjes en nummer ze in paren met 1 t/m 10. Schrijf het nummer onderop het bekertje. Vul de bekertjes met de geuren. Zorg er hierbij voor dat je dezelfde geuren steeds in de bekertjes doet met hetzelfde nummer, ook bij de verschillende groepjes. Let op dat je niet te zuinig bent met de hoeveelheden, anders is het moeilijk om de geuren te ruiken. Doe tot slot een stukje aluminiumfolie over de bekertjes heen en maak dit vast met een elastiekje. Prik er genoeg gaatjes in, zodat de leerlingen de geur er doorheen kunnen ruiken.

Activiteit

Verdeel de klas in groepjes en geef ieder groepje twintig bekertjes waar de tien verschillende geuren allemaal twee keer in voorkomen. Vertel dat de leerlingen met deze bekertjes memory gaan spelen. Leg uit dat de leerlingen om de beurt aan de beurt zijn. In een beurt pak je een bekertje en ruik je er goed aan. Daarna geef je het bekertje door aan de rest van je groepje, zodat iedereen de geur heeft geroken. Vervolgens pak je nog één ander bekertje, waar je weer aan ruikt en het daarna doorgeeft. Als je denkt dat je een setje hebt gevonden, controleer je of de cijfers onderop de bekertjes inderdaad hetzelfde zijn. Als je een setje hebt gevonden, zet je die bij je neer en ben je nog een keer aan de beurt. Zo niet, dan is de volgende leerling in het groepje aan de beurt. Het spel is afgelopen als alle setjes zijn gevonden, en dus alle bekertjes weg zijn. Degene met de meeste bekertjes heeft het spel gewonnen.



Van kaneel tot koffie en van pepermunt tot pindakaas. Leerlingen van De Borgwal proberen de twee bekers met identieke geuren bij elkaar te vinden in het geurenmemoryspel. (Foto: Jimmy Israël)

Afronding

Vraag aan de leerlingen welke geuren ze denken dat ze hebben geroken. Vertel daarna welke geuren er echt in de bekertjes zaten. Noem ook de nummers die de bekertjes hadden, zodat de leerlingen nog een keertje kunnen ruiken als ze dat willen. Welke geuren waren makkelijk te herkennen? En welke moeilijker? Hoe kwam dat?

Verbinding met het thema

Tijdens deze activiteit wordt spelenderwijs kennis gemaakt met het zintuig reuk. Tijdens deze activiteit zal blijken dat de reuk niet bij iedereen even goed is, deze variaties en de mogelijke verklaringen kunnen worden besproken. Hoewel de reuk geen uitkomstmaat was van het onderzoek van Maroeska Rovers, Machteld van Egmond en Niels van Heerbeek, heeft een scheefstaand neustussenschot mogelijk wel degelijk een negatief effect op het reukvermogen. Dit wordt verder onderzocht in activiteit 2 'Proeven met je neus'.

Tip

Je kunt er ook voor kiezen om de geurenmemory in te zetten als deel van een circuit samen met de introductieactiviteit 'Kwartet van zintuigen', activiteit 2 'Proeven met je neus' en activiteit 4 'Een superneus', zodat één setje bekers genoeg is.

ACTIVITEIT 2: PROEVEN MET JE NEUS

Leerlingen ervaren dat je niet alleen proeft met je mond, maar ook met je neus.

Subthema

Geuren en ruiken

Doelen

- Leerlingen ervaren dat je niet goed kunt proeven als je neus dicht zit.
- Leerlingen kunnen de vier (of vijf) smaakpapillen benoemen.
- Leerlingen kennen een deel van de anatomie van de neus.

Duur

45 minuten

Werkvorm

In tweetallen

Benodigdheden

- Werkblad 'Papillenwijzer', geprint op A3-formaat
- Filmpje over proeven met je neus
- PowerPointpresentatie 'Dwarsdoorsnede van een neus'
- Optioneel: Informatie over de werking van de neus

Per tweetal:

- Blinddoek
- Twee lepeltjes
- Twee borden
- Theedoek of aluminiumfolie
- 8 etenswaren, waarvan 2 zoet (bijv. aardbei, roze koek), 2 zuur (bijv. citroen, Granny Smith appel), 2 zout (bijv. oude kaas, naturel chips), 2 bitter (bijv. witlof, pure chocolade)
- Werkblad 'Proeven met je neus'

Vorbereiding

Verdeel voor ieder tweetal de acht etenswaren over twee borden met op elk bord de vier verschillende smaken. Dek de borden af met een theedoek of aluminiumfolie, zodat nog niet zichtbaar is wat er op ligt. Bekijk eventueel de achtergrondinformatie over de werking van de neus om meer uit te kunnen leggen hierover en voorbereid te zijn op inhoudelijke vragen van de leerlingen.

Activiteit

Vraag de leerlingen wat hun favoriete en minst favoriete smaak is en waarom. Geef ze even de tijd om hier over na te denken. Laat ze hun antwoorden eerst bespreken in een groepje en bespreek de antwoorden van de leerlingen daarna klassikaal na.

Laat de leerlingen in tweetallen blind de etenswaren op de borden proeven. Leerling A wordt geblinddoekt en knijpt zelf haar neus dicht. Leerling B haalt de theedoek van één van de twee borden af en voert leerling A een lepel met een van de etenswaren. Leerling A zegt wat ze denkt dat het is en dit schrijft leerling B op het werkblad. Hij schrijft ook meteen op wat het echt was. Dan geeft leerling B de tweede lepel met eten aan, en gebeurt er hetzelfde. Nadat leerling A twee etenswaren heeft geproefd, doet ze haar neus weer open. Nu proeft en raadt leerling A de resterende twee etenswaren. Als ze dit heeft gedaan en het werkblad helemaal is ingevuld voor leerling A, worden de rollen omgedraaid.



Een leerling van De Borgwal laat haar medeleerling iets proeven met dichte neus. (Foto: Jimmy Israël)

Afronding

Vraag aan de leerlingen of ze verschil merkten in het proeven van iets met hun neus open en dicht. Weten ze hoe het verschil komt? Bestudeer samen met de leerlingen de PowerPointslide met een dwarsdoorsnede van de neus. Kunnen ze bedenken wat de functie is van de verschillende onderdelen van de neus? Laat de leerlingen hierna het filmpje zien over proeven met je neus. In het filmpje kunnen geurmoleculen de receptoren niet bereiken door snot. Als je je neus dichtknijpt bereiken de moleculen de receptoren ook minder goed, omdat er minder luchtcirculatie is. Hadden ze gelijk over waarom ze minder proefden met hun neus dicht?

Vertel dat je veel minder kunt ruiken als je neus verstopt zit, maar dat je nog wel kunt proeven met je tong. Op je tong zitten namelijk smaakpapillen waarmee je vijf smaken kunt proeven, de vier meest bekende zijn zoet, zuur, bitter en zout. Vul samen met de leerlingen het werkblad 'Papillenwijzer' in door alle etenswaren die ze hebben geproefd in het vakje met de juiste smaak te schrijven. Leg uit dat we bij het proeven van etenswaren ook nog andere eigenschappen van het eten kunnen

waarnemen. Naast geur en smaak proef je onder andere ook textuur en temperatuur. Dit zorgt er bijvoorbeeld voor dat je gemakkelijk merkt of je chips eet, of juist frietjes.

Verbinding met het thema

Met deze activiteit wordt duidelijk gemaakt dat de neus een rol speelt bij het proeven. Bij een verstopte of helemaal afgesloten neus blijkt de smaak namelijk ook niet zo goed meer te functioneren, waardoor verschillende voedingsmiddelen niet meer goed van elkaar te onderscheiden zijn. Dit is niet alleen heel vervelend (alles smaakt dan namelijk ineens een beetje hetzelfde), maar kan soms ook zelfs gevaarlijk zijn doordat gevaarlijk gas niet goed geroken wordt, giftige stoffen niet goed geproefd worden of brandlucht niet signaleerd wordt. Deze activiteit illustreert waarom een open neus en goed ruiken onderdeel zijn van een goede kwaliteit van leven zijn. Deze kwaliteit van leven was in het onderzoek van Maroeska Rovers, Machteld van Egmond en Niels van Heerbeek de belangrijkste uitkomstmaat waarmee het effect van de septumcorrectie werd gemeten.

Tips

- De vijfde basissmaak is umami. Voor leerlingen die meer aankunnen is het leuk om ook deze smaak te noemen in de activiteit. Etenswaren die je kunt gebruiken hiervoor zijn bijvoorbeeld tomaat, champignon, kaas of erwten.
- Hoewel vroeger werd gedacht dat je iedere smaak maar op een deel van je tong kon proeven, hebben onderzoekers een aantal jaar geleden ontdekt dat iedere smaakpapil op je tong alle vijf de basismaken kan waarnemen. Lees meer informatie over de smaakpapillen [hier](#), of kijk samen met de leerlingen dit filmpje van Schooltv [hier](#) waarin dit wordt getest.

ACTIVITEIT 3: JE NEUS IN ANDERMANS ZAKEN STEKEN

Leerlingen leren over het gebruik van vragenlijsten in onderzoek. Door de vragenlijst in te laten vullen door familieleden en andere bekenden, krijgen de leerlingen een idee welke (neus)klachten meer of minder voorkomen.

Subthema's

- Ademen
- Onderzoeksmethoden

Doelen

- Leerlingen leren hoe je een vragenlijst af kan nemen, zowel op papier als online.
- Leerlingen leren hoe je de resultaten van een vragenlijst weer kunt geven in de vorm van een staafdiagram.
- Leerlingen leren hoe je de antwoorden van twee vragen in een vragenlijst met elkaar kunt vergelijken.
- Leerlingen onderzoeken wat van invloed kan zijn op hoe goed je door je neus kunt ademen.

Duur

60 minuten

Werkvorm

Klassikaal en in twee- of drietallen

Benodigdheden

- Werkblad 'NOSE-vragenlijst' 
- PowerPoint-dia 'Voorbeeld staafdiagram' 

Voorbereiding

Zet van tevoren de NOSE-vragenlijst om naar een online vragenlijst, bijvoorbeeld via Google Forms. Dit kun je ook aan één of twee leerlingen vragen om te doen.

Activiteit

Deel 1: Vragenlijst maken en afnemen

Wat zou van invloed kunnen zijn op hoe goed je kunt ademen door je neus? Vraag de leerlingen of ze hier ideeën over hebben. Bepaal samen met de klas wat ze graag willen onderzoeken, bijvoorbeeld het effect van leeftijd (volwassenen versus kinderen), of iemand regelmatig sport of dat iemand rookt. Hierbij is het belangrijk dat het geformuleerd kan worden in een ja-/nee-vraag. Vertel de leerlingen dat ze een vragenlijst gaan afnemen bij proefpersonen (vrienden, familie, etc.), waarmee ze gaan onderzoeken of dit inderdaad invloed heeft op hoe goed iemand door diens neus kan ademen.

Julie gebruiken hiervoor de NOSE-vragenlijst die Maroeska Rovers, Machteld van Egmond en Niels van Heerbeek ook voor hun onderzoek hebben gebruikt. Voeg hier de ja-/nee-vraag die door de klas is gekozen aan toe. Laat de vragenlijst zien op het bord en vul als voorbeeld voor jezelf de vragenlijst in. Bespreek wat er wordt bedoeld met de verschillende vragen. Er wordt bijvoorbeeld zowel

gevraagd naar een verstopte neus, een neusblokkade en moeite met ademen. Deze drie dingen lijken erg op elkaar. Het idee is dat je een proefpersoon naar hetzelfde vraagt, maar dan op meerdere manieren omdat een dichte neus voor iedereen verschillend kan voelen.

Schrijf daarna samen met de klas een bericht waarmee de vragenlijst verstuurd kan worden en laat de leerlingen het formulier zelf opsturen naar bijvoorbeeld familie. Dit kan per mail, maar ook via Whatsapp of andere sociale media. Let er daarbij op dat de leerlingen uit de klas zelf geen proefpersoon zijn in dit onderzoek, omdat dat de resultaten kan beïnvloeden.

Deel 2: Resultaten verwerken

Als de vragenlijsten door de proefpersonen zijn ingevuld, kunnen de resultaten geanalyseerd worden. De leerlingen doen dit in twee- of drietallen. Voor de analyse maken de leerlingen staafdiagrammen van de resultaten. Voor iedere vraag maken ze één staafdiagram waarin ze de antwoorden van de ja-/nee-vraag vergelijken, zie het voorbeeld in de PowerPoint-dia.



Leerlingen van De Borgwal bestuderen samen de resultaten van hun vragenlijst. (Foto: Hanne Kause)

Afronding

Bespreek de activiteit klassikaal na. Is er een groot verschil in de ernst van de klachten tussen de verschillende vragen? Bij welke vragen lijken de klachten groter te zijn? Zien de leerlingen verschillen bij de variabele die ze hebben onderzocht? Bijvoorbeeld: hebben proefpersonen die roken ook meer last van een verstopte neus dan mensen die niet roken?

Verbinding met het thema

Maroeska Rovers, Machteld van Egmond en Niels van Heerbeek wilden weten of mensen in hun onderzoek last hadden van bepaalde neusklachten en hoe ernstig die klachten dan zijn. Tijdens deze activiteit maken leerlingen kennis met hoe je dit via vragenlijsten te weten kunt komen. Met behulp van de vragenlijsten kun je een idee krijgen welke klachten veel voorkomen, en eventueel ook of deze veranderen in de loop van de tijd, als de vragenlijst bijvoorbeeld zowel voor als na een neusoperatie afgenomen wordt.

ACTIVITEIT 4: EEN SUPERNEUS

De leerlingen voeren een experiment uit waarbij onderzocht wordt of het ademen door de neus beter gaat met speciale pleisters op de neus.

Subthema's

- Ademen
- Onderzoeksmethoden

Doelen

- De leerlingen maken kennis met een experiment met een voor- en nameting.
- De leerlingen leren voor- en nametingen met elkaar vergelijken.
- De leerlingen ontdekken hoe je de neuspassage kunt meten.
- De leerlingen onderzoeken het effect van neuspleisters op hoe goed je kunt ademen.

Duur

30 minuten

Werkvorm

In viertallen

Benodigdheden

- Filmpje met instructies PNIF-meter 

Per viertal:

- PNIF-meter (uitleen Radboudumc, Nijmegen) 
- Werkblad 'Een superneus' 
- Doekje en alcohol

Per leerling:

- "Breathe right" neuspleister

Voorbereiding

PNIF-meters zijn gratis te leen bij het Radboudumc via Maroeska Rovers en Niels van Heerbeek. Zorg dat je voor de activiteit de PNIF-meter zelf al een keer hebt geprobeerd en goed weet hoe deze werkt. Bekijk hiervoor de video-instructies. Neuspleisters zijn bij veel drogisterijen te krijgen.

Activiteit

Vraag de leerlingen naar hun ervaringen met verkoudheid en een verstopte neus. Wat ervaren ze dan met ademen? Leg uit dat je beter kunt ademen als je je neus wijder maakt. Laat dit zien door zelf met beide wijsvingers je neus aan de zijkant iets naar buiten te trekken en laat de leerlingen dit bij zichzelf nadoen. Merken ze verschil? Vertel dat er speciale pleisters zijn voor op je neus die dit ook doen en dat sporters deze pleisters soms gebruiken. Waarom zouden ze dit doen? Laat ook zien hoe de pleisters moeten worden aangebracht door het voor te doen. De pleister moet op de onderste helft van de neus, dus onder het bot van de neus, geplakt worden.



Sommige leerlingen van De Borgwal gebruikten ook neuspleisters in hun eigen onderzoek. (Foto: Gerda Siersema)

In deze activiteit gaan de leerlingen onderzoeken of deze pleisters echt werken. Oftewel, of een pleister er echt voor zorgt dat je beter door je neus kan ademen. Om dit te testen zullen de leerlingen gebruik maken van een PNIF-meter. PNIF staat voor *Peak Nasal Inspiratory Flow* en deze meet de maximale inademing van de neus.

Laat zien hoe de PNIF-meter werkt. Plaats om te beginnen de neus-mondkap op de meter. Sla dan de onderkant van de meter voorzichtig op je hand, zodat het gewichtje dat in de meter zit het witte 'ventiel' naar beneden verplaatst. Draai vervolgens de meter weer om zodat het gewichtje zich hecht aan de magneet die aan het andere uiteinde zit. Zet daarna je bril af als je die hebt en adem helemaal uit. Plaats de meter nu in horizontale positie over je mond en neus. Zorg ervoor dat de rand van het kapje overal goed aan je gezicht aansluit, zonder dat je neus met het kapje dicht gedrukt wordt. Nu ben je klaar voor de meting. Adem zo snel en krachtig mogelijk in door je neus, waarbij je mond goed dicht blijft. Het is heel belangrijk om dit snel en krachtig te doen. Het heeft geen zin om bijvoorbeeld zo lang en zo veel mogelijk in te ademen.

Verdeel de klas in viertallen en geef elk groepje een PNIF-meter, een werkblad en vier neuspleisters. Iedere leerling in het groepje krijgt nu een rol: leerling A wordt als eerste getest met de PNIF-meter; leerling B houdt de meter recht; leerling C controleert de meting en leerling D schrijft het resultaat op. Leerling C controleert of leerling A haar mond goed dichthoudt en of alles technisch in orde is. Als dit niet zo is, dan is de meting mislukt en telt de meting niet mee en voeren ze de meting opnieuw uit. Na iedere meting maakt leerling B de meter weer klaar voor de volgende meting door op de meter te slaan en deze om te draaien.

Leerling A doet eerst 1 of 2 proefmetingen. Dan test ze drie keer zonder de neuspleister op en daarna drie keer met. Wanneer alle metingen bij leerling A, zowel met als zonder de neuspleister, zijn afgerond, worden de rollen omgewisseld en wordt leerling B getest; houdt leerling C de meter recht, etc. De leerlingen moeten na iedere leerling het kapje schoonmaken met een doekje en wat alcohol. Zorg ervoor dat er per leerling wordt gewisseld of er wordt begonnen met of zonder neuspleister. Zodra een leerling de neuspleister op heeft, maar voordat ze hebben gemeten, schrijven de leerlingen op het werkblad of ze het gevoel hebben dat ze wel of niet beter kunnen ademen met de neuspleister.

Afronding

Bespreek klassikaal hoe de activiteit ging. Ging alles goed met de metingen? En wat was het resultaat? Konden de leerlingen volgens de PNIF-meter beter door hun neus ademen met neuspleister? Zat er nog een verschil in wat de PNIF-meter aangaf en wat de leerlingen zelf dachten? Hier kan soms verschil tussen zitten, wat bijvoorbeeld te maken kan hebben met de manier waarop iemand inademt.

Bespreek waarom het voor dit onderzoek van belang is om bij de ene helft van de leerlingen eerst zonder pleister te meten en bij de andere helft eerst met. Dit is omdat je beter kunt worden in de PNIF-meter gebruiken als je hem vaker hebt gebruikt. Als iedereen altijd als tweede de neuspleister meet, dan weet je dus niet zeker of het verschil in meting komt doordat je beter kunt ademen door de neuspleister, of doordat je hebt geoefend met de PNIF-meter.

Bespreek ook waarom de uitkomsten worden vergeleken per proefpersoon, in plaats van het vergelijken van twee groepen waarvan de ene wel en de andere niet de pleister heeft gebruikt. Dit is noodzakelijk bij het gebruik van de PNIF-meter, omdat er geen 'normaalwaarde' in de meting is. Dat betekent dat er geen waarden zijn die beter of normaler zijn dan andere. De waarden verschillen juist erg per persoon. Daarom kunnen de resultaten van deze test alleen per persoon vergeleken worden in andere omstandigheden, of over tijd. Het is dus beter om één iemand twee keer te onderzoeken, één keer met neuspleister en één keer zonder. En zelfs dan zit er altijd variatie in de meting, ook als je niks hebt veranderd. Daarom doen de leerlingen de test drie keer per situatie, omdat daar het gemiddelde van kan worden genomen. Dan heb je minder last van de variaties.

Verbinding met het thema

De PNIF-meter is ook door Maroeska Rovers, Machteld van Egmond en Niels van Heerbeek gebruikt in hun onderzoek om objectief te meten hoe open de neuspassage van de proefpersonen was. De onderzoekers hebben het effect van een septumcorrectie op de passage van de neus gemeten bij mensen met een scheefstaand neustussenschot. In deze activiteit wordt onderzocht of bij personen die in principe geen afwijkingen in de neus hebben, en dus een normale neuspassage hebben, de neuspassage nog iets verbeterd kan worden met een speciaal soort pleister.

Tip

In plaats van gebruik te maken van een PNIF-meter, zou je ook de leerlingen kunnen laten rennen met neuspleisters op, om ze op die manier het verschil te laten voelen tussen ademen met en zonder neuspleister. Laat de leerlingen daarna nadenken waar ze allemaal rekening mee moeten houden als ze hier een eerlijk onderzoekje over zouden doen. Denk aan de volgorde van wel of geen neuspleister of de conditie van de proefpersonen.

ACTIVITEIT 5: HET GEHEIME EXPERIMENT

De leerlingen zijn proefpersoon in een experiment met controlegroep naar het effect van geur op testprestaties.

Subthema

Onderzoeksmethoden

Doelen

- De leerlingen maken kennis met een experiment met een controlegroep.
- De leerlingen leren om de resultaten van een experimentele groep te vergelijken met de controlegroep.
- De leerlingen leren wat nodig is om een onderzoek eerlijk te maken.

Duur

45 minuten (verdeeld over twee momenten, gescheiden door een week)

Werkvorm

Klassikaal en in twee groepen

Benodigdheden

- Sommenblad versie A en B
- Nakijkblad versie A en B
- Eucalyptus roomspray
- Lootjes om de leerlingen in te delen in groep 1 of groep 2
- Eventueel: PowerPointpresentatie 'Het geheime experiment'

Voorbereiding

Maak lootjes om de helft van de klas in te delen in groep 1 en de andere helft in groep 2.

Activiteit

Deel 1: Het geheime experiment

Vertel de klas dat zij proefpersoon worden in een experiment. Waar het experiment over gaat, dat is nog geheim. Leg uit hoe je het experiment gaat aanpakken, en gebruik de PowerPointpresentatie daarvoor eventueel als ondersteuning. De onderzoeksvraag blijft geheim, want als de leerlingen die weten, kan dat de resultaten beïnvloeden. Wat de leerlingen wél mogen weten, is hoe je het aanpakt. Straks ga je de leerlingen door middel van loting in twee groepen indelen. De twee groepen doen ieder hetzelfde testje en worden met elkaar vergeleken. Volgende week doen de twee groepen opnieuw een soortgelijk testje. De tweede keer dat ze de test maken, vindt het experiment plaats. Groep 1 en groep 2 gaan dan iets anders meemaken. Daar kun je helaas nog niks over zeggen. Ook mogen ze niet weten wat er in de andere groep is gebeurd. Na afloop zal alles duidelijk worden!

Loot vervolgens de leerlingen in twee groepen van gelijke grootte. Laat groep 1 en groep 2 gescheiden van elkaar het testje maken: geef ze sommenblad A en als jij het zegt, mogen ze hun blaadje omdraaien en is de bedoeling dat ze in anderhalve minuut tijd zoveel mogelijk sommen maken. De sommen moeten steeds van boven naar onder gemaakt worden. De leerlingen mogen geen sommen overslaan. Na anderhalve minuut stop je de leerlingen en vraag je ze met het bijbehorende

nakijkblad hun eigen werk (of die van een klasgenoot) na te kijken. Ze schrijven hun naam en het aantal goed op het blaadje. Neem de sommenbladen in en bereken *per groep* de gemiddelde score.

Een week later herhaal je het testje met sommenblad B. Je doet alles zoveel mogelijk op dezelfde manier, alleen zorg je nu dat bij groep 2 de ruimte sterk naar eucalyptus ruikt. Spray daarvoor van te voren rijkelijk met een eucalyptus roomspray. Het is belangrijk dat je niks laat merken aan de leerlingen over de geur in de ruimte. Bereken opnieuw de gemiddelde score van de twee groepen.

Deel 2: De onthulling

Vraag aan de leerlingen van groep 1 of ze iets opgemerkt hebben toen ze de tweede keer de test maakten. En hoe is dat voor groep 2? Hebben de leerlingen een idee welke onderzoeksvraag je probeerde te beantwoorden? Vertel dat je onderzoeksvraag was: “Kan eucalyptusgeur ervoor zorgen dat leerlingen beter presteren op een test?”. Van bepaalde geuren, waaronder eucalyptus, wordt namelijk gedacht dat dit kan zorgen dat mensen zich minder gestrest voelen. Daardoor zou je je beter kunnen concentreren en dus meer sommen kunnen maken. Laat dan de resultaten van de leerlingen zien. Is er bij beide groepen een verschil tussen tijdsmoment 1 en 2? En is dit verschil groter bij groep 1 of groep 2? Heeft de eucalyptus verschil gemaakt? Eventueel kun je de leerlingen hun sommenblaadjes teruggeven, zodat ze kunnen bekijken of ze zelf beter waren de tweede keer.

Afronding

Besprek klassikaal de manier waarop het experiment is uitgevoerd. Laat de leerlingen samen nadenken waarom de toets twee keer is afgenomen. Vertel dat dit is gedaan zodat het verschil kan worden gemeten. Als je de toets één keer uit zou voeren met eucalyptus, dan weet je niet of de resultaten beter of minder goed zijn dan normaal. Dat is ook zo als je de klas in tweeën verdeelt en de toets maar één keer uitvoert. Misschien is de ene groep dan sowieso beter in rekenen dan de andere groep, en heeft de eucalyptus daar niets mee te maken. Als je de toets twee keer uitvoert, weet je dus veel preciezer of de eucalyptus invloed heeft op het maken van de test.

Vertel dat de eerste groep de ‘controlegroep’ was. Dit is belangrijk om te hebben, zodat als er een verschil is gevonden tussen groep 1 en groep 2, we weten dat dat waarschijnlijk door de eucalyptus komt. Het zou namelijk ook kunnen dat in de week die tussen de toetsen zat, de hele klas nieuwe dingen heeft geleerd met rekenen. Als de leerlingen de toets dan beter maken dan de eerste keer, dan weten we niet of het komt doordat de leerlingen gewoon beter zijn geworden in rekenen, of dat de eucalyptus helpt bij het maken van toetsen. Ook is het zo dat je een tweede keer dat je een test doet, je er vaak iets beter in bent. Dat hebben de leerlingen wellicht ook ervaren bij het afnemen van de PNIF in activiteit 4 ‘Een superneus’.

Vertel ook waarom de leerlingen tijdens het experiment niet mochten weten waar het experiment over ging. Dat heeft te maken met het ‘placebo-effect’. Dat gaat erom dat als je weet dat eucalyptus beter is voor je prestaties, dat je alleen daardoor al beter gaat presteren, ook zonder dat de eucalyptus zelf effect heeft. Vraag aan de leerlingen of er nog andere dingen, naast de eucalyptusgeur, waren die ook invloed kunnen hebben gehad op de resultaten van de toets. Leerlingen maken op deze manier kennis met het doen van eerlijk onderzoek: om te weten of eucalyptusgeur invloed heeft, moet je zoveel mogelijk andere factoren die een rol spelen bij het presteren hetzelfde houden.

Verbinding met het thema

In deze activiteit maken de leerlingen kennis met een experiment met een voor- en nameting en een controlegroep. Ze leren waarom het belangrijk is om de twee groepen in een experiment gelijk te verdelen en dat de omstandigheden van invloed kunnen zijn op de uitkomsten van een experiment. Ook leren ze dat de invloed van geur (en andere zintuigen) wellicht verder gaat dan je in eerste instantie zou denken.



Stap 3 t/m 5. Opzetten onderzoek, uitvoeren en concluderen

Hieronder staan drie voorbeelden van onderzoek dat is bedacht en uitgevoerd door leerlingen van Daltonbasisschool De Borgwal in Bommel. Deze voorbeelden geven een beeld van de soort vragen die leerlingen over het thema 'Neustussenschot' zouden kunnen stellen.

Wat is het verband tussen hoe goed je kunt ademen door je neus en hoe ver je kunt rennen?

Subthema: Ademen

Een onderzoeksgroepje had wel eens wielrenners gezien met een neuspleister tijdens het fietsen. Zo'n neuspleister helpt om de neusvleugels open te houden, waardoor je beter kunt ademen. Zou je met zo'n neuspleister ook beter kunnen sporten? Omdat de leerlingen zelf sneller moe zijn als ze verkouden zijn en hun neus dichtzit, voorspelden ze dat je minder goed kan rennen als je neus dichtzit dan wanneer je neus goed open staat. Om dit te onderzoeken lieten de leerlingen 22 klasgenoten over een parcours rennen en hielden ze bij welke afstand ze aflegden in 3 minuten. Ze deelden hun proefpersonen op in twee groepen. De eerste groep rende 1x met en 1x zonder wasknijper op hun neus. De tweede groep rende 1x met een neuspleister en 1x zonder neuspleister. Het groepje heeft vervolgens de gemiddelde afstand van de twee groepen vergeleken. Uit de resultaten bleek dat hun klasgenoten inderdaad iets verder konden rennen met een open neus dan wanneer hun neus dicht zat. Met neuspleister renden ze ook iets verder dan zonder neuspleister. Bij beide metingen waren de verschillen wel kleiner dan het onderzoeksgroepje verwacht had.



Kun je minder ver rennen met een dichte neus dan met een open neus? Leerlingen van De Borgwal onderzochten dit in een zelfbedacht experiment. (Foto: Gerda Siersema)

Kun je buiten beter ruiken dan binnen?

Subthema: Geuren en ruiken

Een groepje leerlingen was nieuwsgierig of je iets op afstand beter kunt ruiken als de wind naar je toe komt, dan wanneer het windstil is. Dit onderzocht het onderzoeksgroepje door een sterke geur eerst in een afgesloten lokaal te verspreiden, en vervolgens tien geblinddoekte proefpersonen het lokaal in te brengen en te noteren vanaf welke afstand (in meters) ze de geur konden ruiken. Ze probeerden dit eerst met azijn, maar dat werkte niet omdat de geur in het hele lokaal bleef hangen. Knoflook werkte wel goed. Vervolgens vroegen ze de proefpersonen om buiten in de voetbalkooi, met de wind naar hen toe, opnieuw aan te geven op welke afstand ze de knoflook konden ruiken. Het groepje ontdekte dat de knoflook buiten op net iets grotere afstand werd geroken dan binnen, maar de verschillen waren minder groot dan ze hadden verwacht. Het groepje dacht dat dit kwam doordat er niet zo veel wind was op de dag van de meting, en het effect van de wind op de geurverspreiding dus niet zo groot was.

Kunnen grote honden beter ruiken dan kleine honden?

Subthema: Geuren en ruiken

Een onderzoeksgroepje wist dat honden over het algemeen heel goed kunnen ruiken. Ze worden bijvoorbeeld door de politie ingezet voor het opsporen van bewijs. Maar heeft het formaat van de hond ook invloed op hoe goed die kan ruiken? Zouden bijvoorbeeld grote honden beter kunnen ruiken dan kleine honden? Dit onderzochten de leerlingen door vier honden, twee grote en twee kleine, opdrachten uit te laten voeren. Eerst werd er gemeten hoe lang de hond erover deed om verstopte hondensnoepjes te vinden. Daarna verstopte het baasje zich en hielden de leerlingen met een stopwatch bij hoe lang de honden erover deden om het baasje te vinden. Ze kwamen erachter dat de twee kleine honden sneller waren in het vinden van hun baasje dan de twee grote honden, maar dit was maar een klein verschil. De grote honden waren bij de snoepjesopdracht juist bijna drie keer zo snel als de kleine honden. Daaruit concludeerden de leerlingen dat grote honden inderdaad beter kunnen ruiken dan kleine honden.

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; het basisonderwijs; en studenten, docenten en onderzoekers van het Onderwijsinstituut Pedagogische Wetenschappen en Onderwijskunde (Radboud Universiteit) en de Faculteit Educatie (Hogeschool van Arnhem en Nijmegen).

Expertise

De expertise van het WKRU ligt in het begeleiden van eigen onderzoek door leerlingen. Het WKRU ontwikkelt voorbeeldprojecten, materialen en hulpmiddelen die leraren kunnen inzetten om wetenschap in de klas te brengen en die als basis dienen voor het eigen onderzoek door leerlingen. Deze materialen zijn beschikbaar via www.wetenschapdeklasin.nl. De kennis en ervaring van het WKRU blijft zich continu ontwikkelen. Dit gebeurt op basis van inzichten uit de literatuur, ervaringen in de klas en uitwisseling met collega's in het vakgebied. Naast deze boekenreeks publiceert het WKRU ook regelmatig in vaktijdschriften. 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 leraren in opleiding, onder leiding van het WKRU een project over een actueel wetenschappelijk thema. Het uitgangspunt van alle projecten is dat leerlingen zelf onderzoek kunnen doen naar het thema. De opbrengsten van deze teams 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 in het begeleiden 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.

Financier

Het werk van het WKRU wordt mogelijk gemaakt door de Radboud Universiteit, met als aanvullende sponsor het Radboudumc.

www.wkru.nl

www.wetenschapdeklasin.nl



@WKRU1



[linkedin.com/company/wkru](https://www.linkedin.com/company/wkru)



@wkrunijmegen



@wkrunijmegen

Over de boekenreeks

De boekenreeks *Wetenschappelijke doorbraken de klas in!* is een uitgave 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 een bron van inspiratie voor leraren om wetenschap de klas in te brengen en leerlingen eigen onderzoek te laten doen.

Wetenschappelijke thema's de klas in

De Radboud Universiteit reikt elk jaar de Radboud Science Awards uit aan drie topwetenschappers die in het afgelopen jaar een belangrijke bijdrage hebben geleverd aan hun onderzoeksgebied. Samen met leraren (in opleiding) en het WKRU vormen de winnaars een Radboud Science Team. Met het team ontwikkelen ze een set activiteiten waardoor leerlingen kennis opdoen over de inhoud van het onderzoek en de manier van onderzoek doen. De bedoeling is dat leerlingen enthousiast en nieuwsgierig worden en dat er veel vragen bij hen opkomen. Uiteindelijk formuleren de leerlingen in groepjes één vraag die ze zelf gaan onderzoeken.

Na afloop van het project beschrijven de onderzoekers de inhoudelijke achtergrond van het thema. Deze wordt samen met de ervaringen en activiteiten in de klas gebundeld tot een hoofdstuk in de boekenreeks *Wetenschappelijke doorbraken de klas in!*. Het boek wordt gepresenteerd op de Winterschool van het WKRU. Tijdens deze professionaliseringsdag op het gebied van wetenschap en onderzoekend leren geven de winnende onderzoekers een inhoudelijke lezing over het thema. Daarnaast geven de Radboud Science Teams een workshop aan collega-leraren, leraren in opleiding en pabo-docenten. Met de inzichten uit de Winterschool kunnen zij met de thema's en onderzoekend leren aan de slag in de klas.

Leidraad onderzoekend leren

Bij de boekenreeks hoort een leidraad onderzoekend leren (Van Baren-Nawrocka & Dekker, 2019). Leraren kunnen met behulp van deze leidraad een project onderzoekend leren vormgeven in de klas. In de leidraad staat een uitgebreide beschrijving van de zeven stappen van onderzoekend leren. Het biedt handvatten en suggesties voor de manier waarop de leraar de leerlingen kan begeleiden bij het onderzoeksproces. De leidraad is online beschikbaar via de website www.wetenschapdeklasin.nl.

Website met aanvullend materiaal

Aan de boekenreeks is een website gekoppeld, www.wetenschapdeklasin.nl, waar per thema alle activiteiten en benodigde materialen (zoals werkbladen en filmpjes) te vinden zijn. Daarnaast bevat de website veel informatie over onderzoek door leerlingen, zoals de leidraad onderzoekend leren, alle hulpmiddelen van het WKRU, voorbeelden uit de praktijk, artikelen en links naar verdiepende informatie. Tevens staan alle thematische hoofdstukken in digitale vorm op deze website.

Thema's per boek

Boek 11	Geloven – Ontdek hoe religie mensen beïnvloedt in hun denken en doen, en hoe niet Neustussenschot – Kan een neustussenschotcorrectie helpen om beter te ademen? Samenwerkende zintuigen – Het raadsel van (automatisch) kleuren bij woorden en getallen zien + didactisch hoofdstuk: 'Klein beginnen met onderzoek' door Jos Marell
Boek 10	Levende cellen – Wat maakt een cel een cel, en hoe zorg je dat namaakcellen blijven leven? Gedachte-experimenten – Wat gedachte-experimenten ons kunnen leren Menselijke machines – Wat is het verschil tussen menselijke en kunstmatige intelligentie? + didactisch hoofdstuk: 'Creatief denken stimuleren' door David van der Kooij en Femke van Os
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 + didactisch hoofdstuk: 'Dialogische gesprekken voeren: Hoe doe je dat?' door dr. Chiel van der Veen
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? + didactisch hoofdstuk: 'Vragen wat je echt wilt weten' door dr. Harry Stokhof
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? + didactisch hoofdstuk: 'Nieuwsgierig door observeren' door WKRU
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 + didactisch hoofdstuk: 'Begeleiden vanuit een groeimindset' door WKRU
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 + didactisch hoofdstuk: 'Het begint met nieuwsgierigheid' door WKRU
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)

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 © 2022 WKRU. Deze foto's mogen wel worden gebruikt in een integrale kopie van minimaal twee pagina's.

Hoofdstuk 1: Klein beginnen

• Veer bekijken, © 2021 Jos Marell	10
• Stroomdiagram, © 2021 Jos Marell	13
• Tuinslak bekijken, © 2021 Jos Marell	15
• Tuinslak op hand, © 2021 Jos Marell	15
• Segrijnslag bekijken, © 2021 Jos Marell	15
• Fossielen in mergel, © 2021 Jos Marell	16

Hoofdstuk 2: Geloof jij het?

• Dr. Niels Spierings, © 2022 Archief Niels Spierings	22
• Tunesische revolutie, CC BY-NC 2.0 Amine Ghrabi (bron: flickr.com)	23
• Maaltijd delen, CC BY-NC-ND 2.0 Church of the Redeemer (bron: flickr.com)	24
• Moskee naast kerk, CC-BY-SA-4.0 Robert Schediwy (bron: commons.wikimedia.org)	25
• Kinderen lezen in de Koran, CC BY 2.0 Nevil Zaveri (bron: flickr.com)	27
• Religieuze symbolen, aangepast van: CC BY-SA 3.0 Pass a Method (bron: commons.wikimedia.org)	29
• Wereldkaart moslims, aangepast van: CC BY-SA 3.0 M Tracy Hunter (bron: commons.wikimedia.org)	29
• Kaart Arabisch Midden-Oosten en Noord-Afrika, CC BY-SA 3.0 Fayçal (bron: commons.wikimedia.org)	30

Hoofdstuk 3: Een neus voor onderzoek

• Dr. Niels van Heerbeek, © 2020 WKRU	56
• Prof. dr. Maroeska Rovers, © 2020 WKRU	56
• Anatomie van de neus voor- en zij aanzicht, CC BY-NC-SA 4.0 Jimmy Israël	58
• Recht & afwijkend neustussenschot, aangepast van: Engin Akyurt, Pixabay License (bron: pixabay.com)	58
• PNIF zij- en bovenaanzicht, CC BY-NC-SA 4.0 WKRU	60
• Reukgedeeltes van de neus, CC BY-NC-SA 4.0 WKRU samengesteld uit: -CC BY 3.0 US Cerveo (bron: courses.lumenlearning.com) -CC BY-SA 4.0 Bruce Blaus (bron: commons.wikimedia.org)	62

Hoofdstuk 4: Samenwerkende zintuigen

• Dr. Tessa van Leeuwen, © 2019 Gerard Verschooten	86
• Dr. Mark Dingemanse, © 2020 WKRU	86
• Boubas en Kiki, aangepast van: CC BY-NC-SA 4.0 Mark Dingemanse, Marcus Perlman en Pamela Perniss (bron: Cambridge University Press)	87
• Voorbeeld van een letter-kleur associatietest, aangepast van: Basten Rolf Stokhuyzen, publiek domein (bron: gno.mpi.nl)	88

• Afstand tussen kleuren, CC BY-NC-SA 4.0 Mark Dingemanse	89
• Vergelijking van drie deelnemers, CC BY-NC-SA 4.0 Mark Dingemanse	90
• Klinkerruimte en tongposities, CC BY-NC-SA 4.0 Mark Dingemanse	91
• Klinkerruimte en kleurcirkel, CC BY-NC-SA 4.0 Mark Dingemanse	92
• Voorbeeld synesthesie, CC BY-NC-SA 4.0 Tessa van Leeuwen	95
• Nyoronyoro (kronkelen), © 1989 "Nihongo Gitaigo Jiten", Taro Gomi, Kodansha Ltd.	96
• Hirahira (fladderen), © 1989 "Nihongo Gitaigo Jiten", Taro Gomi, Kodansha Ltd.	96
• Pyon pyon (hop hop), © 1989 "Nihongo Gitaigo Jiten", Taro Gomi, Kodansha Ltd.	96
• Gepauzeerd beeld McGurk-illusie, © 2011 Mark Mitton en Josh Aviner (bron: youtube.com)	100

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.

Financiers

Het WKRU wordt mogelijk gemaakt door:

Radboud Universiteit



Aanvullende sponsor:

Radboudumc

Jaarlijkse activiteiten WKRU

Het Wetenschapsknooppunt Radboud Universiteit (WKRU) organiseert terugkerende evenementen en activiteiten op het gebied van wetenschapseducatie voor professionals in het basisonderwijs en onderzoekers van de Radboud Universiteit en het Radboudumc. Het creëren van een onderzoekende houding bij basisschoolleerlingen staat hierbij centraal.

Radboud Science Teams

Elk jaar werken drie Radboud Science Teams, gevormd uit toponderzoekers en leraren, aan lessen voor het basisonderwijs met onderzoekende activiteiten rond een wetenschappelijk thema. De activiteiten die hieruit ontstaan vormen een goede basis voor leerlingen om zelf onderzoek te doen. De lessen verschijnen jaarlijks in de boekenreeks *Wetenschappelijke doorbraken de klas in!* en op de bijbehorende website www.wetenschapdeklasin.nl



Winterschool

Jaarlijks organiseert het WKRU eind januari een professionaliseringsdag voor leerkrachten op het gebied van wetenschapsonderwijs. Via lezingen en workshops maken deelnemers kennis met onderzoek van wetenschappers vanuit verschillende vakgebieden in de universiteit en krijgen zij concrete activiteiten mee om het onderzoek in de klas te behandelen. Daarnaast zijn er workshops over het begeleiden van leerlingen bij onderzoeksvaardigheden.



Onderzoeker in de klas

In hun eigen klaslokaal raken leerlingen geïnspireerd door een onderzoeker van de Radboud Universiteit of het Radboudumc. Samen verkennen zij het onderzoeksthema van de onderzoeker in een leuke, interactieve en informatieve les. De onderzoekers worden bij het maken van hun les begeleid door het WKRU.



Professionalisering van leerkrachten

Het WKRU heeft jarenlange ervaring bij het ondersteunen van leraren bij de ontwikkeling van onderzoeksvaardigheden en stimuleren van een onderzoekende houding van leerlingen. Op basis hiervan kunnen wij professionalisering op maat verzorgen. Dit kan in de vorm van één of meer workshops voor het hele team tot individuele begeleiding in de klas.



Kijk voor meer informatie over deze activiteiten op onze website: www.wkru.nl

