

Wetenschappelijke doorbraken de klas in!

DNA, Gedrag en Infecties onder de loep

Marieke Peeters, Winnie Meijer & Roald Verhoeff (redactie)

Hoofdstuk 4: Infecties



Colofon

Redactie: dr. Marieke Peeters, Winnie Meijer, MSc & dr. Roald Verhoeff

Vormgeving: Elke Jacobs

Eerste druk januari 2013

ISBN: 978-90-818461-1-0

Uitgave:

Wetenschapsknooppunt Radboud Universiteit Nijmegen

Heyendaalseweg 135

Postbus 9010, 6500 GL Nijmegen

Nederland

www.wkru.nl

© 2013 Wetenschapsknooppunt Radboud Universiteit Nijmegen



Correspondentie:

Dr. Marieke Peeters

Wetenschapsknooppunt Radboud Universiteit Nijmegen

FNWI, Institute for Science, Innovation and Society - postvak 77

Postbus 9010, 6500 GL Nijmegen

(024) 366 72 22

infoWKRU@ru.nl

Wilt u een exemplaar bestellen?

Ga naar: www.wkru.nl/boek

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of op enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van het Wetenschapsknooppunt Radboud Universiteit Nijmegen.

Aan de totstandkoming van deze uitgave is de uiterste zorg besteed. Voor informatie die desondanks onvolledig of onjuist is opgenomen, aanvaarden auteur(s), redactie en uitgever geen aansprakelijkheid. Voor eventuele verbetering van opgenomen gegevens houden zij zich aanbevolen.

Hoofdstuk 4. Infecties

Dit hoofdstuk beschrijft het onderzoeksthema 'Infecties' in twee delen. Paragraaf 4.1 gaat in op het onderzoek naar de afweer tegen infecties van de afdeling Interne Geneeskunde van het UMC St Radboud.

In paragraaf 4.2 is de vertaling gemaakt naar onderzoekactiviteiten voor de bovenbouwklassen van het basisonderwijs. In paragraaf 4.2.1 worden de activiteiten beschreven van basisschool De Triangel. In paragraaf 4.2.2 worden enkele aanvullende activiteiten weergegeven zoals uitgevoerd op basisschool De Arnhorst. Tevens staan we in deze paragraaf ook stil bij de onderzoeksvragen en onderzoeken van de leerlingen van De Arnhorst.

4.1 Onderzoek naar 'Infecties' op het UMC St Radboud

'Betere afweer tegen infecties: trainen van de witte bloedlichaampjes'

Mihai Netea (hoogleraar Experimentele Interne Geneeskunde); Marije Oosting (promovenda); Leo Joosten (universitair hoofddocent), en Jos van der Meer (hoogleraar Algemeen Interne Geneeskunde). Allen zijn werkzaam bij de afdeling Interne Geneeskunde van het UMC St Radboud Nijmegen.



Bekijk het filmpje 401. Lezing 'Weg met infecties' gegeven door Jos van der Meer op de Winterschool 1 februari 2012.

Een wereld vol leven

We leven in een wereld vol met andere levende wezens (organismen) zoals landdieren, vogels, vissen, bloemen en insecten. Er zijn duizenden soorten organismen op aarde en we kunnen ons blijven verbazen over hoe sterk die verschillen. Maar wat eigenlijk nog verbazender is, is dat we meer dan 95% van de organismen niet kunnen zien. De organismen die we niet met het blote oog kunnen zien noemen we micro-organismen. Deze micro-organismen zoals virussen, bacteriën en schimmels, die veel kleiner zijn dan de cellen van ons eigen lichaam, bevinden zich overal en meestal zonder dat wij daar iets van merken (zie kenniskader Bacteriën, virussen en schimmels op pagina 152). Nog bijzonderder is het dat deze micro-organismen niet alleen in de vrije natuur leven, maar ook op onze huid, in onze mond en in onze darmen. Het zijn er ongelooflijk veel. Wij dragen in onze darmen tien keer meer bacteriën met ons mee dan het aantal lichaamscellen waaruit we zijn opgebouwd!

Hoe kan het dat wij geen last hebben van al deze onzichtbare bewoners van ons lichaam? In de eerste plaats zijn de meeste bacteriën helemaal niet schadelijk. Tijdens de evolutie hebben ze zich aangepast aan het menselijk lichaam en heeft de mens zich aan hen aangepast. Heel vaak hebben zij zelfs een gunstig effect op onze gezondheid. De zogenaamde 'goede bacteriën' in onze darmen helpen met de vertering van voedsel en versterken onze afweer. In de tweede plaats hebben deze bacteriën er belang bij om geen schade te veroorzaken. Als de mens dood gaat doordat deze bacteriën te veel uitgroeien, dan hebben zij geen gastheer meer om op of in te leven en zich te vermenigvuldigen. Er is tevens een derde, zeer belangrijke, reden waarom deze micro-organismen onschuldig zijn voor ons. Ons afweersysteem verdedigt ons lichaam tegen de 'slechte bacteriën', virussen en schimmels die wel schade proberen te veroorzaken en probeert te voorkomen dat ze ons lichaam binnendringen.

Leucocyten: de soldaten van de afweer

De micro-organismen die op ons groeien, blijven niet altijd onschuldig. Als zij de kans krijgen, dan vermenigvuldigen ze zich sterk en kunnen ze ons lichaam binnendringen. Wanneer micro-organismen het lichaam binnendringen, noemen we dat een infectie. Sommige bacteriën, virussen en schimmels zijn heel goed in het binnendringen van het menselijk lichaam. Deze gevaarlijke micro-organismen noemen wij 'pathogenen' (ziekteverwekkers). Om zich tegen deze aanval te beschermen heeft ons lichaam een leger van witte bloedlichaampjes, die ook wel leukocyten worden genoemd.

Onderzoek naar 'Infecties' op het UMC St Radboud



Bekijk het filmpje 'Strijd tegen schimmels' op de website van de Radboud Universiteit¹

Wat doen deze leukocyten? Leukocyten zijn cellen van onze afweer die de vijand, de micro-organismen, kunnen herkennen als zij het lichaam binnendringen. Vervolgens kunnen ze de ziekteverwekkers opeten (fagocyteren) en doodmaken. Hierdoor krijgen de gevaarlijke micro-organismen minder kans om zich door het lichaam te verspreiden en (meer) schade te veroorzaken. De leukocyten zijn dus echt onze 'soldaten van de afweer'. Op pagina 148 zie je hoe een leukocyt een lange 'arm' in de richting van een bacterie uitstrekt om de bacterie te pakken, op te eten en daarna onschadelijk te maken.

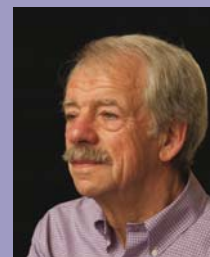
Prof. dr. Mihai Netea

Mihai Netea is geboren in Cluj-Napoca, Roemenië. Als kind was hij altijd geïnteresseerd in dinosaurussen en geschiedenis. Later werd hij aangetrokken door de biologie en de werking van het menselijk lichaam. Na zijn medische studies in zijn geboortestad, kwam hij naar Nijmegen om wetenschappelijk onderzoek te doen. Hij bestudeerde hoe afweercellen de gevaarlijke bacteriën en schimmels kunnen herkennen, en hoe afweercellen met elkaar communiceren tijdens een infectie. Zijn passie ligt nog steeds bij het begrijpen van de wonderlijke complexiteit van het afweersysteem.



Prof. dr. Jos van der Meer

Jos van der Meer maakte als kleuter al allerlei constructies, stelde allerlei vragen en was als kind erg geïnteresseerd in het biologieboek dat zijn vader op de middelbare school had gebruikt. Hij heeft als internist grote expertise opgebouwd op het gebied van infectieziekten en niet-infectieuze ziekten met koorts (vooral periodieke koorts). Ook is hij deskundig op het gebied van afweerstoornissen en het chronisch vermoeidheidssyndroom. Zijn onderzoek is gericht op het ontrafelen van de werking van het afweersysteem en stoornissen daarin. Bijzondere aandacht is er voor de regulatie van cytokinen, de boodschappermoleculen van het afweersysteem. Ook gaat zijn aandacht uit naar het antibioticabeleid in het licht van de mondiaal toenemende resistentie van bacteriën. Van der Meer is lid van de Koninklijke Nederlandse Akademie voor Wetenschappen (KNAW) en is sinds 2005 voorzitter van de Afdeling Natuurkunde van de KNAW en tevens vice-president van de Akademie.



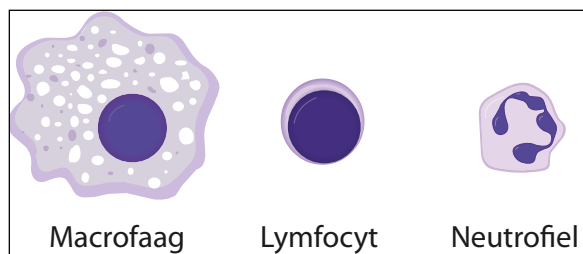


Een elektronenmicroscopische foto van een leukocyt die een bacterie gaat pakken.

Verschillende soorten leukocyten

Zoals we al schreven, zijn er heel veel verschillende soorten bacteriën, virussen en schimmels. Niet al deze micro-organismen kunnen op dezelfde manier onschadelijk worden gemaakt, en daarom heeft onze afweer verschillende soorten leukocyten ontwikkeld. Sommige van deze leukocyten zijn schildwachten die zich vooral bevinden op plaatsen waar bacteriën gemakkelijk kunnen binnendringen, bij een wondje bijvoorbeeld. Omdat deze leukocyten vrij groot zijn en heel goed zijn in het opeten van indringers noemen we ze grote eetcellen of 'macrofagen'.

Andere cellen zijn echte 'killers', klein en snel: de 'neutrofielen'. Als de verdediging tekortschiet, komen hulpcellen de macrofagen en neutrofielen helpen: de zogenaamde 'lymfocyten', die giftige stoffen kunnen produceren tegen de indringers. Deze drie soorten cellen, macrofagen, neutrofielen en lymfocyten, zijn de beschermers wanneer we een infectie hebben, onze echte 'superhelden'.



Illustratie van een macrofaag, lymfocyt en een neutrofiel.

Onderzoek naar 'Infecties' op het UMC St Radboud

Infecties en de magie van wetenschap

Al sinds de oertijd hebben mensen zich afgevraagd waarom ze ziek worden. Hoe komt het dat infecties besmettelijk zijn en zich verspreiden onder mensen? Hoe komt het dat sommige mensen dood gaan aan infectieziekten als de griep, mazelen of een longontsteking, terwijl anderen maar een beetje ziek worden? Men begreep vroeger nog niets van micro-organismen en van afweer. Tussen 1300 en 1700 brak in Europa regelmatig de pest uit. Tijdens deze verschrikkelijke epidemieën stierf hierdoor bijna de helft van de Europese bevolking. We weten nu dat de pest een infectie is met de pestbacterie, ook wel *Yersinia pestis* genoemd.

Wetenschappers van alle tijden wilden bovenstaande vragen graag door onderzoek beantwoorden. In de oudheid dachten de Grieken dat besmettelijke ziekten veroorzaakt werden door 'slechte lucht', ook wel 'miasma' genoemd. Pas in 19e eeuw begon de mens anders te denken over infecties. Al in de 17e eeuw zag Antoni van Leeuwenhoek (1632-1723) bacteriën met de eerste microscoop die hij zelf had ontworpen, maar hij dacht niet aan ziekteverwekkers. Pas in 1861 ontdekte Louis Pasteur dat bacteriën een oorzaak van infecties waren. Jaren later ontdekte men dat virussen en schimmels ook infecties konden veroorzaken.

Pasteurs vinding heeft de wereld sterk veranderd: generaties van wetenschappers werden daardoor geïnspireerd om ontdekkingen te doen, waaronder vaccins en antibiotica, die de levens van miljoenen mensen zouden redden. We gebruiken ook nu nog steeds Pasteurs naam in het woord 'pasteuriseren' dat verwijst naar het kort verhitten van voedingsmiddelen, zoals melk, om de hoeveelheid bacteriën erin te verminderen.

Rond 1880 ontdekte Ilja Metchnikoff de grote eetcel, de macrofaag, en vond hij uit hoe die bacteriën opeet en onschadelijk maakt. Bijna een halve eeuw later werd het eerste antibioticum (een stof die micro-organismen doodt) ontdekt: penicilline. Daarmee werd het voor het eerst mogelijk om infecties te behandelen, waardoor infecties zoals hersenvliesontsteking niet meer een doodsvonniss betekenden. Dit was te danken aan het enthousiasme en het volhouden van medische wetenschappers.

Met 'magie van wetenschap' bedoelen wij niet alleen de wonderlijke gevolgen van wetenschappelijke ontdekkingen. Deze magie is vooral het *willen weten* hoe de wereld in elkaar zit; de fascinatie om verder te kijken dan de grenzen van de huidige kennis. Deze nieuwsgierigheid, die we kunnen omzetten in onderzoek, is één van de meest fundamentele eigenschappen van de mens. Het is een eigenschap die de mensheid succesvol heeft gemaakt en haar de mogelijkheid heeft gegeven om zich over de hele wereld te verspreiden. We moeten deze fascinatie koesteren, stimuleren en laten ontplooiën in toekomstige generaties.

Geheugen van de macrofagen: een nieuwe eigenschap van het afweersysteem

Vanuit dezelfde nieuwsgierigheid en de durf om te twijfelen aan bestaande paradigma's in de immunologie, hebben wij vorig jaar een belangrijke ontdekking gedaan.

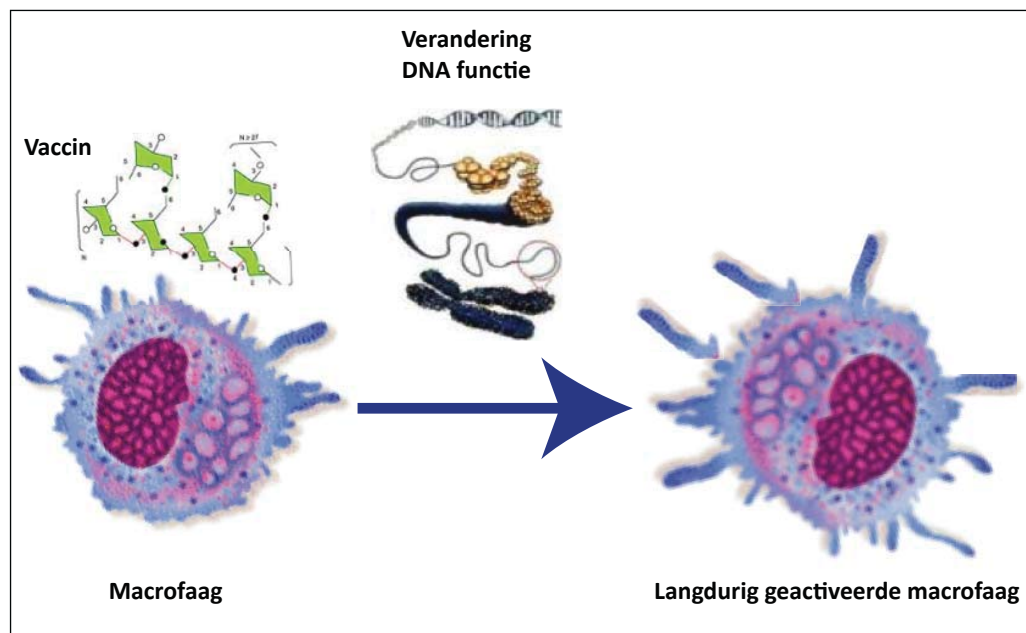
Een halve eeuw geleden werd ontdekt dat onze afweer een geheugen heeft voor een eerder doorgemaakte infectie. Wanneer een tweede keer dezelfde ziekteverwekker in ons lichaam komt, reageert onze afweer veel sneller en efficiënter dan de eerste keer. Dit geheugen van de afweer verklaart waarom wij bijvoorbeeld nooit een tweede keer rodehond krijgen. Wanneer we voor de tweede keer besmet worden met het rodehondvirus, reageert het afweersysteem zo snel en krachtig dat het virus geen kans krijgt om zich verder te verspreiden. Het geheugen van de afweer verklaart ook hoe vaccinaties werken: door iemand in te spuiten met dode bacteriën of virussen geven we de afweer van die persoon de kans geheugen op te bouwen tegen de gevaarlijke ziekteverwekker. Wanneer deze ziekteverwekker zich dan echt aandient, is hij kansloos bij de gevaccineerde persoon.

Infecties

Wat men 50 jaar geleden heeft ontdekt is dat het de lymfocyten zijn die dit geheugen kunnen opbouwen. Van macrofagen en neutrofielen werd toen gedacht dat ze alleen maar 'eenvoudige' bewakers en 'killers' zijn. Iedere keer doen ze hetzelfde: bacteriën herkennen en doodmaken, maar zonder de mogelijkheid om informatie te bewaren voor de toekomst.

Het dogma dat macrofagen niet kunnen 'leren' werd ter discussie gesteld door een waarneming die wij begin vorig jaar deden. We bestudeerden de afweer van mensen die gevaccineerd werden met BCG, het vaccin tegen tuberculose. Na vaccinatie kwamen hun leukocyten veel beter in actie tegen de tuberculose bacterie, wat natuurlijk te verwachten was. Tot onze grote verbazing reageerden de cellen ook beter op andere bacteriën en schimmels: zij produceerden meer afweerstoffen tegen deze indringers. Onze verbazing steeg toen we ontdekten dat het de macrofagen waren, en niet de lymfocyten, die verantwoordelijk waren voor dit effect. Dat was heel onverwacht, omdat wetenschappers tot dusver dachten dat macrofagen geen geheugen konden opbouwen.

Onze ontdekking begon dus met een toevallige bevinding, zoals zo vaak in de wetenschap. Het bleek dat het vermogen om geheugen op te bouwen ook een fundamentele eigenschap van macrofagen is. Na een infectie of vaccinatie zien we kleine veranderingen in 'histones', kleine moleculen die de functie van het DNA aansturen, waardoor de macrofaag de gereedschappen aanmaakt waarmee de infectie kan worden bestreden. Die veranderingen zorgen ervoor dat macrofagen beter werken wanneer ze een nieuwe gevaarlijke infectie tegenkomen. Dat gebeurt door de productie van afweerstoffen, cytokinen genaamd, die belangrijk zijn voor het bestrijden van bacteriën, virussen en schimmels.



Na een infectie of vaccinatie zijn de macrofagen beter in het verwijderen van een infectie: ze zijn 'getraind'.

Onderzoek naar 'Infecties' op het UMC St Radboud

Is onze ontdekking dat macrofagen een 'immunologisch geheugen' hebben belangrijk? Jazeker! Deze nieuwe kennis betekent een fundamentele verandering in ons begrip van de afweer. Tot nu toe dachten we dat het afweersysteem bestond uit twee bijna gescheiden onderdelen. Aan de ene kant de macrofagen en neutrofielen (bloedcellen) die snel regeren, maar niet specifiek zijn en geen geheugen kunnen opbouwen. En aan de andere kant specifieke cellen (lymfocyten) die later in actie komen en wel geheugen kunnen opbouwen. Onze ontdekking toont dat het afweersysteem zeer flexibel is, en zijn werkzaamheid kan verhogen na een infectie. Daar zijn niet alleen de lymfocyten, maar dus ook de macrofagen verantwoordelijk voor. Daarnaast laat het zien dat deze cellen, die samen de afweer verzorgen, elkaar steeds beïnvloeden (de macrofaag stimuleert bijvoorbeeld de lymfocyt, die op zijn beurt de macrofaag stimuleert en daardoor zijn werkzaamheid versterkt). De verhoogde werking van één cel kan voordelige effecten hebben op de werking van het hele immuunsysteem.

Geschiedenis van vaccinatie en het maatschappelijk belang van de ontdekking

Onze ontdekking is niet alleen wetenschappelijk van belang, maar sluit ook naadloos aan bij de eeuwenlange strijd in onze maatschappij tegen infectieziekten. Infecties zijn de belangrijkste doodsoorzaak in de geschiedenis van de mensheid. Vaccinatie is de meest effectieve manier om infecties te behandelen. In de oudheid al, waarschijnlijk sinds 1000 jaar voor het begin van onze jaartelling, werden mensen in China en India gevaccineerd met de korsten van mensen met pokken. Die korsten bevatten stukken van dode pokkenbacteriën. Deze methode, die voor een deel beschermde tegen pokken, werd in de 17e eeuw in Europa geïntroduceerd op grond van kennis gebracht door de Ottomaanse Turken. In die tijd ging 8% tot 20% van de bevolking in Europa dood aan pokken. Deze methode van pokkenvaccinatie heette 'varioliatie' en werd toegepast in Engeland en Frankrijk, meer dan 50 jaar voor de koepokinenting van de Engelse arts Edward Jenner. Jenner ontwikkelde in 1796 zijn veel veiligere methode voor vaccinatie tegen pokken, gebruikmakend van het materiaal van koepokken. Hier komt ook het woord vaccineren vandaan; koepokken heet ook wel vaccinia (het Latijnse 'vacca' betekent 'koe').



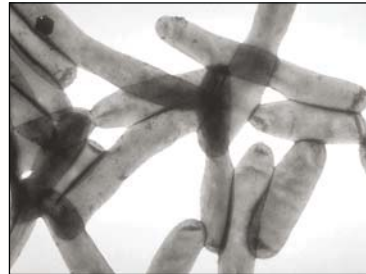
Vaccinatie van een jongen door Edward Jenner.

Alle vaccins zijn gebaseerd op de eigenschap van lymfocyten om een immunologisch geheugen op te kunnen bouwen, en dat is al meer dan 50 jaar bekend. Maar wij ontdekten dat de werking van sommige vaccins (zoals het vaccin tegen tuberculose) voor een deel berust op de ontwikkeling van immunologisch geheugen in de macrofaag. Deze ontdekking opent nieuwe mogelijkheden voor het ontwikkelen van vaccins en voor de verbetering van al bestaande vaccins.

Bacteriën, virussen en schimmels.

Bacteriën

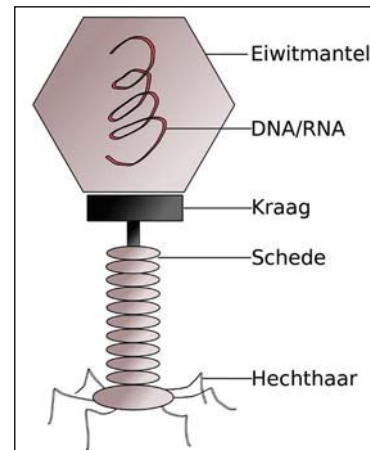
Bacteriën zijn micro-organismen die bestaan uit één cel. Ze zijn kleiner dan dierlijke cellen en alleen zichtbaar onder een microscoop. Bacteriën zijn zogenoemde prokaryoten, dat betekent dat zij geen celkern hebben en dat hun DNA los in de cel zit. Bij mensen, dieren en planten zit het DNA in de celkern. Er zijn verschillende soorten bacteriën en ze komen op veel plaatsen voor. Wanneer bacteriën het lichaam binnendringen via bijvoorbeeld een wond kunnen ze een infectie veroorzaken. Bacteriën groeien dan buiten de cellen van een gastheer. Een voorbeeld van een bacteriële infectie is legionella, dit wordt veroorzaakt door *Legionella pneumophila*.



Legionella pneumophila onder een elektronenmicroscoop.

Virussen

Een virus is nog kleiner dan een bacterie en bestaat alleen uit een pakket van DNA of RNA met een eiwitmantel eromheen. Er zijn veel verschillende soorten virussen die ook weer verschillende organismen (dieren, planten, bacteriën en schimmels) kunnen infecteren. Een virus kan alleen in een andere cel overleven, en niet daarbuiten. Een voorbeeld van een virusinfectie bij de mens is de griep (influenzavirus).



Schematische tekening van een virus.

Schimmels

Schimmels zijn organismen die kunnen bestaan uit één of meerdere cellen. De structuur van de cellen van een schimmel lijkt wel op die van dierencellen, maar ze hebben net als plantaardige cellen een stevige celwand. Meestal groeien schimmels op dode planten en dieren, maar soms kunnen ze ook 'per ongeluk' mensen infecteren. Voorbeelden van meercellige schimmels zijn paddenstoelen. Gist is een eencellige schimmel. Voorbeelden van een schimmelinfecties zijn zwemmersezeem en kalknagel.



Meercellige schimmel, paddenstoel.



Eencellige schimmel, gist.

Onderzoek naar 'Infecties' op het UMC St Radboud

Passie en wetenschap

Onderzoeker zijn is niet alleen een beroep. Ieder kind is op zijn eigen manier een onderzoeker wanneer het iets wil ontdekken in de tuin of vragen stelt aan een ouder of leerkracht. In ieder kind schuilt een onderzoeker die de wereld om zich heen verder wil ontdekken. De onderzoeker in onszelf was al vroeg zichtbaar en kreeg alle kansen om zich verder te ontplooiën. Ook als volwassen onderzoekers bleven wij een kinderlijke passie houden voor alles wat op dat moment voor ons een boeiend onderwerp was: infecties op Mars, DNA van menselijke botten die 8000 jaar oud waren of malaria in Afrika. Wij zijn zeker niet de grootste experts op sommige van deze gebieden, maar dat hoeft geen rem te zijn voor passie. De meest waardevolle ontdekkingen zijn geboren uit enthousiasme, nieuwsgierigheid en soms een factor die niet onderschat moet worden: toeval. We mogen dit niet vergeten en moeten het toeval en de verrassing omarmen. Hoeveel onderzoekers voor Fleming zijn een bacteriekweek op tafel vergeten? Alleen Fleming merkte op dat de schimmels die per toeval op zijn plaat waren gegroeid de bacteriën konden doden. Dit heeft geleid tot het ontdekken van penicilline. Een wetenschapper moet altijd openstaan voor het onverwachte, omdat dit soms kan leiden tot het volgen van een nog niet bewandeld, maar waardevol pad.

We willen hier de term 'dilettant' opnieuw waarderen als waardevolle eigenschap in de wetenschap. De eerste definitie van dilettantisme volgens Van Dale is: "de karakteristieke werkwijze of eigenschap van een persoon die zich alleen in zijn vrije tijd, maar nooit professioneel, met een kunstvorm of een wetenschap bezighoudt". Dit suggereert een oppervlakkige benadering van een onderwerp en dat is iets dat we in wetenschap moeten vermijden. De oorsprong van het woord is het Italiaanse 'dilettante', naar het oorspronkelijke Latijnse woord 'delectar' of 'plezier hebben'. 'Dilettante' werd gebruikt om een liefhebber van kunst of wetenschap mee aan te duiden. En daarmee komen we tot een tweede betekenis van dilettantisme: 'liefhebberij in een kunst'. Het was pas in de 19e eeuw dat dit woord denigrerend werd gebruikt, namelijk om een oppervlakkige interesse in een onderwerp aan te duiden.

We willen in de wetenschap de oude betekenis van 'dilettante' in ere herstellen. Passie en plezier in de wetenschap moeten we koesteren. De geschiedenis van de wetenschap is vol van grote voorbeelden van 'dilettanten': Antoni van Leeuwenhoek was ondernemer, landmeter, wijnroeier, glasblazer, maar ook de eerste microbioloog. Wikipedia beschrijft Van Leeuwenhoek als volgt: "he has been widely regarded as a dilettante or amateur, but his scientific research was of remarkably high quality". (Van Leeuwenhoek werd vaak gezien als dilettant of amateur, maar zijn wetenschappelijk onderzoek was van opmerkelijk hoge kwaliteit.)

Een ander prachtig voorbeeld van zo'n dilettant is de zeventiende-eeuwse advocaat Pierre de Fermat, wiens ontdekkingen hebben geleid tot de moderne differentiaalrekening in de wiskunde. Zijn laatste theorema, waarvan hij aangaf het opgelost te hebben, heeft wiskundigen tot 1997 bezig gehouden.



Antoni van Leeuwenhoek;
ondernemer, landmeter en
glasblazer.

In 1905 schreef Einstein als dilettant vier artikelen die de wetenschap zouden veranderen: over het foto-elektrisch effect, de Brownse beweging van moleculen, de speciale relativiteit, en de relatie tussen massa en energie. In dat jaar werkte Einstein nog bij het patentbureau in Bern, en zijn publicaties werden eerst als onbelangrijk gezien door de 'echte' wetenschappers.

Met deze illustere voorgangers voor ogen, kunnen we er zeker van zijn dat er in de schoolklas en in de collegebanken van de universiteit, ontelbaar vele talenten en potentiële wetenschappers te vinden zijn. Onze missie is simpel: we moeten enthousiasme en nieuwsgierigheid van de jonge generaties koesteren en blijven stimuleren.



Pierre de Fermat;
advocaat.

Nijmeegse onderzoekers vinden oorzaak chronische schimmelinfectie²

Ontdekking leidt meteen tot nieuwe therapeutische mogelijkheden

Datum bericht: 5-7-2011

Onderzoekers van het UMC St Radboud hebben de genetische oorzaak gevonden van een immuunziekte die leidt tot chronische schimmelinfecties. De ontdekking, die is gepubliceerd in the New England Journal of Medicine, maakt een betere behandeling van de aandoening mogelijk. Bovendien biedt de ontdekking ook aanknopingspunten voor genetische en immunologisch onderzoek naar veel vaker voorkomende schimmelinfecties zoals vaginale candida-infecties en schimmelnagels.

Sommige mensen hebben een stoornis in hun afweersysteem waardoor ze voortdurend met Candida-schimmels blijven geïnfecteerd. Bij de dominante vorm van deze chronische ziekte (Autosomal Dominant Chronic Mucocutaneous Candidiasis - ADCMC) ontstaan ernstige infecties, die vooral huid, nagels en slijmvliezen aantasten. De genetische oorzaak van deze immuunziekte is onbekend.

“We behandelen deze patiënten met middelen tegen de schimmel”, zegt Mihai Netea, internist in het UMC St Radboud, “maar als je de immunologische en genetische oorzaken van de ziekte kent, dan kun je gericht gaan zoeken naar een effectieve therapie.” Samen met Joris Veltman, geneticus in het UMC St Radboud, en onderzoeker Desa Lilic van Newcastle University heeft Netea de oorzaak nu kunnen ontrafelen.

“Het afweersysteem is ongelooflijk complex”, zegt Netea. “We hadden wel een idee waar het probleem ongeveer moest zitten, maar konden er niet precies de vinger op leggen. We hadden op een gegeven moment ongeveer honderd genen geselecteerd, die een rol konden spelen bij de ziekte.” “Die voorselectie maakte de zoektocht naar het gen relatief eenvoudig”, zegt geneticus Veltman. “Met behulp van de next generation sequencing

Project 'Infecties' de klas in!

technologie konden we met één enkel experiment aantonen dat bij patiënten in vijf families het molecuul STAT1 defect is. Bij nader inzien verklaart dit defect ook heel goed waarom deze ziekte ontstaat.”

Wanneer een Candida-schimmel het lichaam binnendringt, wordt dat onder andere gesignaleerd door dendritische cellen; dat zijn een soort regisseurs van de afweer. De dendritische cellen produceren allerlei stoffen – cytokines – waarmee ze aan diverse cellen in het afweersysteem melden dat die Candida is binnengedrongen en dat die ook snel opgeruimd moet worden. Netea: “Bij onze patiënten liep die cellulaire communicatie vast bij STAT1. Daardoor worden twee hele belangrijke signaalstoffen niet aangemaakt, namelijk interferon gamma en interleukine 17. En juist die twee stoffen spelen een hele belangrijke rol bij de verdediging van de huid en de slijmvliezen tegen schimmels.”

De ontdekking van het genetisch defect is niet alleen belangrijk om meer inzicht te krijgen in de werking van het afweersysteem. Netea: “Het vergroot ook onze kennis over immuunziekten. We weten nu ook beter waar we moeten zoeken bij andere, mildere schimmelziekten, zoals vaginale candida en schimmelnagels, waar miljoenen mensen last van hebben.” Bovendien kan nu, naast de anti-schimmeltherapie, ook gezocht worden naar middelen die in het ziekteproces zelf ingrijpen.

Netea: “We weten nu dat bij deze patiënten interferon gamma niet wordt aangemaakt. Dat interferon gamma is al op de markt voor andere aandoeningen. Op dit moment zijn we aan het onderzoeken of patiënten baat hebben bij dit middel. Zo leidt de ontdekking van het effect tot een stroomversnelling in de behandeling.”

Verwijzingen

- (1) Radboud Universiteit, Strijd tegen schimmels, <http://www.ru.nl/@822521/strijd-schimmels/> (21-11-2012).
- (2) UMC St Radboud, Nijmeegse onderzoekers vinden oorzaak chronische schimmelinfectie, <http://www.umcn.nl/OverUMCStRadboud/NieuwsEnMedia/archief/Nieuwsarchief%202011/juli2011/Pages/Nijmeegseonderzoekersvindenoorzaakchronischeschimmelinfectie.aspx> (21-11-2012).

Meer informatie over deze wetenschappelijke doorbraak is te vinden op:

- (1) Radboud Universiteit, 3 top researchers receive a Vici grant, http://www.ru.nl/@711197/3_top_researchers/ (21-11-2012).
- (2) Radboud Universiteit, Vierenhalf miljoen voor drie Nijmeegse toponderzoekers, http://www.ru.nl/@697707/vierenhalf_miljoen/ (21-11-2012).
- (3) UMC St Radboud, Micro-organismen op Mars waarschijnlijk niet gevaarlijk, <http://www.umcn.nl/OverUMCStRadboud/NieuwsEnMedia/archief/2010/november/Pages/Micro-organismenopMarswaarschijnlijknietsgevaarlijk.aspx> (21-11-2012).

4.2 Project 'Infecties' de klas in!

Twee praktijkvoorbeelden

In deze paragraaf lichten we de activiteiten toe zoals die ontwikkeld en uitgevoerd zijn op twee basisscholen. Allereerst komt basisschool de Triangel aan bod en vervolgens gaan we in op de klassenpraktijk van basisschool de Arnhorst. Om overlap te voorkomen hebben we ervoor gekozen om alleen die activiteiten van de Arnhorst te beschrijven die niet of minder aan bod kwamen op de Triangel. Tevens lichten we nog enkele onderzoeken van de kinderen toe.

4.2.1 Project 'Infecties' op basisschool de Triangel

Melinda Olthuis (pabo-studente aan de HAN)

Anneke Bruisten en Sanne Ahsmann (leraressen op basisschool de Triangel)

Wetenschap en techniek op basisschool 'De Triangel'

Het stimuleren en behouden van de nieuwsgierige grondhouding van het jonge kind, staat binnen het Montessorionderwijs hoog aangeschreven. De Triangel werkt daarom de laatste jaren met de methode 'Topondernemers', die een groot beroep doet op de onderzoekende houding van het kind. Momenteel ontwikkelt de school een doorlopende leerlijn biologie van groep 1 t/m 8. Hierbij krijgt de Triangel ondersteuning van het Nederlands Instituut voor Biologie (NIBI). In het schooljaar 2012-2013 wordt de Triangel Biologie-plus school.

In het schooljaar 2011-2012 doorliepen de leerkrachten het VTB-pro traject voor techniek. In dit traject staat het onderzoekend leren centraal. Na het verkrijgen van het Biologie-plus certificaat zal de school de ontwikkeling van de leerlijn Wetenschap en Techniek voortzetten. Dit alles sluit mooi aan bij de projecten die vanuit het Wetenschapsknooppunt zijn opgezet. Vorig schooljaar nam de Triangel al een keer deel aan het projectteam van 'Grafeen'. Het opstellen en uitvoeren van een eigen onderzoek is voor sommige kinderen die ook vorig jaar meededen dus niet iets nieuws.

Doelstellingen

Inhoudelijk

- Leerlingen maken kennis met het thema 'Infecties'.
- Leerlingen maken kennis met het bestaan van micro-organismen zoals bacteriën, en leren dat die infecties kunnen veroorzaken.
- Leerlingen leren hoe een bacterie groeit en ontdekken waar veel bacteriën voorkomen.
- Leerlingen leren hoe je bacteriën en schimmels kunt kweken.
- Leerlingen leren hoe voedsel bederft en hoe je voedsel kunt conserveren.
- Leerlingen leren wat vaccineren is.

Project 'Infecties' de klas in!

Vaardigheden

- Leerlingen stellen een onderzoeksplan op in groepjes, op basis van een eigen vraag die aansluit bij één van de vier subthema's: kweken, bederven, conserveren en vaccineren.
- Leerlingen leren een eigen onderzoek opzetten, uitvoeren, registreren en evalueren naar aanleiding van een onderwerp behandeld binnen de lessen.
- Leerlingen leren hoe wetenschappelijk onderzoek gedaan wordt en doorlopen dit proces zelf.

Maatschappelijk

- Leerlingen maken kennis met een wetenschapper en krijgen een beeld van het beroep dat hij/zij uitoefent.
- Leerlingen ontwikkelen een positieve houding ten opzichte van onderzoekend leren.

Kerdoelen

Mondelinge taal

2. De leerlingen leren zich naar vorm en inhoud uit te drukken bij het geven en vragen van informatie, het uitbrengen van verslag, het geven van uitleg, het instrueren en bij het discussen.

Natuur en techniek

41. De leerlingen leren over de bouw van planten, dieren en mensen en over de vorm en functie van hun onderdelen.
42. De leerlingen leren onderzoek doen aan materialen en natuurkundige verschijnselen, zoals licht, geluid, elektriciteit, kracht, magnetisme en temperatuur.

Tijdsinvestering

We hebben drie middagen (1,5 uur) besteed aan de voorbereidende lessen (stappen 1 en 2: Introductie en Verkennen). Daarna hebben we één les (1,5 uur) besteed aan stap 3 (Opzetten van de onderzoeken). De kinderen hebben de uitvoering van hun onderzoek, het bijhouden van het logboek en het voorbereiden van de presentatie in hun zelfstandige werktijd gedaan (stappen 4 en 5: Uitvoeren onderzoek en Concluderen). Op onze school beschikken kinderen iedere dag over ongeveer drie uur zelfstandige werktijd. De kinderen hebben twee weken de tijd gehad voor de uitvoering van hun onderzoek. Voor de presentaties (stap 6) is een middag (1,5 uur) uitgetrokken. Tijdens de laatste les hebben we het project geëvalueerd en vervolgonderzoeken bedacht (stap 7).

Systemen

Dit project heeft betrekking op concepten binnen Levende Systemen zoals cel, organisme, mens, levenscyclus en voortplanting (van bacteriën).



Stap 1. Introductie

Wat voorafging...

Een aantal kinderen van de Triangel was aan het begin van het schooljaar aanwezig bij de uitreiking van de Radboud Science Awards 2011, waar alle genomineerden een presentatie hebben gehouden voor de kinderen. Hierdoor hadden de zij al enige voorkennis over het thema infecties. Tijdens deze uitreiking stelden de kinderen vragen aan de verschillende onderzoekers die in de klas natuurlijk ook al aan de orde kwamen. De kinderen waren daarnaast betrokken bij de voorbereiding van de Winterschool. Voorafgaand aan de Winterschool hebben de kinderen verschillende plekken in hun school getest op vuilheid met behulp van petriskaaltjes. De uitslagen van deze test hebben de leraren en pabo-studenten op de Winterschool besproken tijdens de workshop 'Bacteriën'.

Toelichting bij het werkblad 'Kweken: Wat denk jij?'

Het is de bedoeling dat de kinderen een schatting maken van de vuilheid en de namen bij de plaatjes zetten. Er is geen goed of fout antwoord. In dit voorbeeld is bijvoorbeeld net de zandbak verschoond en zitten er weinig bacteriën op het petriskaaltje. Hier kun je als leerkracht met de kinderen over napraten. De juiste antwoorden zijn in dit geval: wc, deurklink, koelkast, rattenkooi, vissenkom, toetsenbord, handen, tafel, zandbak en koffiezetapparaat.

Het werkblad 'Kweken: Wat denk jij?' is te downloaden via de website www.wkru.nl/boek.

De kinderen zijn door bovenstaande activiteit voorbereid op het thema 'Infecties' en zijn op die manier al onbewust bezig geweest met het doen van onderzoek. Ze werden geconfronteerd met een nieuw thema, dat aansluit bij hun eigen wereld. De confrontatie met het thema heb ik bij de start van het project in de klas dan ook kort gehouden. We hebben het even gehad over de Winterschool, hoe wij de workshop hebben gegeven aan andere leerkrachten en hoe wij dit vonden. Ook heb ik een aantal foto's laten zien van die dag. De kinderen vonden het erg interessant om dit te horen en te zien.

Woordenweb infecties

Daarna heb ik uitgelegd wat de kinderen verder allemaal zouden gaan doen gedurende het project: het volgen van lessen, het opstellen en uitvoeren van een onderzoek rondom het thema infecties en het presenteren van het onderzoek aan de klas. Ten slotte hebben we een woordweb gemaakt van het thema infecties om de voorkennis te activeren. In het begin stelde ik de vraag "Waar denken jullie aan bij infecties en wat schiet er door je hoofd?" Hier kwam in eerste instantie weinig reactie op. Daarom ben ik door gaan vragen met de volgende vragen: "Waar denk je aan bij een infectie, wat gaat er dan gebeuren?" "Kennen jullie een voorbeeld van een infectie?" "Hoe word je ziek?"

De kinderen reageerden heel enthousiast en wisten, nadat ik bovenstaande vragen had gesteld, al veel te vertellen. Woorden waar de kinderen mee kwamen waren: inenten, virus, prik, spuiten, bacterie, ziekenhuis en hoesten.

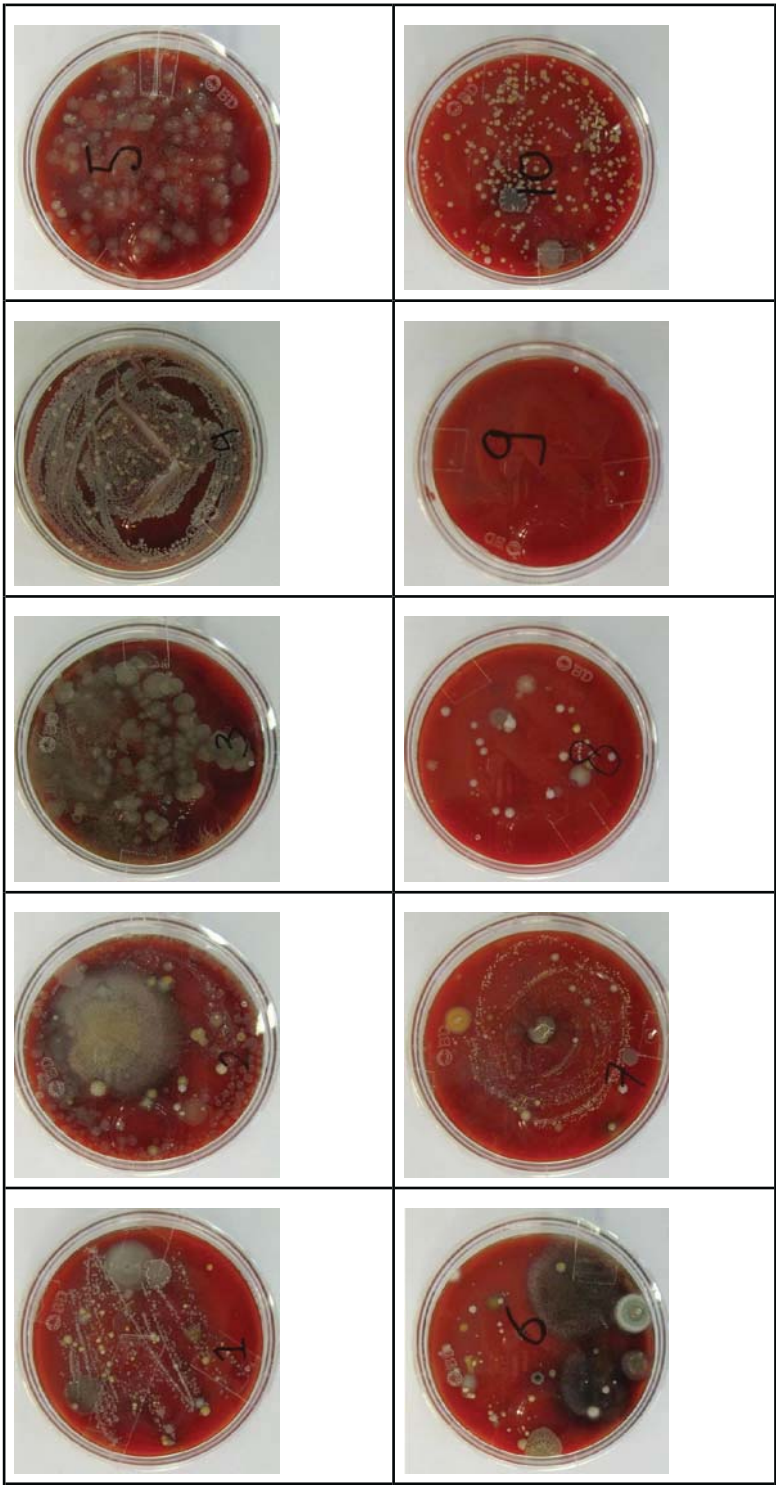
"Je kunt ziek worden van niet goed je handen wassen."

"Andere mensen maak je ziek door zonder hand voor de mond te hoesten."

"Je krijgt een prik en dan ben je beschermd tegen een bepaalde ziekte."

Werkblad 'Kweken: Wat denk jij?'

Zet de juiste plaatsen bij het juiste kweekje.
Kies uit: koelkast, handen, WC, koffiezetapparaat, vissenkom, rattenkooi, zandbak, deurklink, toestenbord, tafel.



Infecties

De kinderen hadden duidelijk zin om verder op onderzoek uit te gaan binnen het thema infecties.



Het filmpje¹ over de groei van bacteriën waar de leerlingen van basisschool De Triangel aan hebben meegewerkt is gebruikt tijdens de workshop 'Bacteriën: the good, the bad, and the ugly' op de Winterschool 2012.



Stap 2. Thema 'Infecties' verkennen

In deze stap wordt het thema infecties zo breed mogelijk verkend. De creatieve fase roept vragen, ideeën, en/of voorspellingen op en is belangrijk voor het kennisnemen en leren van elkaars (pre-)concepten. Deze brede verkenning leidt tot verschillende typen vragen. Niet alle vragen lenen zich voor onderzoekend leren; soms kunnen antwoorden op vragen worden opgezocht of aan een deskundige worden voorgelegd. Voordat de kinderen het onderwerp infecties kunnen 'onderzoeken', is het noodzakelijk om het thema eerst beter te verkennen. Voor kinderen is het lastig om direct vanuit een thema een haalbaar onderzoek op te zetten. Ze moeten eerst meer leren over de verschillende facetten van infecties, voordat ze zelf op ideeën komen voor een eigen onderzoek. Wij hebben er dan ook voor gekozen om binnen een aantal lessen verschillende facetten van het thema infecties te behandelen om de voorkennis van de kinderen te activeren en inhoudelijke kennis over infecties te vergroten.

In totaal zijn er vier onderdelen aan bod gekomen, verdeeld over een drietal lessen:

- Een les over het kweken van bacteriën en schimmels;
- Een les over het bederven en conserveren van voedsel;
- Een les over vaccineren.

Deze onderwerpen sluiten goed aan bij het thema en er kunnen leuke activiteiten mee gedaan worden in de klas. We hebben gekozen voor drie lessen in drie weken omdat er dus enige voorkennis nodig is en de kinderen na drie lessen ook wel toe zijn aan het zelf onderzoek doen.



De leraren geven een korte uitleg van de onderdelen van stap 2 in het filmpje 402. Stappen 1 en 2: Introductie en verkennen.

Onderdeel 1. Kweken van bacteriën (en schimmels)

Voorkennis over bacteriën activeren

In deze les ondervonden de kinderen wat bacteriën zijn; hoe ze in het lichaam zitten, erin kunnen komen en hoe je bacteriën (en schimmels) zichtbaar kunt maken.

Deze les zijn we gestart met een woordweb met als centraal woord 'bacteriën', om de voorkennis van de kinderen te activeren. De volgende vragen kwamen aan bod:

"Waar denken jullie aan bij een bacterie? Jullie hebben er vast wel eens van gehoord."

"Waar vind je bacteriën?" "Waarom denk je daar aan?" "Wat is dan nog meer belangrijk?"

"Weten jullie bijvoorbeeld ook hoe een bacterie eruit ziet?"

Woorden die aan bod kwamen bij het woordweb waren: heel klein, bloed stollen, wond, infectie niezen/ hoesten en slechte en goede bacteriën.

Project 'Infecties' de klas in!

Om de kinderen nog iets meer te informeren over hoe het in het lichaam werkt, bekeken we een filmpje² van Schooltv over een wond. In dit filmpje komt duidelijk naar voren dat slechte bacteriën je lichaam kunnen aanvallen door middel van openingen in de huid, zoals een wondje. Na het filmpje vulden de kinderen het woordweb aan met nieuwe begrippen, zoals witte bloedcellen en jodium.



Op internet zijn leuke filmpjes te vinden over bijvoorbeeld de deling van een bacterie³ of de groei van een schimmel⁴.

Waar komen veel bacteriën voor?

Na het woordweb was het tijd om de kinderen zelf aan de slag te laten gaan met de bacteriën. We bespraken klassikaal waar bacteriën allemaal voor kunnen komen. "Waar zouden veel bacteriën zitten en waar weinig?" "Van welke omstandigheden houden bacteriën?" De wc, de handen, het toetsenbord en nog veel meer plekken kwamen naar voren. Bacteriën houden van plekken die niet goed schoon zijn en groeien extra goed op warme en vochtige plekken. Ook bespraken we of deze plekken erg vies waren of niet. We kozen tien plekken uit die we echt zouden gaan onderzoeken op de mate van vuiligheid. Twee aan twee kozen de kinderen een plek uit en bedachten een hypothese over waarom de ene plek vuiler zou zijn dan de andere plek.

De volgende vragen hielpen hen daarbij:

"Waar zullen de meeste en minste bacteriën te vinden zijn?" en "Waarom denk je dat?"



Voorbeelden van plekken waar bacteriën kunnen zitten zijn: de wc, de deurknop, de vissenkom, de tafel, de handen, de zandbak, de rattenkooi, de koffiezetter, de koelkast en het toetsenbord.



U kunt met uw leerlingen werkblad 'Kweken: Wat denk jij?' gebruiken (zie stap 1 Introductie).

Hypothesen opstellen over vieze plekken

Van tevoren bespraken we met de kinderen wat een hypothese is, namelijk een veronderstelling die nog bewezen moet worden. Belangrijk hierbij is dat de kinderen weten dat een hypothese niet fout kan zijn. Daarnaast is het belangrijk om de kinderen te wijzen op het feit dat ze moeten beargumenteren waarom ze denken dat iets vies is of waarom juist niet. De hypothesen hadden de vorm van: *Ik denk dat... omdat...*

We legden vervolgens uit dat je op een petrischaaltje bacteriën zichtbaar kunt maken. De bacteriën vermeerderen zich op dit schaalpje in een snel tempo, omdat de omstandigheden in het petrischaaltje optimaal zijn voor de groei van een bacterie, door bijvoorbeeld de aanwezigheid van voedingsstoffen en warmte.

Infecties

Petrischaaltjes

Een petrischaal is een lage platte ronde glazen of kunststof schaal met een ruim eroverheen passend deksel. In dit project werd gebruik gemaakt van petrischalen met een speciale voedingsbodem. De voedingsbodem bestaat uit een gel van agar waaraan een mengsel van voedingsstoffen (bloed, suiker, zout) en kleurstof is toegevoegd. Petrischalen worden in onderzoek gebruikt bij het maken van bacteriekweken, om bijvoorbeeld te achterhalen waar iemand mee is geïnfecteerd. De petrischaaltjes voor dit project zijn beschikbaar gesteld door de onderzoekers van het UMC St Radboud.



Petrischaaltjes.

Bacteriën 'swappen'

Op een leuke CSI-achtige manier werd aan de kinderen uitgelegd hoe je bacteriën van een plek kunt halen, namelijk door te 'swappen'.

Hoe 'swap' je een plek?:

1. Pak een wattenstaafje en een petrischaaltje.
2. Ga met een wattenstaafje over de plek waar de bacteriën zitten.
3. Wrijf het wattenstaafje, met de bacteriën, over het petrischaaltje.
4. Sluit het petrischaaltje goed af met het deksel, plak er extra plakband over en nummer het doosje.

Benodigdheden:

- Petrischaaltjes
- Wattenstaafjes
- Pen/potlood/ papier/plakband



Bekijk filmpje 403. Vieze plekken swappen voor een kijkje in de klas tijdens het swappen.

*"Neem maar een monster van mijn nagels,
want ik maak ze bijna nooit schoon." (Leerling)*

In tweetallen hebben de kinderen de verschillende plekken 'geswapt'. Daarna hebben we de verschillende hypothesen van de groepjes besproken. De rattenkooi stond hoog op de lijst van vieze plekken, omdat ratten dieren zijn en zich niet wassen. De koelkast werd schoongemaakt en er staat 'schoon' vers eten in, dus die werd niet vies bevonden. Samen zijn we tot de conclusie gekomen dat de wc waarschijnlijk het vieste zou zijn omdat daar alle kinderen van de school hun behoefte doen en dan allemaal bacteriën achterlaten.

Project 'Infecties' de klas in!

De kinderen hebben vervolgens elke dag gekeken of er iets veranderd was aan de petrischaaltjes en ze hebben mooie foto's gemaakt van de groei van de bacteriën op het petrischaaltje. De foto's van de verschillende plekken op de verschillende dagen zijn later naast elkaar gezet om een goede conclusie te kunnen trekken.



Bekijk filmpje 404. Hypotheses bespreken om een aantal van de hypothesen van de kinderen te zien.

Wat weten we al? En wat willen we nog weten?

Ter afsluiting van de les hebben we de 'Wat weten we al?'- en 'Wat willen we weten?'-muur geïntroduceerd. Alle kinderen mochten op een post-it schrijven wat ze geleerd hadden deze les en op een andere post-it wat ze nog graag zouden willen leren. Op deze manier kun je als leerkracht met je lessen aansluiten bij wat de kinderen graag willen leren. Ook zouden er goede ideeën voor onderzoeken uit voort kunnen komen.



Wat wil ik nog weten?



Bekijk filmpje 405. Post-its voor de wetenmuur bij stap 2.

Wat weten we al?

"Dat witte bloedcellen bacteriën opeten en dat je niet aan een wond moet zitten."

"Dat het het beste is dat je je wond eerst ontsmet met jodium. Als je er daarna een gaasje erover heen doet dan gaat het sneller weg."

"In de nagel zitten dezelfde bacteriën als in poep."

"Hoe bacteriën vaak binnenkomen."

Wat willen we nog weten?

"Waarom zijn er bacteriën?"

"Zijn bacteriën warmbloedig?"

"Hoe zien bacteriën eruit als je ze door een microscoop bekijkt?"

Onderdeel 2. Bederven en conserveren van voedsel

Deze les richtte zich op het ontdekken dat er verschillende meningen zijn over wanneer iets bedorven is en of je het dan nog kunt en wilt eten. De kinderen hebben daarnaast ondervonden dat er verschillende manieren zijn om etenswaren te conserveren.

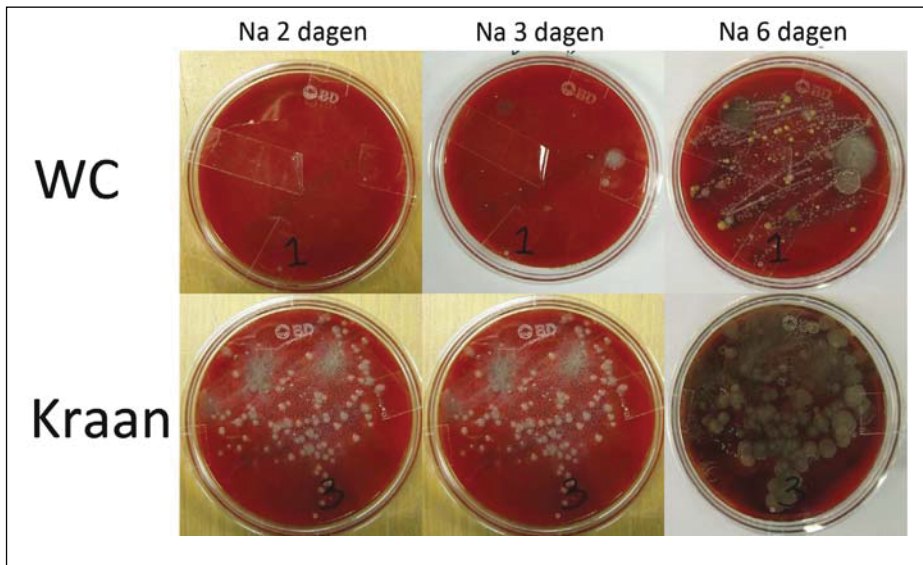
Terugblik groei bacteriën

De les begon met een terugblik op de vorige les. De petrischaaltjes werden bekeken, evenals de hypothesen. Er ontstond wat verbazing over de kraan. Deze was blijkbaar erg vies, want er waren veel bacteriën zichtbaar op het petrischaaltje. De kinderen dachten dat de kraan niet zo erg vies zou zijn omdat die volgens hen vaak schoongemaakt werd. De kinderen concludeerden dat deze wat vaker schoongemaakt mocht worden.

Infecties



Voor een bespreking in de klas van verschillende petrischaaltjes en de bijbehorende resultaten bekijk het filmpje 406. Terugblik op de kweekjes van de vieze plekken.



Petrischaaltjes van de wc en de kraan na 2, 3 en 6 dagen.

Bederven

Na deze korte terugblik, besteedden we aandacht aan het eerste onderwerp van deze les, namelijk bederven. Ook van dit onderwerp maakten we een woordweb. De kinderen wisten hier meer begrippen bij te noemen dan bij het onderdeel kweken. Dit komt waarschijnlijk doordat de kinderen hier thuis ook wel eens mee in aanraking komen. Een bedorven appeltje ligt wel eens op de fruitschaal en op een boterham komt wel eens schimmel als je deze te lang laat liggen. Begrippen die de kinderen noemden, waren bijvoorbeeld: vies, ziek, eten en datum.

Wanneer is iets bedorven? Is bruine sla bedorven?

Hierop volgde een discussie over wanneer iets bedorven is of niet. De vraag kwam ter sprake of bruine sla bedorven is. De kinderen gaven aan dat de sla er dan niet lekker uit zag. Ze zouden de sla ook niet meer opeten. Een leerling gaf aan wel eens bruine sla gegeten te hebben en toen niet ziek te zijn geworden. Een andere leerling gaf aan wel eens bruine sla in de winkel te hebben gezien. Een leerling reageerde hier op met "Zou de winkel de sla niet uit de winkel halen als je het niet meer zou kunnen eten?" De kinderen kwamen tot de conclusie dat het er vies uit ziet, dat je het nog wel kunt eten zonder er ziek van te worden, maar dat het gewoon niet lekker smaakt. Ze kwalificeerden de sla dan ook als bedorven. Als leerkracht kun je hier goed met je groep over discussiëren en het is leuk om te zien hoe kinderen erover denken en welke argumenten ze naar voren brengen.

We pakten er het echt bedorven en niet-bedorven voedsel bij en zetten dit op tafel: een beschimmelde/droge boterham (bedorven), een bruine appel (bedorven), een gedroogde abrikoos (niet bedorven), trassi (= gefermenteerde garnalenpasta, niet bedorven), tempeh (niet bedorven),

Project 'Infecties' de klas in!

bruine sla (bedorven), zure melk (bedorven), zure room (niet bedorven), beschimmelde kaas (bedorven) en schimmelkaas (niet bedorven). Leerlingen mochten één voor één naar voren komen om het product te omschrijven. Hierbij hebben ze gebruik gemaakt van de kleur, geur en textuur van de producten. De kinderen vonden het erg leuk om te doen en de hele klas rook lekker naar trassi! "lewwll! Het ruikt naar bedorven vis!" "Het lijkt bedorven, maar volgens de houdbaarheidsdatum is het nog goed!"



Is bruine sla bedorven?



Gebruik het werkblad 'Bedorven of niet bedorven?' (zie volgende pagina) waar de afbeeldingen van een aantal bedorven en niet-bedorven producten op staan. Laat de leerlingen dezelfde producten ook onderzoeken en vervolgens aangeven waarom ze denken dat het product bedorven is of niet.

Het werkblad 'Bedorven of niet bedorven?' is te downloaden via de website www.wkru.nl/boek.

Bedorven of niet-bedorven?

In groepjes hebben de kinderen de verschillende etenswaren beoordeeld en aangegeven of ze al dan niet bedorven waren, zie werkblad 'Bedorven of niet bedorven'. Op dit werkblad stond op de ene kant het woord *bedorven* en op de andere kant het woord *niet-bedorven*. De kinderen plakten de verschillende plaatjes van de producten aan de juiste kant. Ze mochten ook per groepje nog naar de echte producten komen kijken en eraan voelen en ruiken.

Naderhand bespraken we de mate van bedorvenheid van de verschillende producten. Ook hier ontstond enige discussie over bijvoorbeeld beschimmelde kaas. Een leerling gaf aan dat het bedorven was en dat ze het niet meer zou eten. Een andere leerling gaf echter aan dat je er misschien wel omheen kon eten. Weer een volgende leerling dacht dat er nog wel sporen van de schimmel in de rest van de kaas zouden zitten.



Voedsel onderzoeken.



Bekijk voor een kijkje in de klas het filmpje 407. Opdracht uitvoeren. Is het bedorven of niet?

Werkblad 'Bedorven of niet bedorven?'

Zijn de onderstaande producten bedorven of niet bedorven?
Waarom wel of waarom niet? Waar zie je dat aan?

Brood		Appel		Abrikoos		Trassi		Tempeh	
Sla		Zure melk		Zure room		Kaas		Kaas	

Project 'Infecties' de klas in!



Bekijk het gesprek in de klas in het filmpje 408. Opdracht bespreken: is het bedorven of niet?

Tot slot bespraken we de definitie van bedorven en kwamen we gezamenlijk tot de volgende omschrijving: *niet meer eetbaar of bruikbaar omdat het te oud is en er niet lekker uit ziet.*

Vragen die tijdens zo'n activiteit naar voren kunnen komen zijn: Wat is bederf en waardoor bederven producten? Waarom kunnen we ziek worden van bedorven producten? Wat is fermenteren?



Wat is bedorven en wat niet?

“Hoe kan een schimmelkaas nou nog verder schimmelen, hij is toch al beschimmeld?” (Leerling)

Conserveren

Het tweede onderdeel van de les, conserveren, introduceerden we door aan de kinderen te vragen wat dit betekent en of ze voorbeelden wisten te noemen. De kinderen kenden al een aantal conserveermethoden, zoals vacuüm maken en inblikken. Om de kinderen kennis te laten maken met andere conserveermethoden bekeken we een filmpje⁵ van Schooltv. Na het filmpje bespraken we kort de verschillende conserveermethoden met daaraan gekoppelde producten. Er zijn verschillende manieren om voedsel te conserveren. Tabel 1 beschrijft een aantal manieren en tevens staat erbij op welke producten het van toepassing kan zijn.

Tabel 1. Conserveermethoden en voorbeelden van producten

Conserveermethode	Omschrijving	Voorbeelden
Roken	blootstellen aan rook	rookvlees & vis
Drogen	vochtvrij maken	kruiden & zuidvruchten
Pekelen	in zout leggen	zoutvlees & zoute haring
Invriezen	in de vriezer leggen	doperwten & zalm
Inblikken	in blik stoppen	fruit & peulvruchten
Zuren	in zuur leggen	augurken & kool
Pasteuriseren	verhitten, zonder het product te beschadigen	sinaasappelsap & melk
Konfijten	in suiker leggen (bij fruit)	jam & Turks fruit
Fermenteren	gisten van eten	yoghurt & wijn
NB. Fermenteren is het omzetten van biologisch materiaal met behulp van bacteriën, celculturen en schimmels, met of zonder het gebruik van zuurstof. Een bekend voorbeeld van fermenteren is het gisten van wijn of bier, hierbij zet de gist (eencellige schimmel) suikers om tot alcohol.		

Infecties

Na het klassengesprek gingen de kinderen zelf aan de slag met plaatjes van voedsel. Bij deze plaatjes moesten ze aangeven welke conserveermethode er geschikt voor zou zijn.

Meerdere manieren om erwten te conserveren

Tijdens het nabespreken ontdekten we dat veel kinderen dachten dat je de verschillende producten maar op één manier kunt conserveren. Hierdoor ontstond er een discussie over erwten. De ene leerling wist zeker dat deze in een blikje zaten en de andere leerling dacht dat erwten altijd uit de vriezer kwamen. Samen bespraken we hoe je de erwten in de winkel kunt kopen. Er waren meer kinderen die altijd erwten uit een blik aten, maar ook kinderen die erwten aten die uit de vriezer kwamen. Op deze manier kwamen de kinderen er zelf achter dat je één product niet per se op één vaste manier hoeft te conserveren. De les werd afgesloten door de 'wat weten we al' - en 'wat willen we weten'-muur wederom aan te vullen.



Benieuwd naar wat de kinderen hebben geleerd en wat ze nog willen weten? Bekijk dan het filmpje 409. Post-its voor de wetenmuur na bederven en conserveren.

Onderdeel 3. Vaccineren

In deze les kwamen de kinderen meer te weten over het onderzoek naar infecties en het afweersysteem. Voor deze les hebben we een onderzoeker (hoogleraar) uitgenodigd om meer te vertellen over zijn onderzoek en over wetenschappelijk onderzoek in het algemeen. Prof. dr. Mihai Netea, hoogleraar Experimentele Interne Geneeskunde, kwam op bezoek om over zijn werk te vertellen dat zich richt op 'training van het afweersysteem tegen infecties'.

Korte terugblik

Deze les zijn we gestart met een terugblik op de vorige les. "Heeft er iemand nog een bedorven product gezien?" Een kort gesprekje over wat bedorven ook weer precies is, volgde.



Benieuwd naar dit gesprek? Bekijk het filmpje 410. Terugblik op de wetenmuur.

De overstap werd gemaakt naar het eigen lichaam. "Hoe conserveer ik mezelf?" ofwel "Hoe bescherm ik mijn lichaam tegen infecties?" De buitenkant van mijn lichaam kan ik wassen onder de douche, maar hoe zit dat dan met de binnenkant? De binnenkant van je lichaam kan beschermd worden door bijvoorbeeld een vaccinatie.

Ook over het onderwerp 'vaccineren' maakten we een woordweb. De kinderen wisten wat een vaccinatie was en konden er ook een aantal opnoemen.



Bekijk voor een kijkje in de klas het filmpje 411. Woordweb: Vaccineren.

Project 'Infecties' de klas in!

Ons afweersysteem

De huid fungeert als onze natuurlijke verpakking. Als onze 'verpakking' stuk gaat (bv. door een snee) is er kans op een infectie, ofwel 'bederf', omdat er bacteriën via de wond in ons lichaam kunnen komen. Daarbij heeft ons lichaam een temperatuur van 37 graden Celsius; ideaal voor bacteriegroei. Wanneer er te veel bacteriën zijn spreken we van een infectie waar je ziek van kunt worden. Gelukkig heeft ons lichaam een afweersysteem tegen ongewenste infecties. Dit afweersysteem is te 'trainen' door het te vaccineren tegen allerlei ziektes. De meeste kinderen zijn ingeënt en weten zich dat nog wel te herinneren.

Vaccineren

Na deze korte introductie gaf prof. dr. Mihai Netea een presentatie. De kinderen luisterden erg geboeid ondanks het feit dat het best een theoretisch verhaal was. De kinderen vonden het erg leuk om een echte onderzoeker in de klas te hebben.

Bekijk de volgende filmpjes over het bezoek van professor Netea aan de klas.

412: Reacties van de kinderen tijdens de presentatie van professor Netea deel 1

413: Reacties van de kinderen tijdens de presentatie van professor Netea deel 2

414: Vragen van de kinderen aan professor Netea

415: Gesprek met professor Netea over het conserveren van eten

Wat weten we al? En wat willen we nog weten?

Na het bezoek van professor Netea kregen de kinderen weer de gelegenheid om hun nieuwe kennis en nieuwe vragen op post-its op de 'wetenmuur' te plaatsen.



Zie voor de vragen en de opgedane kennis van de kinderen het filmpje 416. Post-its voor de wetenmuur na het bezoek van professor Netea.

Professor Netea heeft de presentatie 'Weg met infecties' gegeven. U kunt deze presentatie gebruiken om de werking van witte bloedlichaampjes aan kinderen uitleggen. Zo kunt u mooi laten zien hoe zij de strijd aangaan met ongewenste bacteriën. Daarnaast kunt u uitleggen wat er gebeurt bij een vaccinatie.

De presentatie 'Weg met infecties' is te downloaden via de website www.wkru.nl/boek.

De uitleg op de volgende pagina kunt u gebruiken bij de slides.

Infecties

Uitleg bij PowerPointpresentatie 'Weg met infecties'

Slide 1

Infecties worden veroorzaakt door kleine beestjes die in ons lichaam groeien, zoals bacteriën en virussen. Gelukkig hebben we in ons lichaam ook kleine 'soldaten', die de bacteriën dood kunnen maken. In deze presentatie zullen jullie zien hoe deze soldaten werken en hoe we ze sterker kunnen maken (zoals James Bond).

Slide 2

Infecties kunnen wij iedere dag krijgen. Bijvoorbeeld als we een snee krijgen in onze vinger, dan kunnen daar bacteriën naar binnen komen.

Slide 3

Gelukkig komen dan ook onze soldaten naar de plek waar de bacteriën binnenkomen. Deze soldaten zijn onze witte bloedlichaampjes, de cellen die in het bloed de bacteriën kunnen opeten en doodmaken. Er zijn drie belangrijke soorten witte bloedlichaampjes: de neutrofielen, de macrofagen, en de lymfocyten.

Slide 4

De neutrofielen en de macrofagen zorgen er vooral voor dat de bacteriën opgegeten en doodgemaakt worden. Zij hebben in hun lichaam veel stoffen die giftig zijn voor bacteriën, en zij kunnen veel van deze bacteriën opeten. Dat is meestal genoeg voor het opruimen van de infectie, maar soms kan het gebeuren dat we de lymfocyten ook nodig hebben.

Slide 5

De lymfocyten zijn ook heel slim. Ze herkennen precies welke bacteriën aanwezig zijn in het lichaam, en dan maken zij eiwitten (die heten antistoffen) die ervoor zorgen dat de bacteriën dood gaan, ook wanneer zij buiten een cel zitten. De lymfocyten maken ook cellen dood die geïnfecteerd zijn door de bacteriën.

Slide 6

Wat interessant is, is dat de lymfocyten zich een bepaalde infectie kunnen herinneren. Hierdoor kunnen de lymfocyten als de infectie een tweede keer ontstaat, de bacteriën veel sneller dood maken dan de eerste keer. Dat zorgt ervoor dat een kind een tweede keer niet meer ziek wordt van eenzelfde infectie. Nog beter is het dat wij gebruik kunnen maken van deze eigenschap van de lymfocyten. Namelijk, als we stukken van dode bacteriën inspuiten in een kind, dan denken de lymfocyten dat deze gebeurtenis een echte infectie is. Als daarna ooit de echte bacteriën het kind infecteren, dan maken de lymfocyten de bacteriën heel snel dood, en is het kind niet ziek geworden. Dat is de manier waardoor een inenting je beschermt tegen een ziekte.

Slide 7

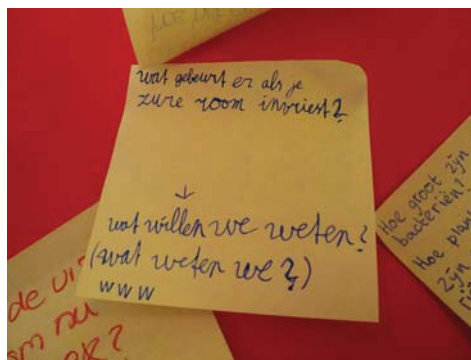
Bij het Radboud Ziekenhuis hebben wij ontdekt dat niet alleen de lymfocyten beter kunnen werken tijdens de tweede keer van een infectie, maar ook de macrofagen herinneren zich een infectie en werken de tweede keer beter bij dezelfde infectie. Op deze manier kunnen we betere inenting maken, die ook de lymfocyten en de macrofagen sterker maken.

Project 'Infecties' de klas in!



Stap 3. Opzetten van een experiment

In deze stap zetten de kinderen een experiment op met behulp van een onderzoeksvraag. Er wordt een plannetje gemaakt over wat er in het experiment bekeken of gemeten gaat worden, welke materialen en meetinstrumenten ervoor nodig zijn, en wie wat en wanneer gaan doen. De kinderen hebben in de lessen binnen het thema infecties verschillende onderwerpen verkend door middel van theoretische verdieping, proefjes en werkbladen. Aan de hand van deze lessen kunnen de leerlingen onderzoeksvragen opstellen. De muur met daarop het rode blad voor 'Wat willen we weten', kan hierbij goed gebruikt worden.



Wat willen we weten? Wat gebeurt er als je zure room invriest?



Bekijk het filmpje 417. Stap 3: Onderzoek opzetten voor een korte uitleg van deze stap door de leraren.

Onderzoek opzetten

Ter voorbereiding op de volgende stap van het onderzoekend leren, het opzetten van een onderzoek, heb ik met de leerlingen het werkblad 'Onderzoek doen!' doorgenomen met behulp van PowerPoint. Dit werkblad bestaat uit verschillende onderdelen die van belang zijn voor het opzetten en uitvoeren van onderzoek. Daaronder staat een korte uitleg over de opdracht, het invullen van het onderzoekswerkblad en het verdere onderzoek. Ook worden de vier onderwerpen uit de lessen opgesomd: kweken, bederven, conserveren en vaccineren. De leerlingen kozen in onderzoeksgroepen één van deze onderwerpen uit om verder te onderzoeken. Daarna volgden de verschillende onderdelen: de onderzoeksvraag, het plan van aanpak, de hypothese en het maken van een presentatie.

Voorbeeld onderzoeksvraag: 'Hoe groeit een zonnebloem het best?'

De verschillende onderdelen van een onderzoek hebben we toegelicht met behulp van een voorbeeld, de groei van een zonnebloem. De groei van een zonnebloem is een onderwerp buiten het thema infecties en staat dichtbij hun belevingswereld. Alle kinderen kennen de zonnebloem. De vraag 'Hoe groeit een zonnebloem het best?' werd hierbij als onderzoeksvraag gebruikt. Door dit voorbeeld te gebruiken snapt de leerlingen hoe ze een onderwerp konden omzetten in een onderzoeksvraag. Voor het onderdeel 'Het plan van aanpak' heb ik gebruik gemaakt van de variabele licht. De vraag die volgde was: 'Hoe groeit een zonnebloem het best: in het volle licht, in de schaduw of in het donker?' Daarna bespraken we wat we allemaal voor dit onderzoek nodig zouden hebben. Om het voor de kinderen duidelijk te maken, hebben we in eerste instantie gewerkt met één variabele die mocht verschillen tussen de condities. We bespraken wat verschillende variabelen zouden kunnen zijn die van invloed zijn op de groei van een zonnebloem. Het nemen van verschillende soorten zand en verschillende hoeveelheden water kwamen hier ter

Infecties

sprake. Via deze manier komen kinderen erachter dat wanneer je wilt weten waardoor iets komt en je twee dingen vergelijkt, er maar één verschil mag zijn tussen de dingen die je vergelijkt. Dus wanneer je de invloed van water wilt achterhalen geef je de ene zonnebloem veel water en de andere zonnebloem weinig, maar dan moeten de andere variabelen zoals zand en licht hetzelfde zijn. Het was voor de kinderen duidelijk dat het werken met meerdere variabelen het onderzoek ingewikkelder maakte en meer spullen vereiste.



Bekijk een discussie met de klas over wat er in het zonnebloemonderzoek veranderd mag worden in het filmpje 418. Wat mag je in het onderzoek veranderen?

De hypothese van de kinderen was dat een zonnebloem in het licht het beste zou groeien. Ik stelde mijn hypothese op ("Ik verwacht dat de zonnebloem in het donker het beste groeit.") en ik vroeg aan de kinderen of dit goed of fout was. De kinderen gaven aan dat dit niet fout was, omdat dit iets was wat je dacht en dat kan nooit verkeerd zijn. De kinderen kregen in de eerste les 'kweken' ook te maken met het opstellen van een hypothese en hebben dit blijkbaar goed onthouden. Daarna spraken we kort over de vorm waarin onderzoeksgegevens gepresenteerd kunnen worden. In het voorbeeld heb ik aangegeven dat ik foto's wilde gaan maken en bovendien nog een grafiek. Voor de kinderen was dit onderdeel hiermee voldoende toegelicht.

Het invullen van het onderzoekswerkblad

De kinderen maakten bij het invullen van het werkblad goed gebruik van het voorbeeld en de vragen die ze zelf geplaatst hadden op de 'wat willen we weten'-muur. Ze waren erg enthousiast en opperden goede ideeën. Na wat tips werden er goede onderzoekbare vragen geformuleerd. Om de kinderen op weg te helpen met hun onderzoeksvraag had ik een gesprek met hen over welke vragen van de 'Wat willen we weten'-muur gebruikt konden worden als onderzoeksvraag.



Bekijk hiervoor het filmpje 419. Wat is een goede onderzoeksvraag?

Een aantal voorbeelden:

- Je handen was je altijd met zeep. Dit groepje vroeg zich af welke zeep je handen het beste schoonmaakt. Daarnaast maakte een leerling de volgende opmerking: "Maakt zeep wel echt schoon?" De volgende onderzoeksvraag werd hierbij geformuleerd: 'Maakt zeep je handen wel echt schoon (en welke zeep maakt je handen het beste schoon)?'.
- Uit een meidengesprek over nagellak ontstond spontaan de vraag of nagellak gebruikt kan worden als conserveermiddel. Een leerling maakte echter wel de volgende opmerking: "Maar dan kunnen we het natuurlijk niet meer eten."
- Uit de discussie over de beschimmelde kaas en de schimmelkaas kwam de volgende vraag: "Hoe kan een schimmelkaas nou nog verder schimmelen, hij is toch al beschimmeld?" De volgende vraag werd hierbij geformuleerd: 'Kan schimmelkaas verder schimmelen en op welke plek schimmelt die het best?'.

Ik merkte dat het opstellen van een plan van aanpak nog lastig was voor de kinderen. Ze wisten wat ze nodig hadden, maar schreven dit niet altijd even duidelijk op. Daarnaast hadden niet alle groepjes hun hypothese beargumenteerd.

Project 'Infecties' de klas in!

Het werkblad is te downloaden via de website www.wkru.nl/boek.

Onderzoekswerkblad bij thema 'Infecties'
Naam van de onderzoeker: _____
Wat ga je doen? Je gaat een onderzoek bedenken rondom het thema infecties. Denk goed na wat je wilt gaan onderzoeken. Denk ook aan de lessen: - Kweken. - Bederven en conserveren. - Vaccineren.
Wat wil ik gaan onderzoeken? Noteer hieronder de onderzoeksvraag:
Hoe wil je het onderzoek gaan doen? Wat heb ik nodig? Hoeveel tijd heb ik nodig? Waar voer ik het onderzoek uit?
Wat denk je dat er uit het onderzoek komt? (de hypothese) Ik verwacht dat.....
Hoe ga je het presenteren aan de klas?

Infecties

Onderzoeksvraag. 'Wat bederft eerder: fruit in de zon of fruit in de schaduw?'

Bij het plan van aanpak hadden deze kinderen opgeschreven dat ze fruit nodig hadden en een bordje voor in de zon en een bordje voor in de schaduw. Ik vond dit echter te summier en ben in gesprek gegaan met deze kinderen over welk fruit ze wilden gaan testen en of ze het fruit heel lieten of juist niet. In het gesprek kwam ik er achter dat de kinderen hier al wel over nagedacht hadden maar er niets over hadden opgeschreven.

Aan het einde van de les heb ik de werkbladen ingenomen en de kinderen feedback gegeven op hun eerste opzet. De feedback heb ik gegeven in de vorm van vragen zodat de kinderen zelf gaan nadenken en discussiëren over verbetering van de onderzoeksopzet. De onderzoeksvragen zijn ook klassikaal besproken.



Bekijk het filmpje 420. Bespreken van de onderzoeksopzet voor een klassikale bespreking van de onderzoeksvraag 'Wat bederft eerder pindakaas met stukjes of pindakaas zonder stukjes?'.



Stap 4. Uitvoeren van het experiment

In deze stap voeren de kinderen het onderzoek uit zoals van tevoren was bedacht. Waarnemingen worden vastgelegd in een logboek en de betekenis ervan wordt besproken in het groepje (eventueel met de leraar erbij). Ze leiden uiteindelijk tot resultaten.



In het filmpje 421. Stap 4: Onderzoek uitvoeren beschrijven leraren in het kort hoe de uitvoering van het onderzoek in de klas verliep.

Logboeken

De kinderen hebben de uitvoering van hun onderzoek en het bijhouden van het logboek in hun eigen (zelfstandige) werktijd gedaan. Ieder groepje had een schriftje dat gebruikt kon worden als logboek. Het onderzoeksplan stond hier ook in. De leraren voorzagen in het logboek de onderzoeksvraag en het plan van aanpak van feedback. De kinderen beschikten iedere dag over ongeveer drie uur zelfstandige werktijd. Ze hebben vervolgens twee weken de tijd gehad voor de uitvoering van hun onderzoek. Dit deden ze op zowel geplande als ongeplande momenten. In de logboeken hebben de kinderen duidelijk en overzichtelijk bijgehouden hoe het onderzoek verliep. Ze konden ook mondeling aangeven wat de veranderingen waren.



Het pindakaas onderzoeksteam.

Project 'Infecties' de klas in!

Onderzoek. *'Wat bederft eerder; een boterham zonder iets erop of een boterham met smeerkaas en waar bederft het eerder?'*

De kinderen hebben boterhammen ingesmeerd met smeerkaas en boterhammen zonder iets gepakt. Vervolgens hebben ze deze boterhammen op een bordje in de zon en op een bordje in de schaduw gezet. Ze hebben iedere dag gekeken, foto's gemaakt en de boterhammen vergeleken. In dit onderzoek ging het ten eerste om de verschillen tussen de stukjes brood en ten tweede om de verschillende plekken. Met dit groepje hebben we eerst gekeken naar het bordje in de zon, daarna het bordje in de schaduw en deze ten slotte vergeleken. Uit het onderzoek kwam naar voren dat de producten op het bordje in de zon uitdrogen en het bordje in de schaduw niet. Daarnaast ging de smeerkaas stinken en was deze op beide bordjes erg vies.



Boterham met en zonder smeerkaas in de schaduw.



Boterham met en zonder smeerkaas in de zon.

Uit het onderzoekslogboek:

- 27-3 We zijn begonnen. We hebben drie sneedjes, één vochtig, één met smeerkaas en één met zo'n korst onder. We hebben twee bordjes, één in de schaduw en één in de zon.
- 28-3 Het bakje in de schaduw. De smeerkaas is helemaal in het brood getrokken. Het brood dat vochtig was is helemaal opgedroogd en het brood is hard geworden. De smeerkaas is ook hard geworden en stinkt een beetje. Het brood met de korst is gewoon hard geworden, knisperig.
- Het bakje in de zon. Het brood dat vochtig was is ook hard en knisperig geworden. Het brood met de korst met de smeerkaas is hard geworden. Je ziet de smeerkaas nog wel, maar het is keihard geworden
- 29-3 Het brood in de zon dat vochtig was is nog steeds erg nat, dat met de korst is niks veranderd. De met smeerkaas erop is niks veranderd alleen is er een klein scheurtje in gekomen.
- Het bordje in de schaduw. Het brood dat vochtig was is een stukje vanaf gebroken. De met korst is niks veranderd. De met smeerkaas is bruin geworden en ziet er glad uit.
- 2-4 Het bordje in de zon. Het brood wat vochtig was wordt nu een beetje donker bruin aan de zijkant. Het brood met de korst. De korst breekt een beetje af en gaat een heel heel klein beetje schimmelen (kleine zwarte puntjes). Die met smeerkaas. De smeerkaas lijkt wel bijna los te breken, er zit een klein scheurtje in.
- Het bordje in de schaduw. De smeerkaas is nog wat bruiner geworden. Die eerder vochtig was zijn wat gaatjes in gekomen. De met de korst is wel harder geworden.
- 3-4 Het bordje in de zon. Het natte brood wordt in het midden wat donker bruin. De korst wordt wat lichter bruin. In de smeerkaas is een vrij grote luchtbel ontstaan.....

Infecties

Onderzoek. *'Hoe lang duurt het voor een druif een rozijn wordt en gaat dat vanzelf?'*

Er zijn drie verschillende onderzoekssituaties gecreëerd:

- een schoteltje met een hele druif;
- een schoteltje met een halve druif;
- een schoteltje met een druif waaruit eerst het vocht is gehaald.

De druiven hebben voor het raam in de zon gelegen. De resultaten zijn bijgehouden in een logboek en uiteindelijk zijn de resultaten ook geproefd.

Het onderzoek heeft veel tijd in beslag genomen. De leerlingen waren benieuwd of ze het droogproces konden versnellen en hebben daarom vervolgonderzoek uitgevoerd met druiven in de magnetron.

Onderzoek. *'Maakt zeep de handen wel echt schoon?'*

De leerlingen hebben 4 verschillende soorten zeep met elkaar vergeleken: karnemelkzeep (uit een pompje), een blok zeep, een papieren velletje zeep (hygiënedoekje) en afwasmiddel. Bij dit onderzoek is gebruik gemaakt van 8 petrischaaltjes met voedingsbodem. De eerste 4 schaaltes zijn 'gemaakt' van ongewassen handen. De tweede serie van 4 is gemaakt na het wassen van dezelfde hand met één van de soorten zeep. Iedere leerling heeft één soort zeep gebruikt. De leerlingen hebben opgemerkt dat ze met verschillende soorten 'schone handen' te maken hadden, omdat het om verschillende kinderen ging. Ze hebben wel op hetzelfde moment van de dag hun monsters genomen en ze hadden geen extreme handelingen verricht (in een zandbak gezeten of zo). De onderzoeksresultaten zijn door de leerlingen iedere dag met elkaar vergeleken en de bacteriegroei is getekend.

Onderzoek. *'Wat bederft eerder, een appel of sinaasappel in de zon of in de schaduw?'*

De leerlingen hebben een appel en een sinaasappel in stukken gesneden en deze op een bordje in de zon en op een bordje in de schaduw gelegd. Vervolgens hebben ze deze iedere dag met elkaar vergeleken en gekeken wanneer de vrucht eerder bederft, in de zon of in de schaduw. De resultaten zijn gefotografeerd en de leerlingen hebben hun bevindingen bijgehouden in een logboek.



Onderzoek naar bederven van een appel en sinaasappel.



Bekijk voor een interview met dit groepje het filmpje 422. Onderzoek uitvoeren: Hoe lang duurt het voordat vruchten bedorven zijn?

Onderzoek. *'Wat bederft eerder pindakaas met of zonder stukjes?'*



Bekijk voor een interview met dit groepje het filmpje 423: Onderzoek uitvoeren: 'Wat bederft eerder pindakaas met of zonder stukjes?'.

"We zetten de bordjes met pindakaas in de zon, want op het etiket staat dat je het droog en donker moet bewaren. Nu bederft het vast eerder." (Leerling)

Project 'Infecties' de klas in!



Stap 5. Concluderen

In deze stap trekken de kinderen conclusies uit hun resultaten en dit kan leiden tot vervolgvragen. Het trekken van conclusies hebben de kinderen gedaan aan de hand van het logboek en de gemaakte foto's. Ze kwamen erachter dat het soms lastig was om conclusies te trekken uit alles wat beschreven stond in het logboek. Met behulp van een voorbeeldvraag 'Hoe groeit een zonnebloem het best, in de zon, in de schaduw of in het donker?' hebben we met de kinderen geoefend om de belangrijkste delen uit het logboek te halen. We bekeken eerst de groei van de zonnebloem in de zon van alle dagen en daarna de zonnebloem in de schaduw en ten slotte die in het donker. Het is dus belangrijk om de kinderen te wijzen op de verschillen die ze gebruiken. In het geval van de zonnebloem heb je de verschillende dagen, maar ook de verschillende plaatsen: in de zon, in de schaduw en in het donker.



In het filmpje 424. Stap 5: Concluderen lichten de leraren nog kort toe hoe zij deze stap met de kinderen doorlopen en hoe ze aansturing geven.

De resultaten werden goed bekeken, maar spraken elkaar soms tegen. Zo waren de handen van leerling 1 met zeep viezer en de handen van leerling 2 met zeep schoner dan het wassen van de handen met alleen water. Ook was er nog niet in alle gevallen een verandering te zien. Bij het laten bederven van de pindakaas was bijvoorbeeld nog niks veranderd. De pindakaas zag en voelde er nog net zo uit als twee weken daarvoor. Met deze resultaten is het lastig om een conclusie te trekken. De kinderen kwamen erachter dat de omstandigheden niet altijd optimaal waren om het gewenste resultaat te krijgen. Zo hadden veel kinderen bijvoorbeeld brood en andere producten in de zon gelegd met de verwachting dat het dan zou bederven, het droogde echter alleen maar uit. De leerlingen kwamen op deze manier tot nieuwe inzichten en nieuwe vragen.

Enkele conclusies

- **Onderzoeksvraag.** 'Is nagellak te gebruiken als conserveermiddel?'
Nagellak is niet te gebruiken als conserveermiddel omdat je nagellak niet kunt eten. Smeer je nagellak op de producten dan zijn deze ook niet meer eetbaar. Het eten blijft er wel beter uitzien met nagellak erop. De kaas met nagellak ziet er lekkerder uit dan de kaas zonder nagellak. De kaas zonder nagellak is ook harder en heeft bruine randjes.
- **Onderzoeksvraag.** 'Kan schimmelkaas verder schimmelen? En op welke plek schimmelt het het best?'

Schimmelkaas kan verder schimmelen. De schimmelkaas schimmelt het snelst in het bakje omdat het daar heel vochtig is en de warmte wordt vastgehouden. In de koelkast blijft de schimmelkaas het langst goed en dat komt omdat hij daar op de juiste temperatuur bewaard wordt.



Schimmelkaas op dag 6 in het bakje en in de koelkast.



Stap 6. Presenteren van resultaten



Bekijk het filmpje 425. Stap 6: Presenteren waarin de leraren een korte samenvatting geven van deze stap.

In deze stap maken de kinderen een presentatie waarin ze de opzet, uitvoering, resultaten en conclusies verwerken. De uitkomst van het experiment en daarmee het antwoord op de onderzoeksvraag wordt aan de rest van de klas kenbaar gemaakt. Het delen van opgedane ervaringen met leeftijdsgenoten is erg belangrijk voor de ontwikkeling van de eigen en andermans kennis.

Nadat ze de conclusie geformuleerd hadden, startten de kinderen met het maken van een PowerPointpresentatie of een poster. In de klas is gesproken over het maken van een presentatie en is verteld wat hier allemaal in terug te vinden moet zijn. Met elkaar kwamen de kinderen tot de volgende onderdelen:

- Titelpagina;
- Onderzoeksvraag;
- Hypothese;
- Plan van aanpak;
- Beschrijving van het proces (met foto's van de resultaten);
- Onderzoeksresultaten en conclusie;
- Vervolgonderzoek.

De kinderen hebben een week de tijd gehad om de presentatie voor te bereiden. Ook hier hebben ze tijdens de zelfstandige werktijd aan gewerkt. Ze vonden het spannend om hun onderzoek te presenteren, maar hebben dit erg goed gedaan. Alle punten die van tevoren waren besproken, kwamen in de presentatie terug. Ook zijn er leuke vervolgonderzoeken naar voren gekomen. De grootste ontdekking die de kinderen gedaan hebben, is dat brood in de zon uitdroogt en niet snel verder bederft. De kinderen waren in de veronderstelling dat brood juist snel zou bederven omdat het in de warme zon staat. De kinderen hadden echter geen rekening gehouden met uitdroging. Bij het vervolgonderzoek zouden de kinderen het brood vochtig maken en misschien in een zakje doen om te kijken of het dan eerder bederft.



Bekijk de presentaties van de verschillende onderzoeken in de volgende filmpjes:

426. Onderzoek presenteren: Brood in de zon en in de schaduw.

427. Onderzoek presenteren: Waarmee worden je handen schoner met een appel of met water?

428. Onderzoek presenteren: Kan een schimmelkaas verder schimmelen? Zo ja, waar dan het snelst?

Project 'Infecties' de klas in!

Powerpointpresentatie van het groepje dat onderzoek heeft gedaan naar hoe lang het duurt voordat fruit bedorven is.

Slide 1. Titelpagina
'Het bedorven van fruit'.

Slide 2. Onderzoeksvraag
Onze onderzoeksvraag is: Hoe lang duurt het voordat fruit bedorven is?
(in de zon en in de schaduw)

Slide 3. Plan van aanpak.
We hebben twee vruchten gepakt en hebben ze in 4 stukjes gesneden.
2 stukjes hebben we in de zon gelegd en 2 stukjes in de schaduw. Dat hebben we met een appel en een sinaasappel gedaan.

Slide 4. Hypothese
Onze hypothese: Wij denken dat het sneller bederft in de zon dan in de schaduw omdat het fruit in de zon warm wordt.

Slide 5. Samenvatting
Dag 1:
Hebben wij twee vruchten gesneden in 4 stukken. En twee stukken in de zon en twee stukken in de schaduw, dat hebben we bij een appel en sinaasappel gedaan.

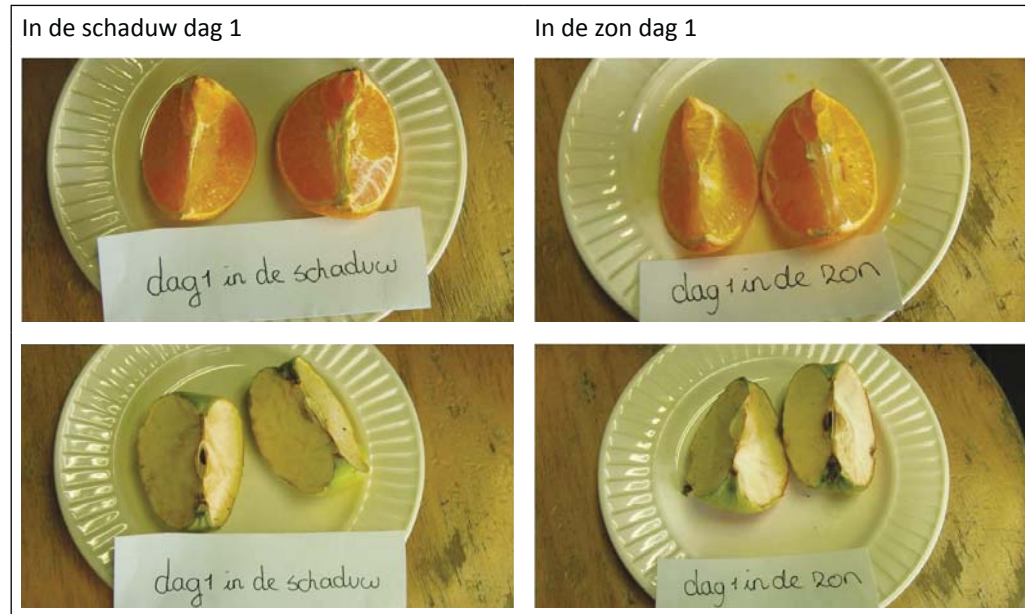
Dag 2:
's Ochtends gingen we kijken hoe de appel en sinaasappel eruit zagen!
De sinaasappel was gerimpeld en best wel hard in de schaduw en in de zon. De appel in de zon wordt bruin.

Dag 6:
We hebben overeenkomsten gemaakt: appel klein, sinaasappel hard, appel wordt langzamerhand bruin.

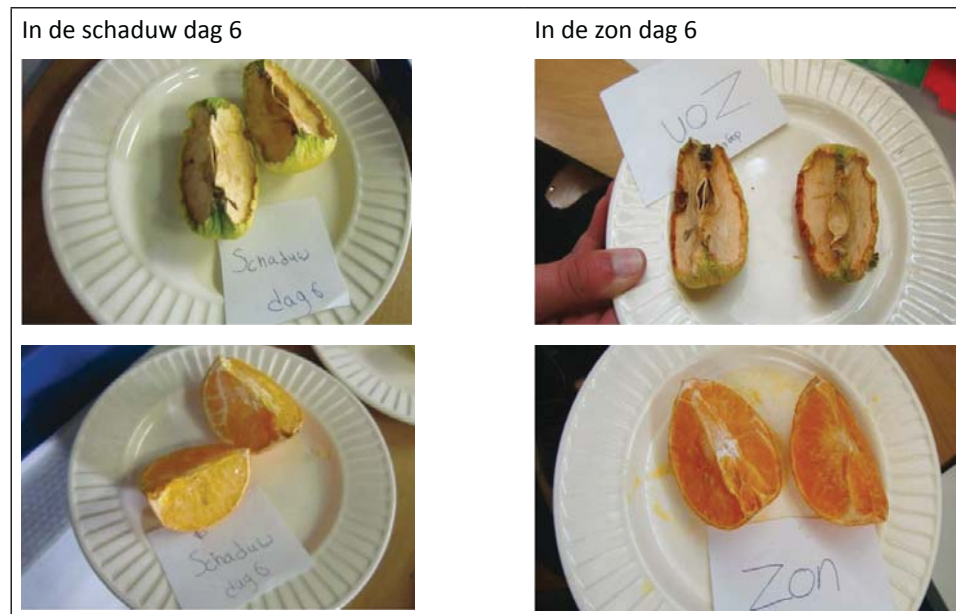
Dag 7:
Zon: de appel is gekrompen, de sinaasappel is niet veranderd.
Schaduw: beide vruchten zijn zacht en gekrompen!

Infecties

Slide 6.



Slide 7.



Project 'Infecties' de klas in!

Slide 8.

In de schaduw dag 14



In de zon dag 14



Slide 9. Uitslag/ conclusie

De uitslag/ conclusie is dat de appel in de schaduw minder erg is gekrompen dan in de zon en de sinaasappel in de zon en de schaduw niet heel veel verschillend zijn.

Na dag 1 zagen de vruchten er al niet lekker meer uit. De vruchten zouden wij niet meer eten!

Vervolgonderzoek? De volgende keer kunnen we meer vruchten testen en de schil om de vruchten laten.



Stap 7. Verdiepen/ verbreden



In het filmpje 429. stap 7: Verdiepen geven de leraren een korte samenvatting van deze stap.

In deze stap verzilvert de leraar de opbrengst door de begrippen verder te conceptualiseren. Dit wordt gedaan door de inhoudelijke opbrengsten te verbreden en betekenis te geven in andere contexten, en samenhang aan te brengen met andere concepten.

Eén van de dingen die we doen om dit te bereiken, is aan het einde terugkomen op de 'wetenmuur'. Vragen die de kinderen eerder in het project stelden, kunnen ze nu zelf beantwoorden.



Benieuwd wat de kinderen geleerd hebben? Bekijk dan het filmpje 430. Terugblik op vragen van de wetenmuur bij stap 7.

De les van Mihai was, ondanks het feit dat het niet de laatste les was, een les waarin de kinderen nog meer de diepte in zijn gegaan, zoals stap 2 les 3 over vaccineren laat zien. De kinderen konden vragen stellen aan een onderzoeker, die ze vanuit de lessen hadden geformuleerd op de 'wat willen we weten'-muur, voordat ze met hun onderzoek aan de slag gingen. Ten eerste motiveerde dit de kinderen nog meer om zelf aan de slag te gaan en daarnaast beschikten ze over meer voorkennis voordat ze aan het onderzoek begonnen.

Uit de opgestelde onderzoeken zijn ook nieuwe verdiepende en verbredende onderzoeksvragen voortgekomen. De pindakaas blijft voorlopig op de vensterbank staan en de kinderen willen zeker gaan onderzoeken of een boterham in een zakje (met of zonder vocht) eerder bederft dan een boterham in de zon. Helaas lopen we nu tegen het einde van het schooljaar aan en moet het onderzoek op school gestaakt worden. Natuurlijk hopen we dat de kinderen thuis en in de zomervakantie verder gaan.

Project 'Infecties' de klas in!

4.2.2 Aanvullingen van het project 'Infecties' op basisschool de Arnhorst

Özlem Özyılmaz (pabo-studente aan de HAN)

Wendy Beukema (lerares basisschool de Arnhorst)

Wetenschap en Techniek op basisschool de Arnhorst

Basisschool de Arnhorst doet dit jaar voor een tweede keer mee in een projectteam dat de vertaling van een wetenschappelijk onderwerp naar de klas wil bieden. Onderzoekend leren is dus niet geheel nieuw hier. Het vorige jaar heeft de Arnhorst deelgenomen aan het project 'Angst'.



Stap 1. Introductie

Bacteriën kookworkshop

Voor de introductie van het onderwerp gaven we de kinderen een korte kookworkshop om ze te confronteren met bacteriën. Hiervoor namen we beschimmelde groenten en vieze pannen mee, evenals verse groenten die bereid werden in een schone pan. Na veel snijwerk konden de enthousiaste kinderen met rode en groene blaadjes een gerecht kiezen. Rood was voor een beschimmeld gerecht en de groene blaadjes stonden voor een vers gerecht. Natuurlijk koos iedereen voor een vers gerecht en zagen we allemaal groene blaadjes in de lucht. We lieten de kinderen hun beslissing motiveren. Hierbij vertelden ze onder andere dat het 'rode' gerecht vies was en stonk. En het 'groene' gerecht rook naar groente en had mooie kleuren.

Hierna vroegen we de kinderen of ze konden uitleggen wat er gebeurd was met de groente die niet zo lekker rook. *"De vieze groente is beschimmeld."* Hierop vroegen we of er nog meer aan de hand was met die groente. Veel kinderen gaven hetzelfde antwoord. De groente was sappig, het stonk en zag er vies uit. Daarna vertelden ze dat er ook bacteriën zaten op de groente.

Presentatie over bacteriën

Na de kookworkshop vertelden we dat bacteriën op groente zitten om 'levende' groente te laten vergaan. De voorkennis van de kinderen werd geactiveerd met een woordweb, waarna we een PowerPointpresentatie gaven over bacteriën. In deze presentatie kwamen de volgende aspecten aan bod:

- Wat bacteriën zijn en hoe ze eruit zien (de verschillende soorten vormen die ze kunnen hebben en de onderdelen van een bacterie) en waar ze voorkomen.
- Antonie van Leeuwenhoek; wat hij deed, wanneer hij geleefd heeft en dat hij de eerste was die met een microscoop een bacterie heeft gezien.
- De eigenschappen van bacteriën.
- Wat bacteriën nodig hebben om zich te vermenigvuldigen.
- Hoe bacteriën zich vermenigvuldigen en hoe lang dat duurt.
- Wat ons lichaam doet om ons te beschermen tegen slechte bacteriën.
- Wat schimmels en virussen zijn en het verschil daartussen (bv dat virussen in tegenstelling tot bacteriën en schimmels geen micro-organismen zijn, omdat ze anders gebouwd zijn, zie ook het kenniskader op pagina 152).

Infecties

Omdat ze tijdens de les over vaccinaties ook begripen als schimmels en virussen zouden tegenkomen hebben we deze kort behandeld. “Wat zijn schimmels?” “Dat zie je vaak op kaas en brood”, vertelde één kind. Een ander voegde toe: “Ja, en dan zie je veel kleine haartjes.” “Weten jullie ook wat een virus is?” “Een virus krijg je in je computer en dan kan je niks meer doen op je computer en dan is je computer kapot en moet je een nieuwe kopen.” Dit bestaat natuurlijk ook, maar was niet het soort virus dat we bedoelden. We bedoelden het soort virus dat wij in ons lichaam kunnen krijgen, waardoor we ziek kunnen worden. De kinderen werden zich ervan bewust dat bacteriën overal zitten en dat je er ziek van kunt worden, maar dat dat niet altijd het geval is. Het was niet de bedoeling zat ze door de les smetvrees kregen, want veel bacteriën zijn ook goed voor ons. Deze goede bacteriën beschermen ons weer voor de slechte bacteriën, die ziekten kunnen veroorzaken.

Bacteriën kweken

Tijd om zelf aan de slag te gaan met de bacteriën! Ik heb ervoor gekozen om de kinderen zelf met petrischaaltjes aan het werk te zetten en zo de bacteriën zichtbaar te maken. Tijdens de uitleg hebben de kinderen begripen gehoord als petrischaaltjes en swappen. Eén kind vroeg waarom de kleur rood was en wat er in het petrischaaltje zat. Ik legde uit dat het schapenbloed was (zie kenniskader ‘Petriskaaltjes’ op pagina 162). Daarna legde ik de kinderen uit dat je op een petrischaaltje de groei van bacteriën kunt zien. We vroegen ze wat bacteriën nodig hebben om te groeien. De kinderen begrepen dat bacteriën (net als mensen) om te groeien eten en drinken nodig hebben. Daarom zit er in een petrischaaltje een voedingsbodem. Ook vroeg een kind: “Wat betekent swappen?” Het antwoord: met een wattenstaaf op een petrischaaltje vegen om de bacteriën goed te verdelen.

Hierna begonnen de kinderen met het zoeken van een plek voor het onderzoeken van bacteriën. Ze liepen als mieren door de klas en vroegen wat ze konden onderzoeken en of er ook bacteriën op zaten. Vervolgens hebben de leerlingen op de lijst geschreven wat ze hebben onderzocht en planden ze om iedere dag een foto te maken van het petrischaaltje. Daarnaast gaven we ze de opdracht om een logboek bij te houden. Een logboek is ten eerste leuk om later in te kijken, maar is ook voor ons handig ter controle. Zo kunnen we zien hoe ze het project vonden en wat ze ervan geleerd hebben. Niet iedereen was enthousiast over het logboek, omdat voor enkele leerlingen het schrijven een angst meebracht om fouten te maken. Maar na onze uitleg dat het logboek niet beoordeeld zou worden op spelling, gingen ze ermee aan de slag.

De kinderen onderzochten de volgende plekken op de groei van bacteriën: toetsenbord, koffieautomaat, tafel, whiteboard, aanrecht, theedoek, kraan, deurklink, zweetvoet, wc-bril, tong, draaiknop kraan, computer, prullenbak, raam, printer, trapleuning, meisjes wc-bril.

Experiment: Hoe verspreiden bacteriën zich?

Voor de sluiting van de les heb ik de jodium-aardappelzetmeelproef gedaan. Nodig zijn: 2 personen, aardappelzetmeel, wasbak, handdoek, jodium. Persoon 1 doet een beetje aardappelzetmeel op zijn/ haar hand en smeert dit uit. Persoon 2 wast zijn/haar handen en droogt ze af. Meestal blijven de handen nog een beetje vochtig. Dan geeft persoon 1 persoon 2 een hand. Vervolgens wordt op de ‘droge’ hand van persoon 2 wat jodium gedaan. De plekken op de hand waar het aardappelzetmeel is overgedragen kleuren donkerblauw wanneer er jodium op wordt gedaan. Hiermee toon je aan dat het overdragen van bacteriën heel snel en ongezien kan gebeuren. In dit experiment staat het aardappelzetmeel model voor bacteriën. Wanneer je een ander een hand geeft of een vieze deurkruk vastpakt of..., dan gaan de bacteriën dus heel snel over op een ander. De kinderen vonden het erg leuk dat ze de ‘bacteriën’ op deze manier konden zien. We stonden

Project 'Infecties' de klas in!

gezamenlijk stil bij het feit dat je niet bang moet zijn om iemand een hand te geven. Dit proefje is niet bedoeld om kinderen smetvrees 'aan te praten', maar om ze te leren dat er ontzettend veel bacteriën zijn en dat ze van de meesten niet ziek worden.

Huiswerkopdracht. Waar ben jij tegen ingeënt?

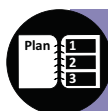
Als overgang naar het onderwerp vaccineren kregen de kinderen een huiswerkopdracht mee. De huiswerkopdracht luidde:

- Zoek op/ vraag met welke vaccinaties je bent ingeënt.
- Onderzoek voor welke ziekten deze vaccinaties je beschermt.

Tijdens de bespreking in de volgende les hebben we de nadruk gelegd op welke inenting de kinderen hebben gehad en tegen wat voor soort infectie dit was: een bacterie of een virus. De kinderen noemden ook de inentingen die ze krijgen wanneer ze op vakantie gaan. Ook de inenting tegen de Mexicaanse griep is ter sprake gekomen. "Ik geloof dat ik ingeënt ben voor de Mexicaanse griep?" "Ja, ik ook en ook voor hepatitis A?" Dit hebben we kort besproken en sloot ook mooi aan bij het artikel dat we daarna zouden gaan bespreken.

*Artikel bespreken 'Toename aantal besmettingen'*⁶

Als afsluitende opdracht kregen de kinderen een actueel artikel over vaccinaties. Dit konden ze zelfstandig lezen en daarna 5 minuten in hun groep bespreken, waarna we het samen klassikaal doornamen. Hiervoor kregen ze de volgende stelling: 'Ik vind het belangrijk dat we vaccinaties hebben'. Wanneer iemand zijn mening wilde geven, kon die gaan staan. Daarbij kwamen de volgende reacties: "Ik vind het belangrijk dat er vaccinaties zijn, want ik wil niet ziek worden." "Ik vind het goed dat er vaccinaties zijn, want dan kunnen ze de mensen in arme landen ook helpen." Op de onderzoekstafel heb ik folders van het consultatiebureau over inentingen neergelegd waarin alle leerlingen konden kijken.



Stap 3. Onderzoek opzetten

Een goede onderzoeksvraag opstellen

Deze les was er een echte onderzoeker aanwezig die ons hielp met het bedenken van een goede onderzoeksvraag. Onze gast was Marije Oosting. Na een korte uitleg over de indeling van de les stelde ze zich voor aan de klas.

Ook bespraken we wat criteria zijn voor een goede onderzoeksvraag⁷:

- Je moet leren van de vraag;
- Je moet het antwoord nog niet weten;
- Je moet de vraag kunnen begrijpen;
- Je moet het antwoord kunnen vinden (niet achter de pc);
- De vraag moet bij het thema passen;
- De vraag moet open zijn. Geen ja/nee antwoord.

Deze criteria hingen we op het prikbord, samen met een tabel waarin stond dat een goede onderzoeksvraag vaak begint met een hoe/wat/waar zin. Een goede onderzoeksvraag begint vaak niet met een 'waarom', omdat dan een uitleg wordt gegeven over de situatie en dat dus niet onderzoeksgericht is. Na de uitleg konden de kinderen in hun groepjes zitten en een vraag

Infecties

bedenken. Tijdens de gesprekken van de groepen bleek het voor de kinderen moeilijk om een vraag te bedenken. Zoals een groep die van iedereen zijn oorsmeer, speeksel en slijm wilde onderzoeken, om te achterhalen wie het 'viest' was. We attenderden hen erop dat dat misschien geen goed idee was, want de desbetreffende kinderen zouden dat niet leuk vinden.

Mindmappen als onderdeel van de onderzoeksopzet

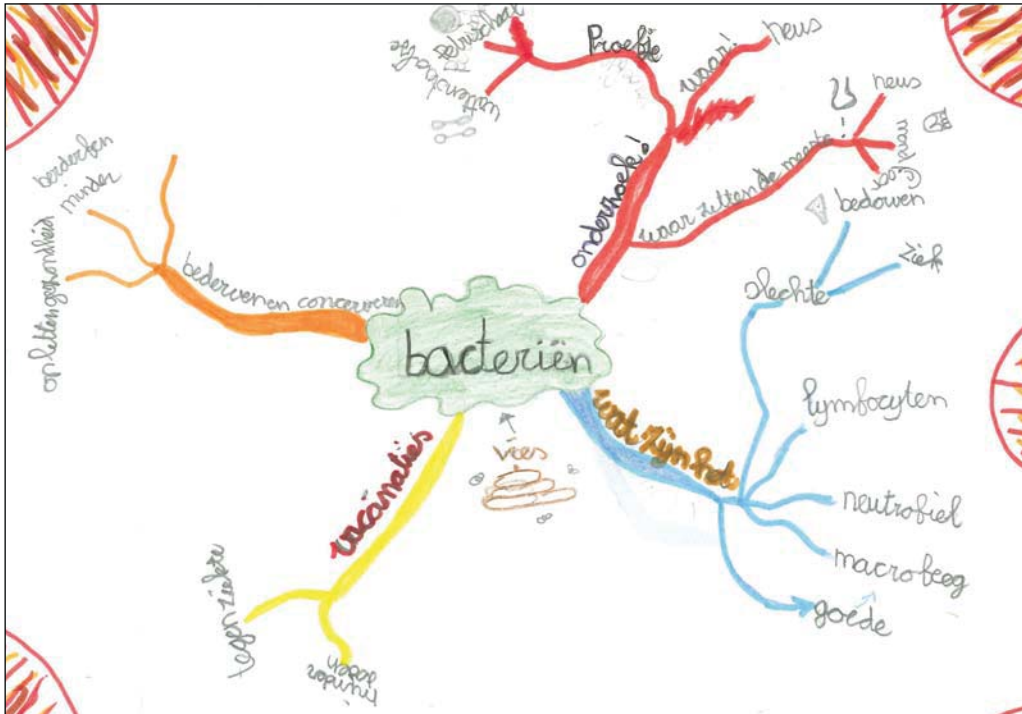
Voorafgaand aan het mindmappen hadden de kinderen al een onderzoeksblad ingevuld. Bij één van de vragen was het de bedoeling dat ze een woordweb of een mindmap gingen maken. Ze hadden in de eerste les een woordweb gemaakt, dus wisten ze nu hoe dat moest. Het verschil tussen een woordweb en mindmap is dat bij een woordweb alleen woorden worden gebruikt, terwijl bij een mindmap ook kleuren en tekeningen worden geplaatst. Dit zorgt ervoor dat de hersenen de gegevens beter en sneller onthouden.

De 6 onderzoeksvragen van de groepjes waren:

- 'Waar zitten de meeste bacteriën: in een open of gesloten doosje lipgloss?'
- 'Wat bederft sneller? Koffie of een gebruikt koffiefilter?'
- 'Waar zitten de meeste bacteriën: in de neus, het oor of in de mond?'
- 'Waarmee worden je handen het schoonst?'
- 'Waar bederft slagroomtaart het snelst?'
- 'Wanneer bederft macaroni het snelst, in het donker of in het licht?'



Project 'Infecties' de klas in!



Stap 4. Onderzoek uitvoeren

Enkele beschrijvingen van het uitgevoerde onderzoek

Onderzoek. 'Waar zitten de meeste bacteriën in: in een open of gesloten doosje lipgloss?'

De kinderen bedachten het onderzoek naar aanleiding van hun lipgloss die op tafel lag. Hierna bedachten ze een goede vraag. Ze zochten ook uit of er meer bacteriën waren in het donker of in het licht. Ze gaven vooraf aan dat ze 4 petrischaaltjes nodig hadden, een gesloten en een open doosje lipgloss, en wattenstaafjes. Aan het einde van het onderzoek kwamen ze erachter dat de lipgloss die niet gebruikt was in het donker meer bacteriën bevatte. Dit was verwarrend en niet conform hun hypothese. Nadat alle groepen hun onderzoek hadden afgerond stelden ze allemaal een vraag aan de onderzoekster (Marije). De vraag van het groepje 'de glossie's' was: "Waarom zijn er meer bacteriën in de niet-gebruikte-lipgloss?" Het antwoord van de onderzoeker was: "Ik heb hier samen met mijn collega over gepraat en we snappen het eigenlijk niet helemaal. Je zou mogen verwachten dat de lipgloss geen bacteriën bevat als het uit de fabriek komt. Als dit wel het geval is, dan kan het zelfs gevaarlijk zijn voor de mensen die het gaan gebruiken. Misschien is de lipgloss die jullie hebben gebruikt al open geweest waardoor bacteriën en schimmels al naar binnen zijn gegaan. Daarnaast hadden we nog een andere oorzaak bedacht; op de buitenkant van ieders lippen zitten heel veel enzymen die in staat zijn eiwitten af te breken. Bacteriën bestaan ook voornamelijk uit eiwitten. Het kan zijn dat de bacteriën die al in de lipgloss zaten, werden afgebroken door de enzymen op de lippen, waardoor de bacteriën niet meer konden groeien op de kweekplaten."

Infecties

Onderzoek. *‘Wat bederft sneller: koffie in een kopje of koffie in een gebruikt koffiefilter?’*

Het groepje ‘de koffietantes’ kwam op het idee na een gesprek met hun lerares. “Ja, juf jij drinkt veel koffie.” Hierna bedachten de leerlingen dat ze koffie in een kopje en koffie in het koffiefilterzakje wilden onderzoeken. Hun vraag luidde als volgt. *‘Wat bederft sneller: koffie of koffiefilterzakje?’* Hun conclusie was dat de koffie in het koffiefilterzakje niet heel snel bederft. Hun vraag aan de onderzoeker was daarom ook: *“Waarom bederft de koffie in het filterzakje niet?”* Het antwoord hierop was: “De koffie in het filterzakje zou wel moeten bederven. Uit eigen ervaring kan ik zeggen dat als je het filter vergeet uit de koffiezetter te halen, de koffie behoorlijk kan gaan schimmelen. Het is in dit geval beter om te zeggen dat de koffie in het kopje sneller was gaan schimmelen dan de koffie in het filter. Schimmels hebben vocht en donkere ruimtes nodig om goed te groeien, was de koffie in het filter nog wel vochtig genoeg? En schimmels groeien ook veel beter als er een beetje suiker aanwezig is, zat er toevallig suiker in het kopje koffie?”

Onderzoek. *‘Waar zitten de meeste bacteriën: in de neus, het oor of in de mond?’*

Het groepje ‘Bakteeriejun’ wilde weten waar de meeste bacteriën zaten, in de neus, het oor of de mond. De leerlingen hadden het plan om monsters te nemen van iedereen in de klas. We maakte het groepje duidelijk dat ze dan iemand in de klas zouden moeten vinden die erg veel bacteriën zou kunnen hebben en dat iedereen dit dan zou weten. Ze begrepen dat dit inderdaad geen goed plan was en daarom maakten ze een kweekje van hun eigen neus, mond en oor en plaatsten dat op de vensterbank. Aan het einde van het onderzoek trokken ze de conclusie dat de meeste bacteriën in de neus zaten. Hun vraag aan de onderzoeker was: *“Wat voor een bacteriën zitten er in de neus?”* Het antwoord hierop was: *“In de neus zitten verschillende soorten bacteriën. Ook dit is zeer afhankelijk van de omgeving waarin je je het meest bevindt. Als ik bijvoorbeeld buiten werk, heb ik andere bacteriën in mijn neus dan iemand die de hele dag achter een computer werkt. In je neus zitten voornamelijk Streptococcus pneumoniae en Haemophilus influenza. Dit zijn bacteriën die normaal geen kwaad kunnen maar als je immuunsysteem minder goed werkt, kun je ook behoorlijk ziek worden van deze bacteriën! Daarnaast brengen de mensen die vaak in hun neus peuteren natuurlijk zelf ook bacteriën naar binnen. Als je bijvoorbeeld net schimmelkaas hebt gegeten, en je stopt je vinger in je neus....?! ”*

Project 'Infecties' de klas in!

ONDERZOEKSPLAN VAN: Rosanne

Checklist

[Vink aan welke onderdelen van het werkblad zijn gedaan.]

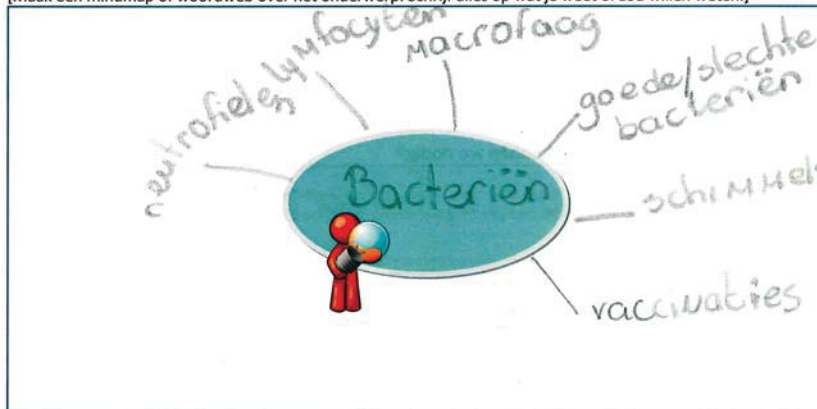
Onderdeel	Gemaakt	Goedgekeurd
1. Wat is het onderwerp?		
2. Wat weten we al?		
3. Wat gaan we onderzoeken?		
4. Met wie gaan we het onderzoek doen?		
5. Hoe gaan we het onderzoek aanpakken?		
6. Beschrijf nu stapsgewijs hoe het onderzoek wordt gedaan.		
7. Wat zal het onderzoek opleveren?		

1. Wat is het onderwerp?

Bacteriën in koffie

2. Wat weten we al?

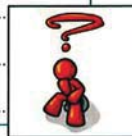
[Maak een mindmap of woordweb over het onderwerp. Schrijf alles op wat je weet of zou willen weten.]



3. Wat gaan we onderzoeken?

[Schrijf hier op wat jullie willen gaan onderzoeken. Probeer dit daarna in een vraag te zetten: de onderzoeksvraag.]

Wat sneller bederft



▪ Onze onderzoeksvraag is:

Wat bederft sneller? kopie koffie of een filter zalje met koffie

Infecties

ONDERZOEKSPLAN VAN:

4. Met wie gaan we het onderzoek doen?

[Met wie wordt samengewerkt of wie wordt gevraagd om proefpersoon te zijn? Welke doelgroep?]

Marlika, Hassan en Hassan
we zijn zelf proefkonijnen!

5. Hoe gaan we het onderzoek aanpakken?

[Door alle vragen te beantwoorden maak je een plan van aanpak.]

- Wat gaan we precies meten en hoe gaan we het meten?

.....

.....

.....



- Wat moet in het onderzoek hetzelfde blijven en wat verandert?

-tempratuure

.....

.....

- Welke hulp of materialen hebben we nodig?



kopje, koffie, filterzakje

.....

.....

- Hoeveel tijd hebben we nodig?

2 weken

.....

.....



- Waar en wanneer gaan we het onderzoek doen?

op school

.....

.....

- Wie doet wat tijdens het onderzoek?



we doen alles samen

.....

.....

Project 'Infecties' de klas in!

ONDERZOEKSPLAN VAN:

- o Hoe noteren we de onderzoeksresultaten?

in ons logboek



- o Hoe vaak moeten we het onderzoek herhalen om conclusies te mogen trekken?

1/2x

6. Beschrijf nu stapsgewijs hoe het onderzoek wordt gedaan.

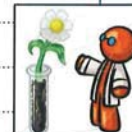
[Probeer het zo kort mogelijk op te schrijven.]



7. Wat zal het onderzoek opleveren?

[Schrijf op wat jullie denken dat er gaat gebeuren of wat het antwoord zal zijn op de onderzoeksvraag.]

we denken dat het filterzalge
het snelst bederft



Evaluaties en reflecties

Evaluaties van kinderen



Bekijk de volgende filmpjes voor de evaluaties van de kinderen:

431. Wat hebben de kinderen geleerd van het project?

432. Wat vonden de kinderen van het project?

Hieronder volgen enkele evaluaties van de kinderen uit het evaluatieformulier.

Onze onderzoeksvraag was:

- “Wat beschimmelt sneller, rauw of gebakken biefstuk?”

Wat hebben jullie gedaan om het antwoord op jullie vraag te vinden?

- “Rauwe biefstuk en gebakken biefstuk vergeleken, en zo kwamen we er achter dat rauw eerder beschimmeld dan gebakken.”

Wat dachten jullie dat het antwoord zou zijn, de hypothese? En kwam dit ook uit?

- “We dachten dat gebakken eerder zou beschimmelen dan rauw, maar helaas was dat fout, want rauw beschimmelde eerder dan gebakken.”

Wat ging er heel goed? Waarom?

- “We konden goed overleggen en we hadden geen ruzie. Als er iets niet lukte dan wist één van de vier wel weer een oplossing en dat was heel erg fijn. En gelukkig hielpen we elkaar, en iedereen had wat meegenomen voor het proefje en dat was erg fijn.”

Wat ging er minder goed? Waarom?

- “Het maken van foto's vergaten we soms.”
- “De vraag bedenken, omdat we zo snel niet op een goede vraag konden komen.”

Wat heb je in dit project geleerd over..?

- Bacteriën
“... zitten zelfs op de schoonste plekjes.”
“...hoe klein ze zijn en hoe ze worden verwijderd.”
- Bederven
“...als eten maar een heel klein beetje bedorven is kun je het soms nog eten.”
“... dat het heel erg vies eruitziet en heel snel gaat.”
- Conserveren
“... dat conserveren op heel veel manieren kan.”
- Vaccineren
“... ik wist alleen het woord nog niet.”
“... dat het belangrijk is om je in te enten.”
- Samenwerken
“.. met de groepsles kwam ik erachter dat de wc-bril echt vol met microben zit.”
“... elkaar laten uitpraten.”

Project 'Infecties' de klas in!

- Onderzoek doen
“... tijdens de groepsles ging dat echter wel goed ja.”
“... als je wilt weten hoe iets kan gebeuren of hoe het kan dat het er zo uit gaat zien dan moet je er een onderzoek naar doen en dan kom je te weten hoe het in elkaar zit.”

Noem nog drie andere dingen die je geleerd hebt in het project:

- “Dat er super veel bacteriën op je handen en op speeltoestellen zitten.”
“Dat sommige bacteriën gevaarlijk kunnen zijn.”
“Dat je van sommige bacteriën zelfs dood kan gaan.”
- “Veel nieuwe woorden zoals: conserveren.”
“Dat een schema bijhouden heel moeilijk is!!!”
“De Apple-store is schoner dan de Dixons.”
- “Samenwerken is belangrijk.”
“Niet iedereen heeft geduld.”
“Ik wist niet dat bederven zo lang duurde, en ik wist niet dat in het donker of in het licht ook wat kan bederven, en ik wist niet dat schimmel groen of blauw kon zijn.”
- “Rauw bederft voedsel sneller.”
“Bakken doodt bacteriën.”
“Hoe je een PowerPoint moet maken.”

Evaluaties van de pabo-studenten en leraren



Zie ook het filmpje 433. Evaluatie en opbrengst van het project door leraren. In dit filmpje vertellen de leraren wat de opbrengsten van dit project voor de leerlingen zijn en waarom ze het waardevol vinden om kinderen op deze manier les te geven.

Onderzoeksblad geeft handvatten

Voor de stap van het opzetten van een eigen onderzoek hebben we een onderzoeksblad gebruikt, wat we iedereen adviseren. Het scheelt heel veel voorbereidingstijd en het is tevens handig om alles later nog te kunnen nalezen. De kinderen kunnen onderling nog overleggen in hun groep. Ook hierbij is begeleiding belangrijk en kinderen hebben daar de tijd en de rust voor nodig. Vaak denken ze dat ze klaar zijn, maar merken ze achteraf dat ze over sommige aspecten nog goed hadden moeten nadenken en afstemmen, zoals bij het taartonderzoek. Bij dit onderzoek werden drie stukken slagroomtaart op verscheidene plekken gelegd om te kijken waar het eerder zou bederven, maar de leerlingen kwamen er al snel achter dat de ene tussen de struiken was verdwenen en dat het andere stuk in de koelkast door een leraar was weggegooid. Ze leerden hieruit dat ze er de volgende keer toch een briefje op moeten plakken om anderen duidelijk te maken dat dit onderzoeksmateriaal betreft.

Onverwachte resultaten leiden tot vervolgonderzoek

Het was mooi om te zien dat enkele onderzoekers verrast waren bij het trekken van conclusies. De lipglossonderzoekers bijvoorbeeld, die met gebruikte en niet-gebruikte-lipgloss een onderzoek deden naar plekken waar de meeste bacteriën zitten. Bij dit groepje bleek de nieuwe lipgloss meer bacteriën te bevatten dan de oude lipgloss. Daarom zijn de leerlingen dus, onbewust, een vervolgvraag gaan bedenken.

Infecties

Creativiteit komt naar boven

Een belangrijke vaardigheid die de kinderen tijdens hun onderzoek hebben ontwikkeld, is creativiteit. Dit konden we teruggezien in hun logboek, mindmap en in hun presentatie. De tekeningen waren eigen invullingen van hun onderwerp. Het fijne bij het mindmappen was dat ze wisten dat bij het maken van een mindmap niets fout kon zijn, want je tekent en schrijft iets op wat voor ieder kind anders kan zijn. Ook tijdens de presentaties was te zien hoe ze met een kort toneelstukje het krijgen van een infectie naspeelden. Of hoe ze met een 3D-collage de stappen van de groei van een bacterie duidelijk maakten.

Belangrijke opbrengsten voor de kinderen

De kinderen hebben tijdens de lessen, tijdens het bezoek van de onderzoeker en door het luisteren naar de presentaties van de ervaringen en bevindingen van klasgenoten, het belang van een goede voorbereiding van een onderzoek ervaren. Ze hebben ontdekt dat een hypothese niet altijd hoeft uit te komen. Bovendien werden ze hierdoor nog nieuwsgieriger en wilden ze graag vervolgonderzoek doen. Ook hebben ze ondervonden dat telkens maar één factor mag veranderen bij vergelijkingsonderzoek om tot een goede conclusie te kunnen komen.

Enkele tips op basis van onze ervaringen

- Als je met kinderen onderzoekend gaat werken, is het belangrijk dat ze de stappen herkennen en deze ook kunnen opnoemen. Ze weten dan waar ze zich bevinden in het onderzoeksproces.
- Sta lang stil bij het opstellen van een goede onderzoeksvraag.



Geïnteresseerd in nog meer tips? Bekijk dan filmpje 434. Tips voor leraren die ook met dit project aan de slag willen.

Overige auteurs

- Winnie Meijer (projectmedewerker WKRU)
- Marieke Peeters (projectleider WKRU)

Project 'Infecties' de klas in!

Verwijzingen

- (1) YouTube filmpje, filmpje kweken winterschool,
<http://www.youtube.com/watch?v=abqkPqmoYmg> (21-11-2012).
- (2) SchoolTv, aflevering: Een wond,
http://www.schooltv.nl/beeldbank/clippopup/20021104_ehbo06 (21-11-2012).
- (3) Youtube filmpje, Groei bacteria,
<http://www.youtube.com/watch?v=gEwzDydcIWc> (21-11-2012).
- (4) YouTube filmpje, Groei schimmel,
<http://www.youtube.com/watch?v=JsQHWj2RfXg> (21-11-2012).
- (5) Schooltv, aflevering: conserveren,
http://www.schooltv.nl/beeldbank/clippopup/20050725_medischetechnologie02
(21-11-2012).
- (6) Rijksinstituut voor volksonderzoek en milieu,
http://www.rivm.nl/Bibliotheek/Algemeen_Actueel/Nieuwsberichten/2012/Toename_aantal_besmettingen_kinkhoest (21-11-2012).
- (7) Bron: Schut, I. (2007). Goede onderzoeksvragen ontstaan niet vanzelf. Zone, 6 nr. 2, 10-11.

Wetenschapsknooppunt Radboud Universiteit Nijmegen (WKRU)

Dit boek is een uitgave van het Wetenschapsknooppunt Radboud Universiteit Nijmegen (WKRU). Het WKRU is een knooppunt tussen leraren en kinderen van het basisonderwijs, onderzoekers van de Radboud Universiteit Nijmegen (RU) en docenten en pabo-studenten van de Hogeschool van Arnhem en Nijmegen (HAN).

Missie

Het WKRU heeft tot doel de relatie tussen de Radboud Universiteit Nijmegen en het (basis) onderwijs verder te versterken en te komen tot een betere afstemming tussen vraag en aanbod van wetenschappelijke kennis voor het basisonderwijs. Hiermee wil het WKRU de houding van leerlingen en (toekomstige) leraren ten opzichte van wetenschap en techniek positief beïnvloeden en hun onderzoekende houding stimuleren. Daarnaast wil het WKRU onderzoekers van de RU een podium geven om hun wetenschappelijke resultaten en de implicaties daarvan ten toon te kunnen spreiden aan een breed publiek.

Activiteiten

Het WKRU heeft een gevarieerd palet van activiteiten waaronder: jaarlijkse nascholingsdagen wetenschapeducatie voor pabo-studenten en leraren basis- en voortgezet onderwijs (Winterschool), samenwerking in projectteams tussen wetenschappers, pabo-studenten en leraren waarbij een wetenschappelijk onderwerp vertaald wordt naar een project rondom onderzoeksactiviteiten, kinderlezingen (Mystery X), cursussen voor jonge onderzoekers hoe ze hun onderwerp toegankelijk kunnen maken voor kinderen... en nog veel meer (zie www.wkru.nl).

Organisatie

De organisatie van het Wetenschapsknooppunt bestaat uit drie vaste medewerkers en een stuurgroep. In de stuurgroep zijn er verschillende partijen die samenwerken binnen het wetenschapsknooppunt vertegenwoordigd. De stuurgroep stippelt in samenwerking met de medewerkers het beleid uit en bewaakt op hoofdlijnen de voortgang.

Het uitvoerende deel van het WKRU bestaat uit de volgende medewerkers:

- **Dr. Marieke Peeters**, projectleider
- **Winnie Meijer MSc**, projectmedewerker
- **Elke Jacobs**, communicatiemedewerker

De stuurgroep bestaat uit:

- **Prof. dr. Carl Figdor**, hoogleraar Immunologie in het Nijmegen Centre for Molecular Life Sciences van het UMC St Radboud en initiator WKRU.
- **Prof. dr. Ludo Verhoeven**, hoogleraar Orthopedagogiek aan de Radboud Universiteit en wetenschappelijk directeur van het Expertisecentrum Nederlands.
- **Drs. Betty T.M. van Waesberghe**, voorzitter van de instituutsdirectie van de HAN Pabo's (Pabo Groenewoud Nijmegen en Pabo Arnhem).
- **Dr. Roald Verhoeff**, universitair docent bij het Institute for Science, Innovation and Society van de Radboud Universiteit.



www.orionprogramma.nl



www.platformbetatechniek.nl

Radboud Universiteit Nijmegen



www.ru.nl



www.han.nl



KONINKLIJKE NEDERLANDSE
AKADEMIE VAN WETENSCHAPPEN

www.knaw.nl

Radboudumc

www.umcn.nl



www.ncmls.eu



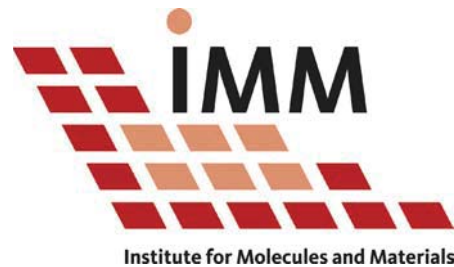
www.society-lifesciences.nl

KWTG

onderzoekt je perspectief!



**EXPERTISECENTRUM
NEDERLANDS**



Faculteit der Letteren



SNS REAAL
www.snsrealfonds.nl

Stichting Sanssouci

Foto- en illustratieverantwoording

Tenzij anders vermeld zijn de foto's in deze uitgave gemaakt door het Wetenschapsknooppunt Radboud Universiteit. ©WKRU, december 2012

© ANP FOTO 2012	p. 148
Andrey Kuzmin/123rf.com	p. 107
Basisschool de Lanteeke, Nijmegen	p. 81-86
Beeldredactie UMC St Radboud	p. 35 en 147
Dick van Aalst	p. 100
Dirk Geurts	p. 103
EE Hillemacher	p. 151 (Edward Jenner vaccinating a boy, Oil painting 1884)
Elke Jacobs	illustratie omslag, tip- en film-symbool en symbolen van onderzoekend leren.
Emil Roes	p. 93-94
Esther Aarts	p. 105 en 108
Jos van der meer	p. 150
JrPol	p. 152
Katrintimoff/123rf.com	p. 107
Leerling Groep 5, OBS de Zilverzwaan	p. 8 en 13
Luchschen/123rf.com	p. 162
Masur	p. 152
Peter Lamb/123rf.com	p. 42 en 54
Pethan	p. 152
Roberto Biasini/123rf.com	p. 43
Jan Verkolje	p. 153
Sebastiaan Donders/AllesoverDNA.nl	p. 43 en 55
Stefano Valle/123rf.com	p. 10
Tomwang/123rf.com	p. 20
Winnie Meijer	p. 37, 44 en 54; 148*, 15 **

* Bewerking van origineel door: A. Rad,

bron: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hematopoiesis_\(human\)_diagram.png](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hematopoiesis_(human)_diagram.png)

** Gemaakt op basis van voorbeeld van de Jonge Akademie,

bron: <http://www.dejongsteakademie.nl/>

Werkblad 'Bedorven of niet bedorven?':

p. 166

Dmitriy Krasko/123rf.com (beschimmeld brood), Elena Larina/123rf.com (schimmel kaas), Imarly/123rf.com (beschimmelde kaas), Kia Cheng Boon/123rf.com (trassi), nito500/123rf.com (gedroogde abrikoos), Pauliene Wessel/123rf.com (tempeh), Pejo/123rf.com (appel), Picsfive/123rf.com (zure room), Valentyna Antonenko/123rf.com (glas melk).

Powerpointpresentatie over DNA:

p. 53

Roberto Biasini/123rf.com (cellen van een mens), Dinga/123rf.com (vergrootglas), Shao-Chun Wang/123rf.com (model met vergrootglas), Van Malaysia/123rf.com (huidcellen), Oleg Doroshin/123rf.com (microscoop).

Bronvermelding:

http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Legionella_pneumophila_01.jpg

p. 152

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/4b/Pierre_de_Fermat.png

p. 152