

TOOL

Talentontwikkeling Onderzoekend & Ontwerpend Leren

**MET WETENSCHAP
& TECHNOLOGIE**



**VAN HELLINGSHOEK
TOT HYPOTHESE**

LESSEN VOOR GROEP 1 TOT EN MET 8
VAN HET BASISONDERWIJS

C.M.P. Damhuis G.A. Wismans E.M. Slot F.H.J. van Galen T. van Wessel

TOOL

Talentontwikkeling Onderzoekend & Ontwerpend Leren

MET WETENSCHAP & TECHNOLOGIE

**Lessen onderzoekend en ontwerpend leren
voor groep 1 tot en met 8
van het basisonderwijs**



Redactie

Dr. C. M. P. (Carmen) Damhuis

G. A. (Geertje) Wismans, MSc.

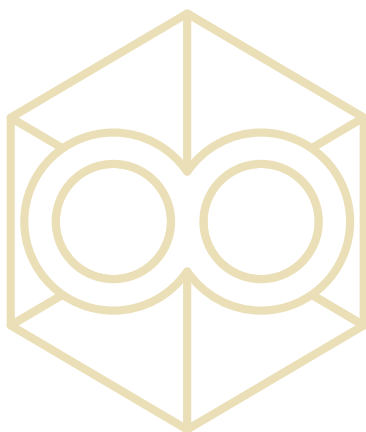
E. M. (Esther) Slot, MSc.

Drs. F. H. J. (Frans) van Galen

Dr. T. (Tim) van Wessel

November, 2015





Voorwoord

Kinderen vragen zich van alles af over de wereld om hen heen: 'Hoe komt het dat het ene blaadje rood kleurt in de herfst en de andere bruin?', 'Waarom ben jij sneller beneden met de slee dan ik?', 'Hoe komt het dat je in de ochtend soms de maan nog ziet?'. Soms lijkt het alsof de nieuwsgierigheid van kinderen afneemt in de latere schooljaren, terwijl verwondering en nieuwsgierigheid juist een goede ingang vormen om nieuwe dingen te leren.

'Door kinderen zich meer te laten verbazen, komt de verwondering vanzelf' stelt de directeur van basisschool de Klokbeker uit Ermelo. Op de Klokbeker heeft het team ervoor gekozen om onderzoekend leren veel ruimte te geven in het techniekonderwijs. De lessen onderzoekend en ontwerpend leren prikkelen de nieuwsgierigheid van de kinderen. Ze gaan actief en gestructureerd aan het werk met onderwerpen van wetenschap en technologie en leren op een 'hands-on' manier over ingewikkelde begrippen als zwaartekracht en opwaartse kracht. De kinderen oefenen tijdens deze lessen belangrijke vaardigheden, zoals probleem oplossen, kritisch denken en samenwerken.



De Klokbeker is één van de scholen waar, binnen een project van het Kenniscentrum Talentontwikkeling, Wetenschap en Technologie (KTWT), de Universiteit Utrecht al jaren mee samenwerkt op het gebied van onderzoekend en ontwerpend leren. Het was eerder een van onze Vindplaats-scholen¹. Voor deze bundel zijn een drietal 'good practices' van scholen uit ons netwerk gekozen waarin onderzoekend en ontwerpend leren wordt toegepast. Samen bieden ze voorbeelden voor groep 1 tot en met 8.

In elk van de drie onderdelen gaat het om series van bij elkaar horende lessen. In de serie voor de onderbouw is het thema Sinterklaas het bindende element. In de lessen voor de middenbouw onderzoeken de leerlingen wat maakt dat sommige voorwerpen beter glijden dan andere. In de serie voor de bovenbouw onderzoeken kinderen drijven en zinken. Glijden en drijven komen ook voor in de lessen voor de onderbouw, maar daar blijft alles nog in een verkennende sfeer. In de hogere klassen worden kinderen meer uitgedaagd door een grotere complexiteit in woordgebruik en meer precieze verklaringen te zoeken.

¹ Het vindplaatsrapport vindt u via: www.ktw.nl/lessenseries

We hopen dat we er in geslaagd zijn om de lessen zo te beschrijven dat leerkrachten er direct mee aan de slag kunnen. Gebruik de beschrijvingen als inspiratiebron en aarzel niet om de lessen aan te passen waar dat handig lijkt.

Wij danken de leerkrachten en de leerlingen die de lessen hebben uitprobeerd. We zagen klassen vol nieuwsgierige en onderzoekende leerlingen. We hopen dat u en uw leerlingen evenveel plezier beleven aan de lessen.

Veel ontdek- en ontwerp plezier,

De redactie

Dr. C. M. P. (Carmen) Damhuis

G. A. (Geertje) Wismans, MSc.

E. M. (Esther) Slot, MSc.

Drs. F. H. J. (Frans) van Galen

Dr. T. (Tim) van Wessel



Universiteit Utrecht

TOOL

Inhoudsopgave

Voorwoord	5
Sinterklaastijd in de onderbouw	11
<i>Geertje Wismans, Mirjam Bastings, Carmen Damhuis, Hester Kleinhans & Hanno van Keulen</i>	
Sinterklaastijd	11
Organisatie	14
Activiteit 1: Zie de maan schijnt door de bomen	16
Activiteit 2: Een pakjesboot voor Piet	18
Activiteit 3: De pakjesboot uitladen	19
Activiteit 4: Dank u, Sinterklaasje	20
Glijden in de middenbouw	23
<i>Esther Slot, Geertje Wismans, Sharisse van Driel, Frans van Galen, Hester Kleinhans, Maarten Kleinhans & Hanno van Keulen</i>	
Glijden	23
Organisatie	28
Activiteit 1: Introductie in onderzoek doen	30
Activiteit 2: Verkennen van glijden	31
Activiteit 3: Onderzoek opzetten over glijden	33
Activiteit 4: Onderzoek uitvoeren, conclusies trekken over glijden en presentatie voorbereiden	36
Activiteit 5: Presenteren en het thema glijden verdiepen	38
Bijlage A	40-41



Drijven en zinken in de bovenbouw 45*Frans van Galen & Lia Oosterwaal*

Drijven en zinken 45

Organisatie 48

Activiteit 1: Introductie 51

Activiteit 2: Het is niet alleen maar gewicht 54

Activiteit 3: Gewicht van een voorwerp of gewicht van materiaal 56

Activiteit 4: Materialen vergelijken 58

Activiteit 5: Krachten 60

Activiteit 6: Het voorwerp duwt het water opzij 62

Activiteit 7: Waarom drijft een boot? 64

Activiteit 8: Materiaal tegenover flessen 65

Bijlage B 66

Lees meer 68

Meer informatie over deze lessenseries en bijbehorend beeldmateriaal vindt u op:

www.ktw.nl/lessenseries**Colofon** 69-70

TOOL

*Geertje Wismans,
Mirjam Bastings,
Carmen Damhuis,
Hester Kleinhans
& Hanno van Keulen*

Sinterklaastijd in de onderbouw

TOOL

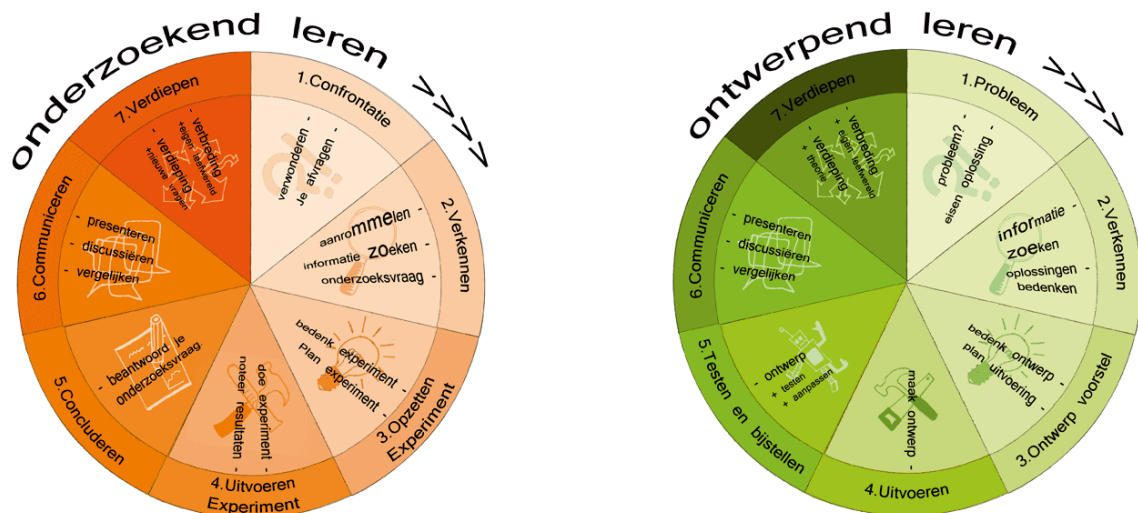
Sinterklaastijd

Sinterklaastijd is een leuke en drukke tijd in de onderbouw. De zenuwen zijn voelbaar in de klassen. Het thema leeft! In deze lessenserie sluiten wij aan op dit thema met activiteiten die ingaan op onderzoekend en ontwerpnd leren met jonge kinderen. In de activiteiten komen alledaagse verschijnselen aan bod, zoals schaduw, drijven en zinken en glijden.

Onderzoekend en ontwerpnd leren met jonge kinderen

Als een kind naar school gaat, brengt het uit zichzelf nieuwsgierigheid en verwondering mee. Rond vierjarige leeftijd observeren kinderen hun omgeving, trekken zij conclusies over wat zij zien, leren zij door te proberen en van het kijken en luisteren naar anderen. Kortom: de manier waarop jonge kinderen leren vertoont grote overeenkomst met onderzoekend en ontwerpnd leren (Gopnik, 2012)².

Wat verstaan we onder onderzoekend en ontwerpnd leren? Onderzoekend en ontwerpnd leren verwijst naar een proces van stappen met een nieuwe verklaring of een nieuw ontwerp als uitkomst. Bij onderzoekend leren is het doel om een probleem beter te begrijpen door op zoek te gaan naar mogelijke verklaringen. Bij ontwerpnd leren gaan kinderen een probleem proberen op te lossen door iets nieuws te ontwerpen of te maken. In afbeelding 1 zijn deze stappen weergegeven.



Afbeelding 1. De stappen van onderzoekend en ontwerpnd leren

² Gopnik, A. (2012). Scientific thinking in young children: Theoretical advances, empirical research, and policy implications. *Science*, 337, 1623–1627.



Bij onderzoekend en ontwerpend leren zijn kinderen bezig met alledaagse verschijnselen: ze kijken, ervaren en bedenken waarom iets gaat zoals het gaat, of zoeken naar alledaagse oplossingen. Kinderen gaan zelf actief aan de slag (hands-on) met een probleem en proberen uit te zoeken hoe iets werkt of hoe iets zit (minds-on). In de activiteiten gericht op onderzoekend en ontwerpend leren staat de ervaring centraal.

Onderzoekend en ontwerpend leren stimuleert het natuurlijk enthousiasme van jonge kinderen voor de omgeving, heeft een positief effect op de taalontwikkeling en stimuleert de denkontwikkeling. Binnen onderzoekend en ontwerpend leren wordt de nieuwsgierigheid van kinderen geprikkeld. Bijvoorbeeld door het stellen van vragen aan de kinderen, maar ook door een probleem te laten zien en de kinderen te vragen hoe ze het zouden oplossen. Op deze manier komen kinderen direct in aanraking met nieuwe woorden en begrippen. Zij ervaren wat woorden betekenen, iets dat het leren van nieuwe woorden zal vergemakkelijken. Jonge kinderen zijn al heel vroeg in staat om te begrijpen wat er in hun omgeving gebeurt en om dit onder woorden te brengen.

Onderzoekend en ontwerpend leren sluit aan bij wat de meeste leerkrachten in de onderbouw intuïtief al doen. Leerkrachten van jonge kinderen zijn goed in staat aan te sluiten bij het spontane onderzoekende spel en doen-alsof-spel. Een gevaar bij onderzoekend en ontwerpend leren is echter dat de volwassene het jonge kind graag wat wil leren. Kinderen hebben het goed door wanneer hen iets geleerd wordt. Natuurlijk aansluiten bij de beleving en uitingen van kinderen is soms nog een uitdaging.

In het onderwijs krijgt onderzoekend en ontwerpend leren steeds meer aandacht. De educatieve waarde en de geschiktheid voor jonge kinderen is ook terug te zien bij het televisieprogramma Sesamstraat. In de beginjaren van Sesamstraat stond vooral de letterkennis, het getalbegrip en de waarde van samenwerken centraal. Nu krijgt ook wetenschappelijke denken aandacht door de toevoeging van Supergrover 2.0.



Zie: <https://youtu.be/FONsR2QGSVw>. Het filmpje laat zien hoe Supergrover bevroren limonade probeert te drinken op de Noordpool.

Woordenschat

Onderzoek- en ontwerpactiviteiten scheppen een rijke context voor de stimulering van woordenschat. Vooral bij jonge kinderen blijkt uitgebreide herhaling en uitleg van woorden effectief te zijn voor de woordenschatuitbreiding. Binnen het thema Sinterklaas komen de woorden 'stoomboot', 'schoorsteen', 'mantel', 'strooien' en 'staf' uitgebreid aan bod (zie ook afbeelding 2). Ook algemene wetenschappelijke termen zoals 'onderzoeken' en 'concluderen' worden geïntroduceerd aan de kinderen. Daarnaast leren de kinderen meer over wetenschappelijke concepten, zoals 'drijven en zinken', 'glijden' en 'zwaartekracht'. Deze begrippen zijn onderdeel van belangrijke concepten die kinderen ook in het dagelijks leven tegenkomen en vormen een introductie op latere lessen, waarin deze begrippen diepgaander aan bod komen.

De woorden en letters die in de lessen voorkomen, kunnen een duidelijke plaats krijgen in de klas op

een woord- en lettermuur. Dit geeft zowel kinderen als de leerkracht een houvast bij de herhaling. Door aan de activiteiten boeken te koppelen, kan direct een koppeling gemaakt worden met gesproken en geschreven taal. Een tip is om prentenboeken te combineren met informatieve boeken. Ook op jonge leeftijd zijn er kinderen die vooral geïnteresseerd zijn in informatieve boeken die iets zeggen over de werking van onderwerpen. In de kleuterklas is het daarnaast leuk om een verteltafel te maken. Op een verteltafel kunnen de woorden van het thema concreet worden uitgebeeld. Kinderen kunnen op deze manier vertellen aan ouders waar zij mee bezig zijn. Dit kan het binnen- en buitenschools leren op een speelse manier met elkaar verbinden.



Afbeelding 2: Een woordweb (bron: www.meestertim.nl).



Organisatie

Deze lessenserie dient als voorbeeld voor mogelijke activiteiten met onderzoekend en ontwerpend leren die je kunt ondernemen in de onderbouw.

De eerste activiteit 'Zie de maan schijnt door de bomen' behandelt het onderwerp schaduw. De tweede activiteit 'Een pakjesboot voor Piet' gaat over drijven en zinken. Beide onderwerpen zijn in deze context en gezien de moeilijkheidsgraad vooral geschikt voor groep 1 en 2. De schaduwactiviteit is vooral een onderzoeksactiviteit, terwijl de activiteit gericht op drijven en zinken kleuters vraagt om een ontwerp te maken.

De activiteiten 3 en 4 gaan respectievelijk over de onderwerpen glijden en zwaartekracht. In activiteit 3 'De pakjesboot uitladen' wordt verkend hoe pakjes glijden. Deze activiteit is geschikt als les binnen onderzoekend leren. In activiteit 4 'Dank u, Sinterklaasje' wordt een oplossing bedacht die te maken heeft met zwaartekracht. Deze activiteit is geschikt als les binnen ontwerpend leren. Beide activiteiten zijn vooral geschikt voor groep 3 en 4.

Activiteiten	Inhoud	Onderwerp
1	Zie de maan schijnt door de bomen	Schaduw
2	Een pakjesboot voor Piet	Drijven en Zinken
3	De pakjesboot uitladen	Glijden
4	Dank u, Sinterklaasje	Zwaartekracht

Vorbereiding

Voor de activiteiten in deze lessenserie zijn over het algemeen geen bijzondere materialen nodig. Een overzicht van de materialen bij de activiteiten die gebruikt worden, is:

Activiteit 1:

- diaprojector / beamer (bouwlamp / sterke zaklamp kan ook)
- witte muur, eventueel laken of projectiescherm
- sinterklaas / piet / Amerigo op stokje (maken van papier en een satéprikker)
- maan en verschillende maten pakjes op stokje
- silhouet van daken en schoorsteen of dak bouwen met blokken
- takken in een vaas als boom

Activiteit 2:

- piepschuim
- papier
- kurken
- scharen
- aluminiumfolie
- waterbak (in de klas bij de kleuters)
- dominostenen (de pakjes)
- satéprikkers



Activiteit 3:

- grote pakjesboot met op verschillende hoogtes laadkleppen
- verschillende laadkleppen (planken), eventueel van verschillend materiaal, of beplakt met verschillend materiaal
- verschillende maten pakjes (ronde, vierkant, grote, kleine) ingepakt in verschillend materiaal (folie, schuurpapier, nopjesfolie etc.)
- grote dozen
- eventueel een nagemaakte schoorsteen
- verschillende materialen zoals touw, dekens, kussens, stokken, kartollen etc.

Activiteit 4:

- grote dozen
- verschillende materialen zoals touw, dekens, kussens, stokken, kartollen etc. (alle materialen in de klas kunnen tot een oplossing leiden)

Activiteit 1: *Zie de maan schijnt door de bomen*

1

Doel: De leerlingen kennen de begrippen als 'dichtbij/ver weg', 'groot/klein', 'hoog/laag'. Specifiek voor het thema komen de leerlingen in aanraking met de woorden 'Sinterklaas', 'mijter', 'staf', 'Amerigo'. De leerlingen onderzoeken dat als je iets dichterbij de projector houdt, het groter is op het scherm, en dat als je iets verder weg houdt, het kleiner is op het scherm, maar de vorm gelijk blijft.

Nodig:

- diaprojector / beamer (bouwlamp / sterke zaklamp kan ook)
- witte muur, eventueel laken of projectiescherm
- sinterklaas / piet / Amerigo op stokje*
- maan en verschillende maten pakjes op stokje*
- silhouet van daken en schoorsteen, of dak bouwen met blokken
- takken in een vaas als boom



Deze activiteit is ook te zien op leraar 24:

<https://www.leraar24.nl/video/3402/onderzoekend-leren-theorie-en-praktijk#tab=0>

* In samenwerking met de kinderen kun je eerst Sinterklaas, piet, Amerigo, de maan en verschillende maten pakjes maken door deze uit te knippen van papier en te plakken op een stokje.

Opbouw tafereel. Plaats de diaprojector of beamer aan de ene kant van het lokaal, zodat het projecteert op een effen (liefst lichte) wand. Plaats vrij dicht bij het scherm een tak met flink wat zijtakken (de boom) en plaats de daken in het tafereel (even experimenteren met wat een goede afstand is).

Gesprek. Sinterklaas en piet brengen kinderen cadeautjes, maar hoe doen zij dat eigenlijk? Bespreek met de kinderen wat zij denken. Bij het zien van het tafereel starten kinderen direct met verwondering. Wat zien de kinderen? Waar zou dit tafereel zich af spelen?

Experimenteren. De kinderen kunnen zelf experimenteren met de schaduwen. Kunnen zij Sinterklaas en piet over de daken laten lopen? Kunnen zij de pakjes in de schoorsteen doen?

Gesprek. Wat klopt er niet aan het tafereel wat geprojecteerd is? Er zijn genoeg verhalen te verzinnen; er mist een maan, Sinterklaas is nergens te vinden, Amerigo staat niet op het dak.

Experimenteren. Wat gebeurt er als je voorwerpen verder van of dichterbij de lamp houdt? Hoe maak je het Sinterklaastafereel in schaduw passend? Leuk is om eerst de kinderen te laten voorspellen: moet ik naar voren of naar achteren lopen om de maan groter te maken? Of ze juist eerst laten experimenteren en daarna vragen het te benoemen.

Beweeg een klein kartonnen maantje dichterbij de projector. Dit wordt op het scherm een hele

grote maan (let op als je vlak langs de projector gaat wordt het een vage schaduw). Wat is er aan de hand? Probeer met de kinderen het juiste tafereel te krijgen, hoe groot moet de maan zijn? Hoe kunnen we de sint op het dak laten lopen? Een leuk effect kan zijn door het paard van grootte te laten veranderen; een klein paard en een groot paard. Klopt dit? Kan zo'n groot paard op het dak lopen? Ook de pakjes in de schoorsteen doen vinden de kinderen heel interessant, met name als er grote verschillen zijn in de maten van de pakjes.

Uitstapje. Dit experiment kan ook uitgevoerd worden met lengte. Hoe kan je elkaar voor de gek houden? Twee kinderen van verschillende lengte kun je zo laten staan dat het lijkt als of ze even lang zijn naast elkaar op het scherm.

Het tafereel kan ook gebruikt worden op Konings- of Prinsjesdag. Hoe groot moet de troon of de koets zijn ten opzichte van de koning? En hoe groot is de kroon op het hoofd van de koning?



"Sinterklaas en Piet lopen iedere avond over de daken van de stad."

Foto: Hester Kleinhans, Basisschool De Ontdekkingsreis

Activiteit 2: Een pakjesboot voor Piet

2

Doel: De leerlingen kennen begrippen als 'drijven' en 'zinken', maar komen ook in aanraking met woorden als 'wal', 'reparatie' en 'beladen'. De leerlingen ontwerpen een boot en denken na over het gewicht in de boot. Hoe kan een boot het beste drijven? Welk materiaal drijft het beste en waarom?

Nodig:

- piepschuim
- papier
- kurken
- scharen
- aluminiumfolie
- waterbak
(in de klas bij de kleuters)
- dominostenen (de pakjes)
- satéprikkers
- piet poppetje



Gesprek. Piet heeft een probleem; de boot van Sinterklaas is stuk en moet gerepareerd worden. Dit duurt te lang en pakjesavond komt eraan. Piet wil Sint helpen door met een klein bootje de pakjes alvast aan wal te brengen. Wil jij Piet helpen met het aan wal brengen van de pakjes van Sinterklaas?

Piet wil graag een boot hebben waar zo veel mogelijk pakjes tegelijk op aan wal gebracht kunnen worden. Kun jij een boot maken voor Piet? De bedoeling is dat Piet erop past en zoveel mogelijk pakjes mee kan nemen.

Bespreek samen waar een goede boot aan moet voldoen.

Experimenteren. Probeer in de waterbak maar uit met hoeveel pakjes de boot beladen kan worden. Hoeveel pakjes kunnen erop als Piet ook mee moet?

Deze activiteit kan ook uitgevoerd worden in de midden- of bovenbouw. Laat kinderen individueel of in groepjes aan het werk gaan met het ontwerpen, uitvoeren en uittesten van hun boot voor Piet. Voor de midden- en bovenbouw is het leuk om een eigen boot te ontwerpen door een stabiele constructie te bedenken en daarvan een schets te maken. Ook kunnen leerlingen een systeem bedenken waardoor de boot kan varen. Denk aan een motor, op zonne-energie, of door een soort pontverbinding.

Activiteit 3: De pakjesboot uitladen

3

Doel: Kinderen kennen aan het eind van deze activiteit de begrippen 'steil', 'wrijving', 'glad' en 'stroef'. De kinderen ervaren dat verschillende spullen sneller en langzamer naar beneden schuiven langs een schuine bank (de bank/plank moet steiler of minder steil zijn). Kinderen denken na over en voelen hoe het komt dat dingen sneller/ langzamer naar beneden glijden (cognitief/zintuigelijk). Het resultaat is een tabel van dingen die makkelijk en lastig naar beneden glijden, schuiven of rollen.

Nodig:

- grote pakjesboot met op verschillende hoogtes laadkleppen, twee rijen naast elkaar, zodat laadplanken vergeleken kunnen worden (welke is sneller).
- verschillende laadkleppen (planken/banken), eventueel van verschillend materiaal, of beplakt met verschillend materiaal
- verschillende maten pakjes (ronde, vierkant, grote, kleine) en ingepakt in verschillend materiaal (folie, schuurpapier, nopjesfolie etc.)

Opdracht. Hoe kunnen we de Sint helpen zo snel mogelijk de pakjes veilig uit te laden en welk inpakpapier en welke loopplank kunnen we daar het beste voor gebruiken?

Gesprek. De stoomboot is weer eens toe aan een opknapbeurt. En Sinterklaas grijpt deze gelegenheid aan om te kijken of het uitladen van de pakjes wel zo effectief mogelijk gaat. Hij wil onderzoek op welke hoogte de laadklep voor de pakjes het beste geplaatst kan worden. En dan kijkt hij ook meteen welk inpakpapier het makkelijkst te gebruiken is, oftewel hoe komen de pakjes zo veilig en snel mogelijk de boot uit?

Experimenteren. De kinderen gaan met verschillende laadplanken aan de slag en onderzoeken wanneer de pakjes het snelst beneden zijn. Dit kan uitgebreid worden met verschillende papiertjes om de pakjes heen (schuurpapier, folie), ook kunnen de planken met verschillende materiaal bekleed worden. Daarnaast moeten kinderen nog ontdekken hoe de verschillende vormen pakjes het best veilig beneden komen (denk aan ronde pakjes, of cilinders).

Doe de snelle en de langzame pakjes in een aparte bak. Bekijk wat er in welke bak terecht is gekomen. Wat kun je hieruit opmaken (generaliseren)? Bespreken de materiaaleigenschappen met de kinderen en leg aan de hand hiervan bijvoorbeeld de begrippen 'glad', 'stroef', 'steil' en 'wrijving' uit.

Activiteit 4: Dank u, Sinterklaasje

4

Doel: Tijdens deze activiteit maken de leerlingen kennis met de begrippen 'zwaartekracht', 'hard' en 'zacht'. De kinderen ontwerpen een schoorsteen waar pakjes doorheen kunnen en experimenteren wat er gebeurt met de pakjes als ze door de schoorsteen gaan.

Nodig:

- grote dozen
- verschillende materialen zoals touw, dekens, kussens, stokken, katrollen etc. (alle materialen in de klas kunnen tot een oplossing leiden).

Gesprek. Vroeger vroegen kinderen aan de Sint sokken, een nieuwe wollen trui of een knuffelbeer. Tegenwoordig worden er veel meer breekbare dingen gevraagd, als een raceauto, een opmaakpop of cd's en spelletjes voor de Wii. De Sint moet dus hoognodig na gaan denken hoe hij ervoor zorgt dat de pakjes zonder te breken door de schoorsteen kunnen, maar hoe?

Experimenteren. Laat de kinderen nadenken over een oplossing. Allereerst is het handig om met de kinderen na te denken over een geschikte schoorsteen en deze te maken. Hoe kunnen we een geschikte schoorsteen vinden waardoor dit vraagstuk zo betrouwbaar mogelijk getest kan worden? Hoe gaan we deze schoorsteen maken zodat we kunnen testen hoe pakjes zonder te breken door een schoorsteen komen? Wat lijkt op een schoorsteen maar is niet zo groot? De kinderen mogen een ontwerp maken wat ze gaan uitproberen. Als de schoorsteen af is en voldoende geschikte pakjes geselecteerd zijn, kunnen ze eerst voorspellen wat ze denken dat zal gebeuren. Laat vervolgens kinderen hun experiment uitwerken en uittesten. Tussendoor kunnen de ontwerpen aangepast worden.

Variatiemogelijkheden. Je kunt nog variëren in soorten schoorstenen of alternatieven denken voor een schoorsteen. Vraag eens hoe de kinderen de cadeaus krijgen (door het raam, de brievenbus etc.) en bedenk dan een oplossing. De les kan ook andere richtingen op gaan. Kinderen kunnen bijvoorbeeld de vraag stellen hoe pakjes omhoog kunnen door een schoorsteen. Of wat te doen als er vuur in de haard onder de schoorsteen is?

Deze les leent zich goed om uit te breiden, bijvoorbeeld met voorlezen voor de haard en of meer te lezen over schoorstenen.

TOOL

*Esther Slot,
Geertje Wismans,
Sharisse van Driel,
Frans van Galen,
Hester Kleinhans,
Maarten Kleinhans
& Hanno van Keulen*

Glijden in de middenbouw

TOOL

Glijden

Glijden is een geschikt onderwerp in de middenbouw om leerlingen op een onderzoekende manier naar verschijnselen te laten kijken. Het onderwerp glijden stelt het natuurkundige verschijnsel 'wrijving' centraal. Leerlingen hebben ervaring met glijden en wrijving en kunnen vanuit die voorkennis onderzoeken wat maakt dat sommige voorwerpen goed glijden en andere niet.

Onderzoekend leren

Centraal in deze lessenserie staat de onderzoekscyclus (zie afbeelding 1). Het volgen van de stappen in de onderzoekscyclus helpt leerlingen een onderzoekende (kritische) houding te ontwikkelen ten opzichte van zichzelf en hun omgeving. Leerlingen ontwikkelen via de onderzoekscyclus probleemoplossingsvaardigheden die ook handig zijn bij andere vakken, zoals rekenen-wiskunde en wereldoriëntatie. Via het samen met de leerlingen doorlopen van de onderzoekscyclus kun je als leerkracht ook zelf een meer onderzoekende houding ontwikkelen. Een dergelijke houding maakt het mogelijk om onderzoekend leren ook bij andere lessen toe te passen.

Aandacht voor taal

In deze lessenserie over glijden krijgen kinderen te maken met woorden die ze misschien nog niet kennen: woorden die te maken hebben met glijden, zoals 'wrijving' en 'zwaartekracht', en woorden die te maken hebben met onderzoek doen, zoals 'hypothese', 'verklaring' en 'conclusie'. Kinderen leren om op een precieze manier te formuleren wat zij willen onderzoeken, wat hun resultaten zijn en welke verklaring ze daarvoor hebben. Ze worden uitgedaagd om dit zowel mondeling als schriftelijk te communiceren, mondeling bijvoorbeeld via het houden van een presentatie en schriftelijk door bijvoorbeeld het maken van een verslag of een poster. Onderzoekend leren biedt een rijke context voor het oefenen van precies formuleren en voor het verbeteren van de woordenschat. Met name voor taalzwakke leerlingen en leerlingen van wie Nederlands de tweede taal is kan dit zeer nuttig zijn.

Over glijden

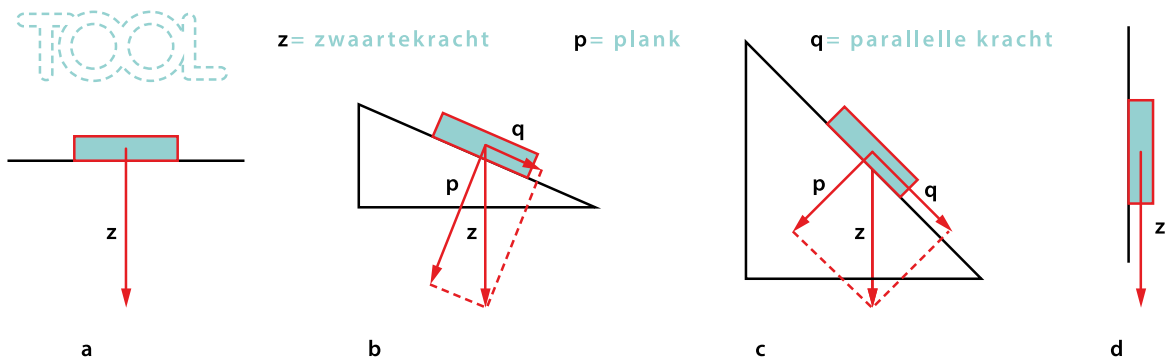
Wanneer je deze module gaat gebruiken in je onderwijs is het goed om eerst zelf na te denken over het verschijnsel glijden. Wat zal bepalen of iets goed of slecht glijdt? Wat is wrijving precies? Ken je andere voorbeelden van wrijving?

Bij glijden schuiven twee oppervlakken over elkaar heen. Er is altijd wrijving tussen die oppervlakken en er is kracht nodig om die wrijving te overwinnen. Bij het glijden van een glijbaan is die kracht de zwaartekracht. Hoe groter de wrijving, des te slechter glijdt iets.

Hoeveel wrijving er is, wordt voor een deel bepaald door het soort materiaal van de twee oppervlakken. Rubber glijdt slechter over een gladde houten bank dan stof of papier. Muismatjes - bij de computermuizen van tegenwoordig niet meer echt nodig - zijn mooi experimenteel materiaal: als je ze omgekeerd neerlegt, met de stoffen kant onder, glijden ze veel beter.

Het soort materiaal is echter niet het enige dat telt. Hoe groot de wrijving is wordt sterk bepaald door het *gewicht van een voorwerp*. Bij een voorwerp dat twee keer zo zwaar is, is de wrijving ook twee keer zo groot. Je kunt de rol van gewicht onderzoeken door een gladde plank zo schuin te zetten dat een muismatje er steeds nog net vanaf glijdt. Als je daarna iets zwaars op het muismatje legt blijft het liggen op de plank. Een voorbeeld uit het dagelijks leven is dat een volwassene meestal minder goed van een glijbaan glijdt dan een kind.

Maar waarom glijden voorwerpen eigenlijk van een schuine plank af? En waarom maakt het uit hoe schuin die plank staat? Om dat te begrijpen moeten we de zwaartekracht opsplitsen in krachten die in verschillende richtingen werken. Stel je een baksteen voor die op een horizontale plank ligt (afbeelding 3a). De zwaartekracht trekt de steen naar beneden, maar de plank houdt de steen tegen. Wanneer je de plank schuin zet - zie afbeelding 3b - blijft de zwaartekracht (z) even groot, maar nu kun je hem zien als een kracht loodrecht op de plank (p) en een kracht parallel aan de plank (q). Hoe schuiner je de plank zet (afbeelding 3c), des te groter wordt die laatste kracht (q) en des te kleiner wordt de kracht loodrecht op de plank (p). Zou de plank uiteindelijk helemaal rechtop staan (afbeelding 3d) dan is er geen kracht meer loodrecht op de plank, alleen de zwaartekracht naar beneden.



Afbeelding 3. Een baksteen op vlakken met een verschillende hellingshoek.

Droog of nat

Een van de manieren om wrijving te verminderen is te zorgen voor een tussenlaagje tussen de wrijvingsvlakken. Denk aan het stromende water in een zwembadglijbaan, aan het smeren van een piepend wiel met olie, of aan het laagje lucht waar een Hoovercraft op zweeft. Het is zinvol om hier met kinderen over te praten, zeker als je het interessante klokhuysfilmpje over waterglijbanen <http://www.hetklokhuis.nl/tv-uitzending/2308/Glijbaan> laat zien. Er valt voor de leerlingen echter ook al genoeg te experimenteren zonder water of olie. Je kunt de onderzoekjes dus eventueel beperken tot experimenten met droge oppervlakken.

Hoe kun je glij snelheid meten?

Bij de onderzoeken die de leerlingen doen gaat het om vragen als: 'Glijdt hout beter over een gladde plank dan rubber?', 'Maakt het bij glijden uit hoe zwaar iets is?', of 'Glijden voorwerpen beter als je de bank een beetje nat maakt?'. Het is goed om de leerlingen na te laten denken hoe ze dit soort vragen kunnen vertalen in een concreet experiment.

Eén van de mogelijkheden is om de voorwerpen die je wilt vergelijken tegelijk te laten glijden. Je ziet dan direct welk van de twee eerder beneden is. Zet twee banken schuin neer, en laat iemand tussen die twee banken in de voorwerpen tegelijk loslaten.

Je kunt ook voorwerpen na elkaar van de bank laten glijden, maar dan is het nodig om op de een of andere manier te meten hoe lang het duurt voor ze beneden zijn. Dat kan vrij grof door hardop te tellen en het kan meer precies met een stopwatch.

Een derde mogelijkheid is om de steilheid van een plank te variëren en te zoeken naar de hoek waarbij een voorwerp er nog net niet af gaat glijden. De steilheid kan worden vastgelegd door de afstand te meten tussen de bovenrand van de plank en de grond.



Tip: het Klokhuis heeft een aflevering gemaakt over wrijving, bekijk die eens

<https://teleblik.nl/media/57959>

Glijden en rollen

Er zijn voorwerpen die niet glijden van een schuine plank, maar rollen: ballen, autootjes, schrijfstiften. Voor kinderen lijkt dat misschien hetzelfde, maar natuurkundig is er een verschil. Bij rollen speelt wrijving ook wel een rol, maar die rol is over het algemeen veel kleiner. Bij een speelgoedautootje is er een beetje wrijving tussen de wielen en de plank en er is een klein beetje wrijving bij de asjes, maar het totaal is veel minder dan wanneer het autootje de plank af zou glijden. Dat valt simpel te testen door met een plakbandje de wieltjes te blokkeren.

Niet alle antwoorden paraat

Bij onderzoekend leren stimuleer je leerlingen om zelf naar een antwoord te zoeken, waar nodig samen met jou als leerkracht. Je hoeft daarom niet direct op elke vraag een antwoord paraat te hebben. Het is echter belangrijk om zoveel kennis te hebben van het onderwerp dat je de leerlingen met gerichte vragen verder kunt helpen. Denk dus vooraf na over wat je zelf wel of niet begrijpt van het onderwerp – glijden en wrijving in dit geval – en als er tijdens de lessen vragen opkomen waar je geen antwoord op weet, leg die dan aan collega's voor of zoek zelf een antwoord op internet. Je zult overigens ongetwijfeld merken dat je door de vragen en de experimenten van de kinderen ook zelf beter gaat begrijpen hoe het allemaal zit.

In deze lessenserie over glijden is het de bedoeling dat de leerlingen zoveel mogelijk vrij worden gelaten bij het kiezen van hun onderzoeksvraag en de opzet van hun experiment. Sommige groepjes zullen met vragen komen die niet goed te onderzoeken zijn binnen de setting van de school. Help hen dan om een eenvoudiger onderzoek te bedenken, maar laat het initiatief zoveel mogelijk bij de



leerlingen. Het gaat er om dat de leerlingen initiatief nemen en daarbij een nieuwsgierige, kritische houding aannemen. Deze nieuwsgierige houding is een belangrijk doel bij onderzoekend leren.

Tips voor taalstimulering

Als leerkracht kun je tijdens de lessen onderzoekend leren extra aandacht besteden aan het stimuleren van de taalontwikkeling van de leerlingen. Er zijn verschillende technieken om het taalgebruik van leerlingen tot een hoger niveau te brengen tijdens het onderwijzen van deze module. Waarschijnlijk gebruik je er zelf al één of meerdere. Tabel 1 laat zien welke zeven technieken je kunt gebruiken om de schooltaal van kinderen te stimuleren. Als het gaat om woordenschat dan is het bijhouden van een woordenlijst bijvoorbeeld een prettige manier om de leerlingen te ondersteunen in hun taalgebruik. Op het moment dat er een nieuw woord wordt geïntroduceerd, schrijf je deze op de woordenlijst en kun je er vervolgens naar verwijzen. De ontwikkeling van redeneervaardigheden kun je stimuleren door het stellen van vragen die het denken en redeneren van leerlingen stimuleren. In de verschillende lessen binnen deze module staan voorbeelden opgenomen van dergelijke vragen.

Tabel 1 Zeven technieken om taal te stimuleren tijdens het thema glijden.

Strategie	Voorbeeld
1. Herformuleer taaluitingen van leerlingen van alledaagse naar meer academische taal.	<ul style="list-style-type: none"> • Als antwoord op "dat dingetje gaat langzamer naar beneden omdat het minder glad is": "inderdaad, er ontstaat meer wrijving en daardoor glijdt het rubberen plaatje minder snel" • Als antwoord op "dat ding gaat harder bij een steile hellingshoek". "Dat klopt, de pen glijdt sneller als de hellingshoek groter is".
2. Vraag leerlingen om meer precies te zijn in hun taaluitingen of om hun taal te verbeteren.	<ul style="list-style-type: none"> • "Wat bedoel je met 'dat ding'?" • "Hoe zeg je dat in een mooie zin?"
3. Herhaal correcte uitingen van leerlingen om zo hun taal positief te bekrachtigen.	<ul style="list-style-type: none"> • "Inderdaad, de hypothese is dat het balletje voor minder wrijving zorgt dan het rubberen plaatje" • "Inderdaad materialen, dat is het juiste woord".
4. Introduceer bepaalde begrippen/ concepten die essentieel zijn voor het begrip van leerlingen.	<ul style="list-style-type: none"> • "Dit noem je de helling van de bank. De helling kun je steiler of vlakker maken zodat de hellingshoek groter of kleiner wordt."

Strategie	Voorbeeld
	<ul style="list-style-type: none"> • <i>“Het is belangrijk dat jullie de experimenten nauwkeurig uitvoeren. Wie weet wat dat betekent, nauwkeurig?”</i>
<p>5. Discussieer met leerlingen over de betekenis van begrippen/ concepten en diens relatie met meer alledaagse taal.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>“Waar denken jullie aan bij het woord ‘hellingshoek’? Wie kan met een alledaags voorbeeld uitleggen wat dat precies betekent?”</i> • <i>“Hoe zou een hypothese in alledaagse taal kunnen worden genoemd?”</i>
<p>6. Gebruik visuele middelen zoals tekeningen of gebaren om jouw punt te ondersteunen.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Teken bijvoorbeeld verschillende hellingshoeken op het bord en laat leerlingen hierover redeneren.</i> • <i>Gebruik tijdens de klassikale besprekingen een plankje om het begrip hellingshoek uit te leggen.</i>
<p>7. Herinner leerlingen er (non) verbaal aan dat zij ondersteuning mogen gebruiken bij het uitvoeren van een opdracht (vb. academische woordenlijst).</p>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>“Denk eraan dat je gebruik mag maken van de woordenlijst op het bord om je presentatie voor te bereiden.”</i> • <i>Wanneer je ziet dat een leerling niet op een woord kan komen, kun je wijzen in de richting van de woordenlijst.</i>



Organisatie

Deze lessenserie is bedoeld voor de natuur- en technieklessen in de middenbouw van het basisonderwijs. In de eerste activiteit wordt verkend wat onderzoek is. In de volgende vier activiteiten worden de stappen van de cyclus van onderzoekend leren doorlopen. Die stappen zijn: het thema glijden verkennen, onderzoeksvragen en hypothesen bedenken, het onderzoek uitvoeren en ten slotte het presenteren van resultaten. Het aantal lessen dat aan het project besteed wordt kan groter of kleiner zijn dan vijf. Activiteit 1 en 2 laten zich goed combineren binnen één les; voor activiteit 4 is misschien meer dan één les nodig.

Activiteiten	Inhoud
1	Introductie in onderzoek doen
2	Verkennen glijden
3	Onderzoek opzetten over glijden
4	Onderzoek uitvoeren, conclusies trekken over glijden en presentatie voorbereiden
5	Presenteren en het thema glijden verdiepen

Vorbereiding

Voor de activiteiten in deze lessenserie zijn over het algemeen geen bijzondere materialen nodig. Een overzicht van de materialen bij de activiteiten die gebruikt worden, is:

Activiteit 1:

- Grote vellen papier en stiften in verschillende kleuren.
- De afbeelding met de verschillende stappen van de onderzoekscyclus (afbeelding 4).

Activiteit 2:

- De afbeelding met de verschillende stappen van de onderzoekscyclus.
- Banken of planken die als glijbaan kunnen dienen.
- Allerlei (liefst grote) voorwerpen, die goed of juist slecht glijden en passen bij het formaat glijbaan (bijvoorbeeld blokken, kartonnen dozen, gummen, bolletjes klei, stukjes zeep, speelgoedpoppen, paperclips, dopjes).
- Een verzamelplek waar alle materialen komen te liggen (bijvoorbeeld een tafel, een grote bak of een themahoek).
- Een digibord om de aflevering van het Klokhuis over glijbanen af te spelen.

Activiteit 3:

- Afbeelding met de verschillende stappen van de onderzoekscyclus.
- (Digi)bord met de vragenmuur die de vorige les is gemaakt.
- Het vragenmachientje (afbeelding 5).
- Formulier 'Onderzoeken' (zie bijlage A), voor iedere leerling.
- Pennen, papier, meetlinten, stopwatches en andere hulpmiddelen.

Activiteit 4:

- Banken/planken voor het experiment.
- De bak met materialen die verzameld zijn tijdens de eerste les.
- Materialen die nodig zijn bij de dataverzameling: pennen, meetlint, stopwatch(es).
- Afbeelding met de verschillende stappen van de onderzoekscyclus.
- Formulieren 'Onderzoeken' van iedere leerling.
- Grote vellen voor de posterpresentaties.
- Computers voor de PowerPointpresentaties

Activiteit 5:

- Afbeelding met de verschillende stappen van de onderzoekscyclus.
- Digibord voor het presenteren van de PowerPointpresentaties.
- Kleine briefjes voor de 'tip' en de 'top'.

Activiteit 1: *Introductie in onderzoek doen*

1

Doel: De leerlingen kennen de stappen van de onderzoekscyclus. Zij komen in aanraking met woorden als 'onderzoek doen', 'onderzoeker', 'hypothese', 'verklaringen' en 'conclusie'.

Nodig:

- Grote vellen papier en stiften in verschillende kleuren.
- De afbeelding met de verschillende stappen van de onderzoekscyclus (afbeelding 4).

Gesprek. Vertel de leerlingen dat ze de komende lessen zelf een onderzoek gaan bedenken en uitvoeren. Laat de leerlingen midden op de grote vellen 'onderzoek doen' schrijven. Ze overleggen in groepjes wat dat is en schrijven op het vel woorden die zij hiermee associëren. De resultaten worden klassikaal besproken. Tijdens de bespreking maken de leerlingen gezamenlijk een woordweb op het bord met de belangrijkste woorden.

Vertel de leerlingen hierna dat een onderzoeker altijd een aantal stappen moet doorlopen wanneer hij of zij onderzoek doet. Laat de stappen zien op de afbeelding van de onderzoekscyclus. Noem deze stappen kort en vertel dat de leerlingen de komende lessen alle stappen gaan doorlopen tijdens het uitvoeren van een onderzoek over glijden.



Afbeelding 4. De stappen van onderzoekend leren (afkomstig van het wetenschapsknooppunt van de Radboud Universiteit)

Activiteit 2: Verkennen van glijden

2

Doel: De leerlingen geven hun eerste verklaringen van glijden en redeneren over de factoren die van invloed zijn op glijden. Zij zien bijvoorbeeld in dat de stand van de bank en de eigenschappen van het materiaal invloed hebben op glijden. De leerlingen beschrijven materiaaleigenschappen. Zij zijn precies in hun taalgebruik (geen zinnen met 'die', 'dat' of 'dat ding').

Nodig:

- De afbeelding met de verschillende stappen van de onderzoekscyclus (Afbeelding 4).
- Banken of planken die als glijbaan kunnen dienen.
- Allerlei (liefst grote) voorwerpen, die goed of juist slecht glijden en passen bij het formaat glijbaan (bijvoorbeeld blokken, kartonnen dozen, gummen, bolletjes klei, stukjes zeep, speelgoedpoppen, paperclips, dopjes).
- Een verzamelplek waar alle materialen komen te liggen (bijvoorbeeld een tafel, een grote bak of een themahoek).
- Een digibord om de aflevering van het Klokhuis over glijbanen af te spelen.

Gesprek. Tijdens deze les en de volgende lessen gaan leerlingen de stappen van de onderzoekscyclus doorlopen. Er wordt gestart met de introductie (stap 1). In deze stap wordt kennis gemaakt met een onderwerp.



Bekijk met de klas de aflevering van klokhuis over glijbanen tot minuut 2:16

<http://www.hetklokhuis.nl/tv-uitzending/2308/Glijbaan>

Dit filmpje is bedoeld om de leerlingen enthousiast te maken voor het onderwerp. Bespreek vervolgens wat de leerlingen al weten over 'glijden': laat ze input leveren uit hun dagelijks leven om aan te sluiten bij hun belevingswereld. Schrijf de input van de leerlingen op het bord.

Wanneer leerlingen tijdens het bespreken woorden noemen die goed passen bij het thema glijden, noteer die dan in een woordenlijst.

Verkennen. De tweede stap van de onderzoekscyclus is het onderwerp verkennen. Maak een nieuwe kolom op het bord met daarboven 'Wat willen jullie weten?' Bespreek met de leerlingen wat ze zouden willen weten over glijden. Schrijf een paar ideeën (hypothesen) op het bord. Bespreek vervolgens welke materialen je in de klas (of buiten de klas) kunt vinden die je van de 'glijbaan' zou kunnen laten afglijden. Maak op het bord een lijstje.

In twee- tot viertallen. De leerlingen verzamelen allerlei voorwerpen en kijken wat er gebeurt als ze die laten glijden van de 'glijbaan'. Laat de leerlingen een tijdje aanrommelen. Als leerkracht kun je vragen stellen als: "Wat zijn jullie aan het proberen?", "Waarom denken jullie dat X invloed heeft op het glijden?", "Hoe komt het volgens jullie dat voorwerp X beter glijdt?", "Zijn er nog andere dingen die invloed hebben op hoe goed iets glijdt?"



Gesprek. Laat de kinderen na afloop vertellen wat ze allemaal weten over glijden of net ontdekt hebben en schrijf dat op het bord. Bespreek met hen welke vragen het interessantst zijn. Stimuleer de leerlingen om zo duidelijk mogelijk te zijn in hun uitleg en bekrachtig correcte taaluitingen.

'Rollen' en 'glijden'. Waarschijnlijk zal in het gesprek het onderscheid tussen 'rollen' en 'glijden' aan de orde komen. Vraag de leerlingen om te omschrijven wat precies het verschil is tussen die twee. Een van de manieren om het verschil te beschrijven is dat bij glijden dezelfde twee oppervlakken langs elkaar schuiven, terwijl bij rollen het contactoppervlak steeds verandert. Leg uit dat het in dit project alleen gaat om glijden, alles wat met rollen te maken heeft doet niet mee.

 **Tip voor de stimulering van schooltaal:**

De woorden die leerlingen noemen en die passen binnen het thema glijden, kun je noteren op een woordenlijst. Voorbeelden van woorden zijn:

Introductie, hypothese, verkennen, wrijving, materiaal, steil, vlak, blok hout, stuk schuurpapier, hoek, helling, hellingshoek.

Het is goed om naast woorden die specifiek zijn voor het domein, zoals 'steil' en 'helling', ook woorden uit te leggen die te maken hebben met onderzoek doen in het algemeen, zoals 'onderzoeken', 'hypothese' en 'eigenschappen'.

Activiteit 3: **Onderzoek opzetten over glijden**

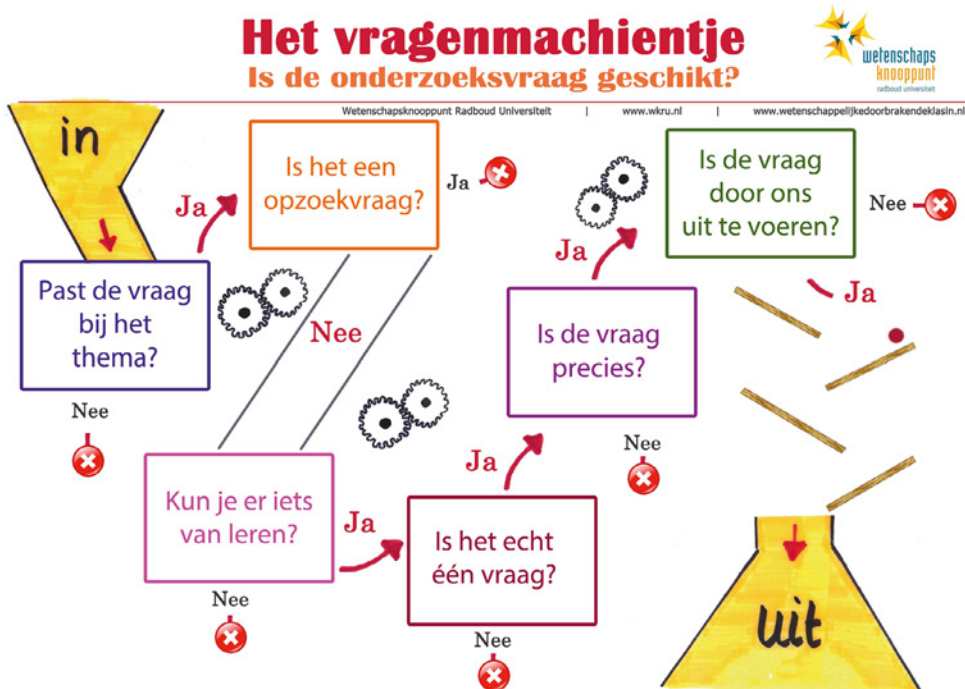
3

Doel: Leerlingen formuleren hun onderzoeksvraag, hypothese en opzet op papier en kunnen dit mondeling toelichten. Leerlingen gebruiken hun kennis over invloeden op glijden om een onderzoek op te stellen en te beschrijven.

Nodig:

- Afbeelding met de verschillende stappen van de onderzoekscyclus (afbeelding 4).
- (Digi)bord met de vragenmuur die de vorige les is gemaakt.
- Het vragenmachientje (afbeelding 5)
- Formulier 'Onderzoeken' (zie bijlage A), voor iedere leerling.
- Pennen, papier, meetlinten, stopwatches en andere hulpmiddelen.

Gesprek. Op de afbeelding van de onderzoekscyclus zijn we nu bij de stap: het opzetten van een onderzoek (stap 3). De leerlingen gaan vandaag in kleine groepjes van twee tot vier leerlingen een experiment bedenken over 'glijden'. Ze moeten hiervoor eerst een goed onderzoekbare vraag en een hypothese opstellen. Bespreek aan de hand van het vragenmachientje aan welke eisen een goede onderzoeksvraag moet voldoen en waarom (zie afbeelding 5). Kies samen met de leerlingen een vraag van de vragenmuur uit de kolom ('wat willen we weten?'). Laat de leerlingen de vraag eens 'door het machientje' halen. Voldoet de vraag die jullie gekozen hebben aan de eisen (zie ook onderstaand kader)? Is de vraag specifiek, meetbaar, enkelvoudig en uitvoerbaar? Stimuleer de leerlingen om de vraag zo te veranderen dat het een goed onderzoekbare vraag wordt.



Afbeelding 5. Het vragenmachientje (afkomstig van het wetenschapsknooppunt van de Radboud Universiteit).



Tip: Het bespreken van de eisen waar een goede onderzoeksvraag aan moet voldoen kan lastig zijn. Als leerkracht kun je eerst het filmpje <https://youtu.be/ER08TWMzZR8> van het Wetenschapsknooppunt Utrecht kijken. Hierin wordt uitgelegd wat er allemaal belangrijk is bij het opstellen van een goede vraag. Ook het vragenmachientje wordt hierin gebruikt.

Een goede onderzoeksvraag heeft een aantal kenmerken:

1. De vraag moet **onderzoekbaar** zijn: Er is onderzoek nodig om de vraag te kunnen beantwoorden.
 - Niet goed: Hoe maken ze in de fabriek het hout van de bank zo glad?
 - Wel goed: Glij je met een natte broek slechter van de bank dan met een droge broek?
2. De vraag moet **specifiek** zijn. De vraag moet niet te algemeen zijn, maar toegespitst op wat je wilt onderzoeken.
 - Niet goed: Wat zou er heel goed kunnen glijden?
 - Wel goed: Glijdt een glad stuk hout beter dan een ruw stuk hout van de bank?
3. De vraag moet **enkelvoudig** zijn. Je moet steeds één ding tegelijk onderzoeken. Wanneer je één variabele verandert (zoals de hellingshoek, of het materiaal) dan kun je veel gemakkelijker conclusies trekken dan wanneer je meer dingen tegelijk verandert.
 - Niet goed: Glijdt een blok hout sneller van een steile bank dan een gum van een minder steile bank?
 - Wel goed: Glijdt een blok hout sneller van de bank als je de bank schuiner zet?
4. De vraag moet **uitvoerbaar** zijn. De vraag moet te beantwoorden zijn met de aanwezige materialen.
 - Niet goed: Zou de koelkast van de bank glijden?
 - Wel goed: Hoe schuin kun je de plank zetten zonder dat het blok hout er vanaf schuift?
5. De vraag moet **meetbaar** zijn. Dat betekent dat je situaties met elkaar moet kunnen vergelijken. Soms kun je de situaties direct met elkaar vergelijken (door twee dingen tegelijk te laten glijden, bijvoorbeeld) en anders moet je ze vergelijken door in elke situatie apart te meten.
 - Niet goed: Glijdt rubber slecht?
 - Wel goed: Glijdt iets van rubber slechter dan iets van hout?

Bij een onderzoeksvraag hoort ook dat je bedenkt hoe je die vraag wilt gaan beantwoorden en dat je een *voorspelling* formuleert over wat er zal gebeuren. Het gaat er uiteindelijk om dat je dingen wilt *verklaren*. Je bedenkt vooraf hoe het werkt en door te kijken of je voorspelling uitkomt kun je nagaan of jouw verklaring klopt.

Bijvoorbeeld:

- Onderzoeksvraag: Glijdt een glad stuk hout sneller van de bank dan een ruw stuk hout?
- Hypothese: We denken dat een glad stuk hout sneller glijdt, want gladde dingen glijden makkelijker langs elkaar.
- Hoe onderzoeken: We laten de stukken hout tegelijk van de bank glijden.

In dit geval zal bij het onderzoek waarschijnlijk blijken dat er niet veel verschil is, dus de hypothese (verwachting) dat glad hout sneller glijdt komt niet uit. Dat kan leiden tot een bijstelling van ideeën, bijvoorbeeld: waarschijnlijk gaat het wel op als je een ruwe plank gebruikt in plaats van de gladde bank; een ruw blok zal 'blijven haken' aan een ruwe ondergrond, maar niet aan een gladde.

In twee- tot viertallen. De leerlingen hebben de onderzoeksformulieren (zie bijlage A) en kladpapier. Stimuleer de leerlingen om hun ideeën voor het onderzoek op te schrijven en er eventueel tekeningen bij te maken. Als leerkracht kun je de leerlingen ondersteunen door vragen te stellen over wat je ziet. 'Hoe gaan jullie dat doen?', 'Waar gaan jullie op letten?'. Ook kun je nu de hulpmiddelen laten zien die ze kunnen gebruiken, zoals pen en papier, meetlinten en stopwatches. 'Wat willen jullie weten?', 'Welke spullen kunnen jullie hierbij gebruiken?', 'Gaan jullie iets meten?', 'Wat gaan jullie meten?', 'Hoe gaan jullie dat meten?'.

Gesprek. Bespreek wat de leerlingen hebben ingevuld op het onderzoeksformulier. Stimuleer hen om precies te zijn in hun formuleringen.



Tips voor de stimulering van schooltaal:

Stimuleer leerlingen om schooltaal te gebruiken: 'Wat bedoel je met die/dat?', 'Hoe zeggen we dat in wetenschappelijke taal?', 'Welk woord kan je daarvoor gebruiken?' Of help de leerlingen door samen te vatten: 'Dus je onderzoeksvraag is dat de helling...'

Voorbeelden van woorden voor de woordenlijst zijn:

Onderzoeksvraag, hypothese, opzet, betrouwbaarheid, helling, steil.

Bij het formuleren van een hypothese kun je zinsconstructies gebruiken als: 'we voorspellen dat ...', 'we verwachten dat...'



Activiteit 4: Onderzoek uitvoeren, conclusies trekken over glijden en presentatie voorbereiden

4

Doel: Leerlingen redeneren actief over variabelen die van invloed zijn op glijden (materiaaleigenschappen, stand van de bank) tijdens het uitvoeren van het experiment. Zij zijn nauwkeurig in het doen van metingen. Zij concluderen uit hun eigen experimenten welke elementen invloed hebben op glijden. Leerlingen rapporteren over de resultaten van het onderzoek.



Nodig:

- Banken/planken voor het experiment.
- De bak met materialen die verzameld zijn tijdens de eerste les.
- Materialen die nodig zijn bij de dataverzameling: pennen, meetlint, stopwatch(es).
- Afbeelding met de verschillende stappen van de onderzoekscyclus (afbeelding 4 pag. 30).
- Formulieren 'Onderzoeken' van iedere leerling.
- Grote vellen voor de posterpresentaties.
- Computers voor de PowerPointpresentaties

Gesprek. Laat de leerlingen verwoorden wat ze de vorige les hebben gedaan en ga na of er nog vragen zijn aan de hand van de onderzoeksformulieren. Op de afbeelding van de onderzoekscyclus zijn we nu bij de stap: het uitvoeren van het onderzoek (stap 4) en het trekken van de conclusies (stap 5).

In twee- tot viertallen. De leerlingen voeren het plan uit dat ze opgesteld hebben (stap 4). Observeer tijdens de uitvoering of de leerlingen zich houden aan hun plan en of ze de metingen nauwkeurig uitvoeren. Wanneer kinderen vragen stellen zoals 'Wat moet ik nu doen?' of 'Doe ik het zo goed?' dan kun je ze het beste verwijzen naar de onderzoeksvraag. 'Krijg je hiermee een antwoord op je onderzoeksvraag?'. Lang niet alle experimenten leveren goede resultaten op. Dit hoort bij onderzoek doen en is dus niet erg. Wel kun je hierop doorvragen. 'Wat gebeurt er precies?', 'Waarom klopt dat niet met je hypothese?', 'Hoe zou het komen dat het experiment niet goed gaat?', 'Hoe zou je het anders kunnen doen?'

Met de leerlingen die uitdaging nodig hebben kun je discussie voeren over het belang van herhaling. Tijdens het meten kunnen er allerlei dingen gebeuren die de resultaten minder precies maken. Wanneer je de snelheid van het glijden meet, kan het bijvoorbeeld zijn dat je net iets te laat op de stopwatch drukt. Door de proef meerdere keren te doen, krijg je meer resultaten. Je kunt dan bijvoorbeeld het gemiddelde uitrekenen van alle resultaten waardoor het eindresultaat preciezer wordt.

Na de uitvoering van het onderzoek trekken de leerlingen op basis van hun waarnemingen en de metingen die ze hebben genoteerd conclusies (stap 5). Als leerkracht kun je tijdens deze fase rondlopen en kritische vragen stellen: 'Wat gebeurde er tijdens jullie experiment en hoe hebben jullie dit gemeten?', 'Wat voor antwoorden hebben jullie gevonden op de onderzoeksvraag?', 'Klopt de conclusie met de verwachtingen die jullie van tevoren hebben opgeschreven op het onderzoekformulier?' En zo niet, 'hebben jullie een idee waarom jullie verwachting niet klopte?'. Zo kun je meten of de leerlingen in staat zijn op juiste wijze te concluderen welke processen invloed hebben op het glijden. De leerlingen noteren hun conclusies op het onderzoekformulier.

Leerlingen die de conclusies op papier hebben, gaan verder met de voorbereiding van de presentatie. Hiervoor is het handig om afspraken te maken over het soort presentatie (bijvoorbeeld een powerpoint of posterpresentatie, of een vorm naar keuze), waar ze mogen werken, hoeveel tijd ze daarvoor hebben, welke materialen beschikbaar zijn, en wanneer, waar, hoe en hoelang gepresenteerd wordt. De leerlingen nemen in de presentaties in ieder geval de onderzoeksvraag, hypothesen, onderzoeksopzet, materialen, conclusies en verklaringen op. Nauwkeurigheid is hierbij belangrijk.

Gesprek. In de nabespreking wordt kort besproken wat de leerlingen moeilijk en makkelijk vonden en hoe ze het experiment hebben aangepakt. De volgende les zal in het teken staan van presentaties.



Tips voor de stimulering van schooltaal:

Vooraf tijdens het uitvoeren van het onderzoeksplan kun je opletten of ze hun waarnemingen goed opschrijven en de juiste formuleringen (schooltaal) gebruiken.

Voorbeelden van woorden voor de woordenlijst zijn:

Onderzoeksvraag, hypothesen, onderzoeksopzet, materialen, conclusies, verklaringen, nauwkeurig, wrijving, steilheid, hellingshoek, materialen, experiment enz.

De woorden in de woordenlijst kunnen leerlingen ook inzetten voor de presentaties.



Activiteit 5: *Presenteren en het thema glijden verdiepen*

5

Doel: Leerlingen presenteren hun bevindingen mondeling. De leerlingen nemen in de presentaties in ieder geval de onderzoeksvraag, hypothesen, onderzoeksopzet, materialen, conclusies en verklaringen op. Zij maken daarbij gebruik van de woorden op de woordenlijst en hanteren precieze formuleringen. Leerlingen concluderen welke kenmerken invloed hebben op glijden.

Nodig:

- Afbeelding met de verschillende stappen van de onderzoekscyclus (afbeelding 4).
- Digibord voor het presenteren van de PowerPointpresentaties.
- Kleine briefjes voor de 'tip' en de 'top'.



Gesprek. Op de afbeelding van de onderzoekscyclus zijn we nu bij de stappen: presenteren (stap 6) en verdiepen (stap 7). Het belang van presentatie en rapportage is voor onderzoekers groot; het is heel belangrijk dat de uitkomsten goed opgeschreven zijn, zodat deze aan andere onderzoekers verteld kunnen worden. Iedereen weet dan van de resultaten van het onderzoek, zodat er weer volgend onderzoek gedaan kan worden.

In twee- tot viertallen. De leerlingen geven in groepjes de *presentaties*. Zorg ervoor dat de leerlingen zich houden aan de tijd die ze ervoor gekregen hebben. Luister tijdens de presentaties goed naar de termen die de kinderen gebruiken om hun ervaringen en conclusies te beschrijven. Zijn ze nauwkeurig in hun beschrijvingen? Gebruiken ze de juiste woorden? En hoe is hun houding te kenmerken? Zijn ze serieus? Enthousiast? Of juist gefrustreerd?

Laat bij elke presentatie 2 of 3 van de andere leerlingen een 'tip' en een 'top' opschrijven. Dit stimuleert tot opletten en tot kritisch denken. Het is hierbij belangrijk dat je van te voren met de leerlingen overlegt waar ze tijdens de presentatie op gaan letten. Je kunt bijvoorbeeld focussen op de helderheid van de presentatie: Hebben de leerlingen duidelijk uitgelegd wat ze hebben onderzocht en wat de uitkomsten zijn? Is er goed gebruik gemaakt van de woorden op de woordenlijst? Na de presentaties worden de tips en tops besproken.

Omdat leerlingen uit groep 5 en 6 het lastig zullen vinden om een kritische houding te hebben ten opzichte van hun eigen experiment, is het belangrijk om na iedere presentatie even de uitkomsten van het experiment te bespreken. Was de onderzoeksvraag inderdaad eenduidig genoeg? Was de aanpak succesvol? Zijn de metingen betrouwbaar? Ging het experiment volgens de verwachting van de leerlingen? Wat kan er volgende keer beter? Probeer samen met de groep voor iedere leerling/ voor ieder groepje één positief en één verbeterpunt te formuleren.

Verdieping. Samen met de leerlingen kun je nadenken over een vervolgonderzoek. Wat zou een eventuele interessante nieuwe vraag kunnen zijn die voortbouwt op wat ze hebben gedaan?

Een voorbeeld: twee leerlingen hebben onderzocht of je sneller op een kussen dan zonder kussen naar beneden glijdt. Het blijkt dat je op een kussen sneller gaat. De volgende keer willen ze onderzoeken of het uitmaakt op wat voor kussen je naar beneden glijdt. Zou de oppervlakte van het kussen ertoe doen?

Gesprek. Nadat alle presentaties zijn geweest kun je met de leerlingen samenvatten wat jullie als 'onderzoeksteam' te weten zijn gekomen over glijden. Kunnen we nu uitspraken doen over wat er goed of slecht glijdt?

Afsluiting. Een mooie afsluiting van de activiteitenreeks is om met de leerlingen te bespreken wat ze ervan vonden. Wat vinden ze van de activiteiten over glijden? Wat vinden ze van onderzoek doen? Wat hebben ze geleerd?



Tips voor de stimulering van schooltaal:

Je kunt de woordwebben uit de eerste les er nog eens bij pakken om te kijken of de kinderen nog aanvullingen kunnen bedenken, of je kunt ze zelfs een nieuw woordweb laten maken en deze later vergelijken met de eerste.



Bijlage A Onderzoekformulier



Naam:

Als je niet genoeg ruimte hebt mag je altijd op de achterkant verder.



1. Verzinnen van vragen - Hypothese formuleren

1a. Wat wil je weten? (dit is je vraagstelling)

.....
.....
.....
.....
.....

1b. Hoe denk je dat het zit? (dit is je hypothese)

.....
.....
.....
.....
.....

2. Hoe ga je dit onderzoeken? – Testsituatie ontwerpen

2a. Hoe ga je dat uitvinden/uitzoeken/uitproberen? (hier ontwerp je een testopstelling).
Schrijf of teken op de achterkant van dit blad hoe je het wil doen.

.....
.....
.....
.....
.....
.....



2b. Schrijf op wat je nodig hebt (ook lijm etc.).

.....
.....
.....
.....
.....
.....



Bijlage A

Onderzoekformulier vervolg



3. Uitvoeren – Data verzamelen & vastleggen

3a. Maak (of zoek) je testopstelling. Schrijf voor verschillende "tests" op wat de uitkomst is. Schrijf het zo op dat je het volgende week ook nog begrijpt!!

.....
.....
.....
.....
.....
.....

4. Nadenken – Evalueren, hypothese toetsen

4a. Wat zegt de data? Klopt dat met wat je dacht? Hoe weet je dat?



.....
.....
.....
.....
.....
.....

4b. Wat betekent dat voor je hypothese? Klopt het, of niet of een beetje?

.....
.....
.....
.....
.....
.....

als je nu gaat verzinnen hoe dat komt, zit je weer in stap 1.

> Neem dan een nieuw formulier en ga verder met onderzoeken.





Four horizontal dashed yellow lines for handwriting practice, aligned with the top of the 'TOOL' text.

Multiple horizontal dashed yellow lines for handwriting practice, filling the majority of the page.

TOOL



*Frans van Galen
& Lia Oosterwaal*

Drijven en zinken in de bovenbouw

TOOL

Drijven en zinken

Drijven en zinken is een onderwerp waar vooral in de onderbouw aandacht aan wordt besteed. Het is echter ook een belangrijk en waardevol onderwerp voor de bovenbouw. Kinderen leren via dit onderwerp om op een natuurkundige manier naar verschijnselen te kijken. Daarbij speelt meten een rol - wegen, volume bepalen - maar ook het redeneren met een natuurkundig begrip als 'kracht'. Bij zinken en drijven draait het om twee krachten die elkaar tegenwerken: de zwaartekracht en de opwaartse kracht.

Precies verklaren waarom iets drijft of zinkt is niet eenvoudig. Het gaat uiteindelijk om de verhouding tussen het *gewicht* van een voorwerp en het *volume* van dat voorwerp en dat zijn twee verschillende grootheden. Alleen dat al maakt drijven en zinken tot een lastig onderwerp. We kennen meer van dit soort verhoudingen, zoals die tussen afstand en tijd (km/uur, snelheid) of liters en afstand ('1 op 20 rijden'), en ook dat zijn lastige relaties. In de hier beschreven lessenserie gaan we niet zover dat we de leerlingen laten rekenen aan het soortelijk gewicht van materialen. We richten ons meer algemeen op het laten onderzoeken van de factoren die bij drijven en zinken een rol lijken te spelen.

We hadden twee redenen om deze lessenserie te ontwerpen. De eerste reden is dat drijven en zinken heel alledaagse verschijnselen zijn en dat kinderen vrij spontaan met verklaringen komen voor waarom iets drijft of zinkt. Als leerlingen preciezer onderzoek doen merken ze echter dat hun eerste verklaring niet klopt, of op zijn minst onvolledig is. Juist het contrast tussen de alledaagsheid van het verschijnsel en de moeite die het kost om dat verschijnsel precies te verklaren maakt drijven en zinken een interessant onderwerp, ook voor de leerlingen.

De tweede reden is dat drijven en zinken geschikt is als onderwerp voor een gestructureerde lessenserie. Lessen wetenschap en technologie worden vaak georganiseerd via een systeem van losse opdrachten, waarbij leerlingen in groepjes steeds een eigen onderzoekje doen. Deze opzet wordt gekozen omdat voor elke proef ander materiaal nodig is. Een bezwaar is echter dat een dergelijke organisatievorm het lastig maakt om discussies te organiseren met alle leerlingen van de klas. Er kan op deze manier geen sprake zijn van een gezamenlijk onderzoek.

In de ontworpen lessenserie is ervoor gekozen om de proeven steeds tegelijkertijd te laten uitvoeren. Elke onderzoekje kan dan direct worden nabesproken met alle leerlingen van de klas. Zo kan een discussie ontstaan waarin verklaringen en redeneringen onderling worden vergeleken. Dit is, naar onze mening, de beste manier om het denken van de leerlingen naar een hoger niveau te brengen.

De lessenserie is uitgeprobeerd in groep 7. Bij de beschrijving van de verschillende activiteiten beschrijven we steeds kort hoe de les verliep in de proefklas.

De natuurkunde bij drijven en zinken

Wanneer we met leerlingen inventariseren wat allemaal een rol lijkt te spelen bij de vraag of iets zal zinken of drijven leidt dat waarschijnlijk tot op het volgende lijstje:

- Het *gewicht* van het voorwerp.
- De grootte van het voorwerp (*volume*).
- Het *materiaal* waarvan het voorwerp gemaakt is.
- De *vorm* van het voorwerp (denk aan een ijzeren beker of een boot).

We kunnen zeggen dat een leerling echt begrijpt wat drijven en zinken is als de leerling inziet hoe deze verschillende aspecten met elkaar samen hangen.

Zwaartekracht tegenover opwaartse kracht

Wanneer blijft iets drijven? Aan de ene kant is er de zwaartekracht die aan het voorwerp trekt. Hoe meer de zwaartekracht trekt, hoe meer gewicht een voorwerp heeft, zeggen we. Ook aan dingen die op de grond staan of op een tafel trekt de zwaartekracht, alleen zorgt de grond of de tafel voor een tegenkracht. Water, of een andere vloeistof, kan voor zo'n zelfde tegenkracht zorgen. Hier kijken we voor het gemak alleen naar drijven en zinken in water, maar alles wat volgt geldt net zo voor andere vloeistoffen. In feite berust ook het opstijgen van een heliumballon in de lucht op dezelfde principes.

De tegenkracht van het water noemen we de *opwaartse kracht*. Als die opwaartse kracht sterk genoeg is blijft het voorwerp drijven, en als de opwaartse kracht van te klein is zinkt het voorwerp. Ook als iets zinkt is er nog steeds een opwaartse kracht. Die heeft als effect bijvoorbeeld dat je een grote steen in een bak water vrij makkelijk optilt, of dat we weinig moeite hoeven te doen om bij het zwemmen te blijven drijven.

De grootte van de opwaartse kracht in water wordt bepaald door de hoeveelheid water die wordt verplaatst. Een stuk aluminium van 100 gram is veel groter dan een stuk ijzer van 100 gram en op dat stuk aluminium werkt dan ook een grotere opwaartse kracht. Het eindresultaat is echter hetzelfde: ze zinken allebei. Bij voorwerpen die blijven drijven telt voor de opwaartse kracht alleen maar het volume dat onder de waterspiegel ligt, want dat deel is gelijk aan de hoeveelheid water die wordt verplaatst. Dat een blok piepschuim veel minder diep in het water ligt dan een blok hout komt omdat bij dat piepschuim er al veel eerder een evenwicht ontstaat tussen de kracht naar beneden (het gewicht, de zwaartekracht) en de kracht naar boven.

Sommige voorwerpen 'zweven' in water, ze zinken niet en gaan ook niet drijven. Dat gebeurt als er onder water al een evenwicht is tussen de zwaartekracht en de opwaartse kracht.

Massief materiaal en holle vormen

In de lessenserie ligt de nadruk op drijven, en veel minder op zinken, omdat er aan drijven te meten valt:

je kunt meten hoe diep ligt iets in het water ligt. Je kunt twee verschillende soorten voorwerpen gebruiken: voorwerpen van massief materiaal, zoals hout en piepschuim, of holle voorwerpen, zoals een beker of een boot. Bij massieve voorwerpen is er het verschijnsel dat iets van hout altijd blijft drijven; niet alleen een klein blokje hout, maar ook een zware boomstam.



Bij de vraag of een massief voorwerp blijft drijven in water is niet het gewicht van het massieve voorwerp de bepalende factor - denk aan de boomstam - maar de *dichtheid*. Als de dichtheid van het materiaal minder is dan de dichtheid van water blijft het voorwerp drijven, en anders zinkt het. De dichtheid geeft de relatie weer tussen het gewicht van materiaal en het volume van dat materiaal. In de lessenserie zoals hij hier beschreven wordt gebruiken we de term *dichtheid* niet, want in de proefklas bleek dat deze term tot misverstanden leidde. In plaats daarvan spreken we over het *soortelijk gewicht* van materialen.

Bij het drijven van een beker of een ijzeren boot lijkt de situatie heel anders, want aardewerk en ijzer zijn zware materialen en toch kun je er iets van maken dat blijft drijven. In feite gaat het echter over dezelfde relatie tussen gewicht en volume. Stel je voor dat je een blokje plasticine of klei hebt van 200 gram. Een massief blokje zal zinken, want de

dichtheid van klei is groter dan dat van water. Je kunt van het materiaal echter ook een hol bakje maken dat blijft drijven. De zwaartekracht blijft even sterk - dat is die 200 gram - maar het volume wordt groter en dus ook de opwaartse kracht. En als het lukt om het bakje groot genoeg te maken dan is de opwaartse kracht uiteindelijk sterker dan de zwaartekracht.

Omdat het bij massief materiaal en holle voorwerpen om zulke verschillende situaties lijkt te gaan halen we ze uit elkaar in onze lessenserie. Eerst laten we leerlingen experimenteren met massieve voorwerpen en daarna stellen we holle vormen aan de orde. Dat laatste doen we door de leerlingen te laten experimenteren met knikkers in plastic flessen. Het mooie van zo'n flessensituatie is dat je het gewicht kunt vergroten en dan kunt meten welke invloed dat heeft op het volume onder de waterspiegel. Hoe meer knikkers je in de fles doet, des te dieper komt de fles in het water te liggen. Bij massieve materialen zijn gewicht en volume onlosmakelijk met elkaar verbonden, want een stuk hout dat twee keer zo groot is, wordt ook twee keer zo zwaar.



Organisatie

Deze lessenserie is bedoeld voor de bovenbouw. De activiteiten zijn zo geordend dat de verklaringen rondom de natuurkundige verschijnselen drijven en zinken worden opgebouwd. Op deze manier worden de verklaringen voor de leerlingen begrijpelijk.

Verskillende activiteiten binnen één les

Een les kan bestaan uit meer dan één activiteit. In de proefklas duurden de lessen een uur, met steeds twee opeenvolgende activiteiten binnen de les. Dit gaf ook een goede balans tussen de klassikale gesprekken en het zelf experimenteren in groepjes.

Activiteiten	Inhoud
1	Introductie in drijven en zinken
2	Het is niet alleen maar gewicht
3	Gewicht van een voorwerp of gewicht van materiaal
4	Materialen vergelijken
5	Krachten
6	Het voorwerp duwt het water opzij
7	Waarom drijft een boot?
8	Materiaal tegenover flessen

Vorbereiding

Voor proefjes over drijven en zinken zijn geen bijzondere materialen nodig, maar omdat we kinderen tegelijkertijd hetzelfde proefje willen laten doen vereist dat wel een goede voorbereiding van de lessen.

Een paar tips:

- Zet tafels tegen elkaar zodat er voor elk groepje van 3 of 4 kinderen voldoende werkruimte is. Zorg dat de tafels leeg zijn.
- Zorg dat iedereen de tafel waarop de leerkracht de proeven doet, kan zien. Laat kinderen die achterin zitten, eventueel gaan staan.
- Vul voor elk groepje een bak met water. Neem hoge bakken, zodat ze maar tot de helft of iets hoger gevuld hoeven te worden. Het lopen met de bak door de klas levert dan geen geknoei op.
- Zet op de bakken dienbladen met alle losse materialen die de groepjes nodig hebben.

Nodig:

- Hoge doorzichtige plastic bakken (een voor elk groepje)
- Keukenweegschalen (liefst twee of drie)

Activiteit 1:

- allerlei voorwerpen, waarvan de kinderen mogen onderzoeken of ze zullen drijven of zinken, zowel massieve voorwerpen als holle voorwerpen, zoals bekers e.d.

Activiteit 2: *per groepje:*

- een klein en een groot blok hout
- een klein en groot stuk piepschuim
- iets kleins van ijzer (een paperclip of een schroefje) en iets groots van ijzer (een zware bout)
- een kleine en grote steen

Activiteit 3: *per groepje:*

- een groot blok van hout
- een klein, lichter blokje ijzer
- een doos om ze in te doen

Activiteit 4:

- een setje dopjes of waxinelichtjes met verschillende materialen:
 - hout
 - kurk
 - piepschuim



- ijzer (heel kleine spijkertjes of kogeltjes)
- steen (een stuk steen dat even groot is als een dopje)
- zand,
- water
- olie
- klei
- vier lichte plastic bekens (per groepje)

Activiteit 5:

- Bal of blokje
- een unster (weegapparaatje met een veer waar je het voorwerp aan hangt)
- iets van ijzer of van ander zwaar materiaal dat met een touwtje aan de unster kan worden gehangen.

Activiteit 6: per groepje:

- een groot en een klein stuk piepschuim
- een liniaal
- het werkblad 'Opwaartse kracht' (zie bijlage B)

Activiteit 7:

- foto's van vrachtschepen (op het digibord): zowel boten die hoog op het water liggen (blijkbaar leeg), als boten die diep in het water liggen (blijkbaar met lading).

Activiteit 8: per groepje:

- 50 knikkers
- een smal flesje van dun plastic. Hoe smaller het flesje, des te minder knikkers nodig zijn.

Activiteit 1: *Introductie*

1

Doel: De leerlingen geven hun eerste verklaringen voor drijven en zinken en ervaren dat er van alles te onderzoeken valt over dit onderwerp. Geconcludeerd wordt dat gewicht, grootte, materiaal en vorm een rol spelen.



Nodig:

- Een doorzichtige bak met water
- Allerlei voorwerpen, waaronder de voorwerpen die de leerlingen kunnen gebruiken bij activiteit 2. Zowel massieve voorwerpen als holle voorwerpen, zoals bekers e.d.

Gesprek. Op de tafel staat een bak met water en daarnaast liggen allerlei voorwerpen. Neem een voorwerp en laat de leerlingen voorspellen wat er zal gebeuren als dat voorwerp in het water wordt gelegd. Kies bij voorkeur iets waarvan de leerlingen niet direct zullen weten of het zal drijven of zinken, bijvoorbeeld een appel, zeep of een kaars. Bespreek wat 'drijven' en wat 'zinken' is. Wat drijven betreft: als iets voor een groot deel onder water gaat, maar boven in het water blijft hangen noemen we dat ook drijven.

In tweetallen. De leerlingen kiezen drie voorwerpen: één waarvan ze verwachten dat het blijft drijven, één waarvan ze denken dat het blijft drijven en een derde naar eigen keuze. Nadat ze in hun groepje overlegd hebben, leggen ze de voorwerpen bij het kaartje met 'drijven' of het kaartje met 'zinken' op tafel. Laat hen eventueel ook verder in de klas zoeken naar interessante voorwerpen.

Gesprek. Bespreek de voorwerpen die bij de verschillende kaartjes liggen. Vraag bij een voorwerp dat bij beide kaartjes is geplaatst om een toelichting van de groepjes en test het dan uit. Vraag ook wie twijfels had en laat die voorwerpen bijvoorbeeld tussen de twee posters neerleggen.

Waarschijnlijk leidt dit tot deelgesprekken over een aantal aspecten:

- Gewicht doet er toe.
- Hoe groot iets is doet er ook toe.
- Het heeft ook te maken met 'materiaal': dingen van ijzer zinken, dingen van hout niet.
- Bekers en ijzeren dekseltjes kunnen drijven als je zorgt dat er geen water in loopt, anders zinken ze. Ze zijn van een materiaal dat zinkt, maar door de vorm kunnen ze ook drijven.

Vat de toelichtingen van de leerlingen samen door steeds te benoemen over welke eigenschap het gaat. Wanneer een leerling bijvoorbeeld praat over 'licht' en 'zwaar' gaat het over het gewicht van voorwerpen.

Vat samen dat de volgende aspecten blijkbaar een rol spelen en schrijf die op het bord: *gewicht*, *grootte*, *materiaal* en *vorm*. Welke rol ze spelen zullen de leerlingen de komende lessen gaan onderzoeken.

'Fruit blijft meestal altijd drijven'

De leerkracht van de proefklas begint met te laten voorspellen wat er zal gebeuren als je een zeepje of een appel in een bak met water legt. Het zeepje blijkt te zinken en de appel blijft drijven. 'Fruit blijft meestal altijd drijven', zegt een van de leerlingen. De leerkracht bespreekt wat je 'drijven' noemt: ook als iets heel diep in het water in het water hangt noem je dat drijven.

Nadat de leerlingen voorwerpen hebben gekozen en op de tafel hebben gelegd ligt er zowel bij *zinken* als bij *drijven* een blokje hout. Ook ligt er bij allebei een paperclip. De knikkers en stenen liggen bij *zinken*, daar was blijkbaar iedereen het over eens. Kurken, ballen, plastic pluggen en piepschuim liggen bij *drijven*. Tussen de twee verzamelingen inliggen een gum en een kubusje van blauwe klei; een kleiner kubusje van klei ligt ook bij *drijven*. De plastic beker ligt bij *zinken*.



De leerkracht vraagt het groepje dat het blokje hout bij *zinken* heeft gelegd waarom ze dat hebben gedaan. Een van de kinderen zegt dat een plankje hout gewoon blijft drijven, maar als het een blok is dan zinkt het waarschijnlijk.

Foto: Lia Oosterwaal, Basisschool De Cirkel (Utrecht)

Een ander reageert: 'Dat plankje dat verspreidt, zeg maar, hoe zwaar het is, maar een blokje is één klomp, dan zinkt het, lijkt mij, sneller'. De leerkracht concludeert dat de vorm er blijkbaar toe doet. Het groepje dat het blokje bij *drijven* heeft gelegd zegt dat heel veel hout blijft drijven. De leerkracht vraagt waar je op let als je zegt dat veel hout blijft drijven, maar dat levert nog geen reacties op.

Een leerling suggereert dat als het kleine blauwe blokje bij *drijven* ligt, dat het grote blokje dan waarschijnlijk bij *zinken* moet. De leerkracht: 'Je moet dus ook op de grootte letten'. Een andere leerling is het hier niet mee eens. Het kan zijn dat iets groter is, maar ook lichter en dan blijft het toch drijven. De leerkracht: 'Dus dan heeft het met gewicht te maken'.

De leerkracht zegt dat het grote en kleine blokje klei van hetzelfde 'materiaal' zijn. Ook de blokjes van hout zijn van hetzelfde materiaal, dus daar moet je ook op letten.

Een groepje heeft de kurk bij drijven gelegd omdat ze gezien hebben dat kurken drijven, maar ze weten niet waarom. Zij denken hardop: "er zit lucht in en het is heel licht", 'Het materiaal is licht'.

Eén groepje denkt dat een paperclip blijft drijven omdat er gaatjes tussen zitten. Een ander groepje denkt dat een paperclip gaat zinken, maar heeft daar geen uitleg bij.

De voorwerpen waar discussie over was worden uitgeprobeerd. Niet alleen het plankje, maar ook de kubusjes van hout blijven drijven. De paperclip zinkt. Het gum en de blokjes van klei zinken ook.

Over de activiteit

Zoals we verwachtten noemden de leerlingen verschillende factoren die volgens hen een rol spelen.

De leerkracht kon ze benoemen als gewicht, grootte, materiaal of vorm.

Interessant is dat een groepje lijkt te denken dat een plankje blijft drijven en dat een blokje hout zinkt. Ook bij de paperclip speelt volgens een van de leerlingen de vorm een rol: er zitten gaatjes tussen en dus blijft hij drijven. Dat de vorm wel verschil maakt bij de beker kwam niet aan de orde.

Dat de grootte volgens leerlingen verschil kan maken blijkt uit de opmerking dat als het kleine blauwe blokje bij drijven ligt, het grote blokje bij zinken zou moeten liggen.

Het gewicht van de voorwerpen wordt vaak genoemd, maar blijkbaar wordt gewicht niet gezien als de enige factor die het verschil maakt tussen drijven en zinken.

Verschillende kinderen zeggen dat het materiaal er toe doet: hout en kurk blijven drijven. Ook de opmerking dat fruit blijft drijven zou je zo kunnen opvatten.

Activiteit 2: *Het is niet alleen maar gewicht*

2

Doel: De leerlingen gaan beseffen dat bij massieve voorwerpen niet alleen het gewicht telt: een licht steentje zinkt, maar een zwaarder blok hout blijft drijven. Blijkbaar speelt het materiaal waar een voorwerp van gemaakt is een rol: je hebt lichter en zwaarder materiaal.



Nodig:

- weegschalen, liefst meer dan één.
voor elk groepje kinderen:
- een klein en een groot blok hout
- een klein en groot stuk piepschuim
- iets kleins van ijzer (een paperclip of een schroefje) en iets groots van ijzer (een zware bout)
- een kleine en grote steen
- * Geef geen voorwerpen die kunnen blijven drijven door hun holle vorm, zoals bekens of deksels van potjes.

Uit het gesprek bij activiteit 1 zal gekomen zijn dat op de een of andere manier gewicht een rol speelt bij drijven of zinken. In deze activiteit wordt onderzocht of je alles kunt verklaren met hoe zwaar iets weegt.

Gesprek. Schrijf als stelling op het bord: 'lichte voorwerpen drijven, zware voorwerpen zinken' en vraag om reacties. Ga nog niet uitgebreid in op de reacties.

Elk groepje krijgt straks een aantal voorwerpen en een bak water. Vraag de leerlingen om een proefje te bedenken dat laat zien dat de stelling op het bord niet klopt, of eventueel juist wel. Vertel dat je waarschijnlijk twee voorwerpen moet kiezen, want dat een stukje piepschuim blijft drijven zegt op zich niet zoveel. Je kunt een weegschaal gebruiken als je iets wilt wegen.

In groepjes. Elk groepje heeft een setje voorwerpen en een bak water. Er zijn weegschalen in de klas om voorwerpen te wegen.

Gesprek. Inventariseer welke conclusies de leerlingen trekken uit hun proefje. Noteer alle opmerkingen op het bord. Laat groepjes nieuwe ontdekkingen toevoegen.

Te verwachten valt dat leerlingen zullen komen met:

- iets heel kleins van ijzer of steen zinkt toch.
- Een groot, zwaar stuk hout blijft drijven.

Leg eventueel alle voorwerpen van een set op volgorde van gewicht. Het zal duidelijk zijn dat de stelling niet klopt.

Vraag wat de voorwerpen verschillend maakt, als het gaat om drijven en zinken. Waarschijnlijk zal worden gezegd dat piepschuim en hout 'licht spul' zijn of iets dergelijks. Bespreek de term *materiaal* en het onderscheid tussen *een licht voorwerp* en *licht materiaal*. Vraag ook hoe je soorten materiaal met elkaar zou kunnen vergelijken om te weten wat lichter en wat zwaarder materiaal is. Misschien komen leerlingen met: je kunt ze wegen, maar dan moet je wel van alles evenveel nemen.

Mochten er leerlingen zijn die stellen dat het niet om gewicht gaat, maar om (alleen) de grootte, dan kun je de voorwerpen op volgorde van grootte leggen en met de leerlingen concluderen dat ook die volgorde niets zegt over drijven of zinken.

Een paperclip zinkt

Nadat de leerlingen van de proefklas in groepjes hun onderzoekje hebben gedaan blijkt niemand het eens te zijn met de stelling: 'De stelling klopt niet, want lichte voorwerpen drijven niet altijd. Een paperclip weegt niks, maar zinkt toch.' Een van de groepjes vergelijkt een groot blokje hout met twee kleinere blokjes die samen ongeveer evenveel wegen, maar het is niet duidelijk wat ze daarmee hebben bewezen. Een klasgenoot reageert hierop door te vertellen dat hij wel eens een hele grote balk heeft gezien die ook bleef drijven en concludeert: 'Ik denk dat alle hout blijft drijven'. Hij laat zien dat het kleine bronzen blokje zinkt, ook al weegt het weinig. Zijn conclusie: 'Het ligt aan het materiaal'.

De leerlingen blijken ook met andere aspecten geëxperimenteerd te hebben. Een van de groepjes heeft een paperclip uitgebogen om te kijken of dat verschil zou maken, maar dat deed het niet. Een ander groepje heeft de paperclip recht gebogen en er een klein stukje piepschuim aan gedaan. Samen bleven ze drijven. 'Het piepschuimblokje blijft met meer kracht drijven dan dat de paperclip zinkt.'

Over de activiteit

Na hun onderzoeken lijken alle leerlingen het er over eens dat niet alleen het gewicht een rol speelt. Door verschillende leerlingen wordt genoemd dat het om het materiaal gaat: hout blijft drijven, brons gaat zinken.

Activiteit 3: *Gewicht van een voorwerp of gewicht van materiaal*

3

Doel: De leerlingen gaan beseffen dat er onderscheid is tussen het gewicht van een voorwerp - dat gewicht kun je aflezen op een weegschaal - en het gewicht van materiaal. Je kunt materialen ook vergelijken via wegen, maar alleen als je van elk materiaal evenveel neemt.

Nodig:

- een groot blokje van hout en een klein, lichter blokje van ijzer.
- een doos.

Gesprek. Laat een doos zien - dicht - en vertel dat er twee blokjes in liggen, een blokje van ijzer en een blokje van hout. Schrijf zin één op het bord: 'Het houten blokje is zwaarder dan het ijzeren blokje' en stel de vraag of dit waar kan zijn.

Groepswerk. De leerlingen overleggen kort in hun groepje.

Gesprek. De zin kan kloppen wanneer het houten blokje groter is dan het ijzeren blokje. Laat zien dat dat inderdaad het geval is. Vraag hoe je kunt bepalen of het klopt dat het houten blokje zwaarder is. Het antwoord zal zijn: je moet de twee blokjes wegen.

Gesprek. Schrijf nu zin twee op het bord: 'Hout is zwaarder dan ijzer' en vraag of dit ook waar kan zijn.

Groepswerk. De leerlingen overleggen kort in hun groepje.

Gesprek. De meeste leerlingen zullen zeggen dat het niet klopt: ijzer is zwaarder dan hout. Misschien weet iemand dat er ook heel zwaar hout bestaat. Vertel dan dat er hout is dat zo zwaar is dat het zinkt in water, maar dat dat altijd nog lichter is dan ijzer.

Bespreek het verschil tussen de eerste zin en de tweede. De tweede zin gaat over het materiaal waar iets van gemaakt is, niet over een bepaald blokje. Vraag hoe je kunt bewijzen dat de zin niet klopt. Ook nu kun je een weegschaal gebruiken, maar alleen als de blokjes even groot zijn. Anders gezegd: het *volume* moet gelijk zijn.

Introduceer de term *soortelijk gewicht*. 'Soortelijk' geeft aan dat het gaat om het gewicht van het soort materiaal waarvan het gemaakt is. Om iets te kunnen zeggen over het soortelijk gewicht moet je van elk materiaal dezelfde hoeveelheid wegen.

Toelichting. De officiële term is tegenwoordig *soortelijke massa* en niet *soortelijk gewicht*. In de natuurkunde wordt de term gewicht vermeden omdat gewicht afhankelijk is van de plaats waar men meet: iets wat op aarde 1 kilo weegt, weegt op de maan veel minder. Verder spreekt men over de *dichtheid* van materiaal. Water heeft een dichtheid van bijna 1 (0,998 onder gekozen standaardomstandigheden) en ijzer heeft een dichtheid van bijna 8.

Er is naar ons idee geen bezwaar tegen om op de basisschool de term *soortelijk gewicht* te gebruiken; het is voor kinderen een duidelijker begrip dan *soortelijke massa* of *dichtheid*, en het is bovendien een ingeburgerde term, waarvan leerlingen hoe dan ook de betekenis moeten leren. Bij de try out van de lessen gebruikte de leerkracht de term *dichtheid*, maar die bleek voor veel verwarring te zorgen.

Zinnen die op elkaar lijken maar iets anders zeggen

De leerkracht van de proefklas laat een doosje zien en vertelt dat er een houten blokje en een ijzeren blokje in zitten. Ze zet een zin op het digibord: 'Het houten blokje is zwaarder dan het ijzeren blokje' en vraagt of dat waar kan zijn. 'Even 30 seconden overleggen in je groepje'.

Een van de leerlingen zegt dat het waar kan zijn: 'Als je een heel groot houten blokje hebt en een heel klein ijzeren blokje.' Een ander groepje zegt even later hetzelfde, terwijl een derde groepje concludeert dat het niet waar hoeft te zijn: 'Het kan ook zijn dat het hout van zichzelf zwaarder is dan ijzer'. De leerkracht vindt dat een mooie uitspraak en schrijft hem op de flapover, maar ze gaat er nog niet op in. Ze laat zien wat er in het doosje zit en laat de blokjes wegen.

Nu laat ze een ander zin zien op het digibord: 'Hout is zwaarder dan ijzer' en vraagt of dat waar kan zijn. Ze laat weer kort overleggen in groepjes.

Eén leerling zegt dat als de blokjes even groot zouden zijn, dan zou het ijzer zwaarder zijn. De leerkracht laat de twee blokjes uit het doosje zien. Een andere leerling: 'Daar klopt het wel, maar dat kan je niet met elkaar vergelijken want het blokje ijzer is veel kleiner dan het blokje hout.' Deze leerling concludeert dat je zou moeten uitrekenen hoeveel keer het ene blokje in het andere past.

Wat is het verschil tussen de eerste zin en de tweede? 'Bij de eerste zin gaat het alleen over dit, maar bij de tweede zin gaat het over al het hout is zwaarder dan al het ijzer.' De conclusie is dat je alleen iets kunt zeggen over het materiaal als de blokjes even groot zijn, dus als het volume hetzelfde is.

Over de activiteit

Het verschil tussen de twee zinnen wordt door de leerlingen correct benoemd. Ze komen zelf met de opmerking dat je alleen iets over het materiaal kunt zeggen als de blokjes even groot zijn, of als je het gewicht omrekent naar hoeveel keer groter een blokje is.

Activiteit 4: Materialen vergelijken

4

Doel: De leerlingen leren dat je met wegen kunt nagaan of bepaald materiaal zwaarder of lichter is dan ander materiaal, maar alleen wanneer je van elke soort materiaal evenveel neemt.



Nodig:

- een weegschaal
- een setje dopjes of waxinelichtjes met daarin verschillende materialen:
 - hout
 - kurk
 - piepschuim
 - ijzer (heel kleine spijkertjes of kogeltjes)
 - steen (een stuk steen dat even groot is als een dopje)
 - zand
 - water
 - olie
 - klei
- voor elk groepje: vier lichte plastic bekertjes en zand, water, olie en klei.

Gesprek. Bespreek hoe je door te wegen kunt bepalen of materiaal licht of zwaar is. De conclusie moet zijn dat je daarvoor evenveel van elk materiaal met elkaar moet vergelijken. Laat de dopjes zien met verschillende materialen en laat die wegen. Er is ook een dopje met water. De dopjes worden op volgorde gezet en bij elk dopje wordt een kaartje met het gewicht gelegd. Concludeer met de leerlingen dat je op deze manier de materialen ordent van licht naar zwaar. Gebruik de term soortelijk gewicht om een onderscheid te maken tussen het gewicht van materiaal en het gewicht van een voorwerp.

Groepswerk. De leerlingen doen met bekertjes zo'n zelfde onderzoek. Met zand, water, klei en olie maken ze een lijstje van materialen. Geef geen uitgebreide instructie vooraf; de leerlingen moeten zelf bedenken dat ze van alles evenveel moeten nemen.

Gesprek. Stel met de kinderen vast wat de volgorde in soortelijk gewicht is van de onderzochte materialen. Constateer dat je bij deze proef elke hoeveelheid in de bekers kunt doen, zolang je maar in elke beker even veel doet.

Een reeks maken

De leerkracht van de proefklas heeft doppen van wijnflessen met verschillende materialen. De dopjes worden gewogen en op volgorde gezet. Als je van alles evenveel weegt, zegt ze, weet je iets over de dichtheid van het materiaal. Ze laat de leerlingen in groepjes overleggen wat er met 'dichtheid' bedoeld wordt. Die term blijkt verkeerde associaties op te roepen; de leerlingen denken dat het betekent dat er geen gaatjes in het materiaal zitten, dat er geen lucht in zit.

Voordat de leerkracht de groepjes ook olie geeft bespreekt ze eerst het vergelijken van zand, klei en water. Nu begrijpt het groepje wel wat de bedoeling is.

Aan het eind van de les laat de leerkracht zien dat olie blijft drijven op het water.

Over de activiteit

De activiteit bestond uit twee onderdelen: eerst zette de leerkracht dopjes met materialen op volgorde en daarna deden de leerlingen hetzelfde met bekers en zand, klei, water en olie. Deze combinatie werkte goed. Door het zelf vullen en wegen van bekers begrepen de leerlingen waarom het belangrijk is dat je gelijke hoeveelheden met elkaar vergelijkt.

Activiteit 5: Krachten

5

Doel: De leerlingen leren drijven en zinken te beschrijven in termen van krachten. De zwaartekracht zorgt dat dingen naar de aarde toevallen. Water oefent een kracht uit die dat tegenwerkt: de opwaartse kracht. Die opwaartse kracht werkt ook op voorwerpen die uiteindelijk zinken.

Nodig:

- Bal of blokje
- Unster (weegapparaatje met een veer waar je het voorwerp aan hangt)
- iets zwaars dat met een touwtje aan de unster kan worden opgehangen.

Gesprek. Laat een bal of een blokje vallen en bespreek de term 'zwaartekracht'. De zwaartekracht maakt dat dingen naar de aarde toe vallen, totdat ze door iets worden tegengehouden. Je kunt de vergelijking maken met de situatie dat je zelf aan iets trekt of ertegen duwt, of de vergelijking met een magneet die ijzer aantrekt.

Vraag daarna de leerlingen om te vertellen wat er gebeurt als iets in water valt. Uit dat gesprek zal waarschijnlijk komen:

- iets van hout wordt tegengehouden door het water. Het zakt er wel een beetje in, maar gaat niet naar de bodem. Blijkbaar duwt het water terug.
- Een steen of iets van ijzer wordt niet tegengehouden.

Introduceer de term *opwaartse kracht* voor de tegenkracht van het water.

Proefje. Hang een zwaar voorwerp aan de veerunster en laat het voorwerp in het water zakken. Het voorwerp lijkt opeens veel minder te wegen.

Groepswerk. De leerlingen bedenken een verklaring.



Gesprek. De verklaring is dat de opwaartse kracht blijkbaar ook werkt op voorwerpen die zinken; het water oefent wel een opwaartse kracht uit, maar die is niet groot genoeg om te voorkomen dat een steen of een stuk ijzer zinkt.

Vat samen wat er aan de orde is geweest. De zwaartekracht en de opwaartse kracht zijn twee krachten die elkaar tegenwerken. Als iets van licht materiaal is, zorgt de opwaartse kracht dat het voorwerp blijft drijven. Ook dingen die zinken ondervinden een opwaartse kracht.

'Sommige dingen kan de opwaartse kracht niet houden'

De leerlingen van de proefklas zeggen direct dat de bal valt door de zwaartekracht. De leerkracht vraagt waarom het blokje op het water blijft drijven als ze het daar laat vallen. Volgens een leerling is dat omdat er in het water geen zwaartekracht kan liggen. De leerkracht vraagt of de zwaartekracht dan ook stopt als ze het blokje met haar hand opvangt. Een andere leerling: 'Er is zwaartekracht, maar je hand is sterker dan de zwaartekracht.' De leerkracht legt uit dat het water net zo'n kracht heeft als haar arm en dat je dat de 'opwaartse kracht' noemt.

De leerkracht hangt een zwaar stuk ijzer aan de veerunster en laat aflezen hoeveel de veer wordt uitgetrokken: vijf streepjes. Daarna hangt ze het ijzer in het water en laat weer aflezen hoeveel streepjes de veer wordt uitgetrokken. Nu is het nog maar één streepje. Hoe kan dat?

De leerlingen overleggen twee minuten in hun groepje. De eerste leerlingen die daarna de beurt krijgen komen met verhalen over lucht die wel of niet ergens in zit. In feite proberen ze te verklaren waar die opwaartse kracht vandaan komt. Daarna legt een leerling uit hoe volgens zijn groepje de opwaartse kracht de zwaartekracht tegenwerkt. Water duwt volgens hem alles naar boven, maar sommige dingen kan hij niet houden; alleen wordt het ding dan wel lichter. Een andere leerling vertelt dit nog eens in eigen woorden en legt de relatie met wat er gebeurt als je iets in je handen opvangt.

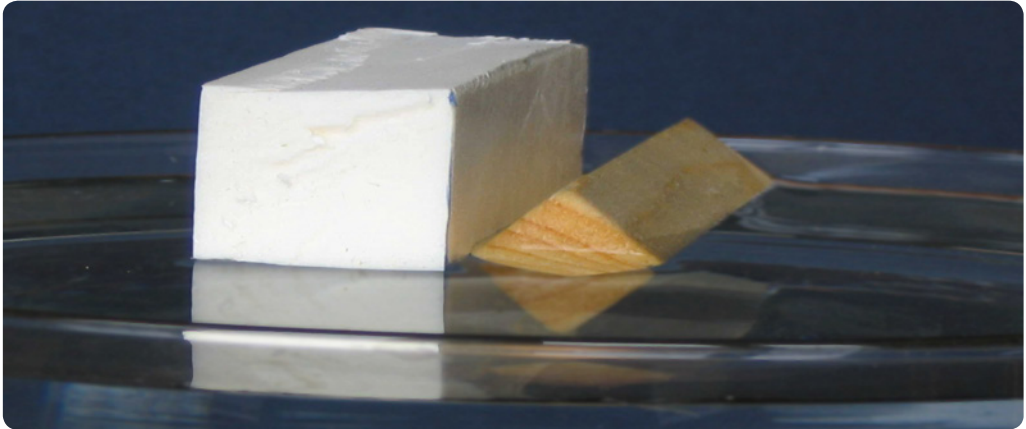
Over de activiteit

Het proefje met de unster bleek goed te werken. Door het proefje werd duidelijk dat het water altijd een opwaartse kracht uitoefent, ook op voorwerpen die zinken. De kinderen kennen dat ook uit eigen ervaring: in het zwembad kun je makkelijk iemand optillen.

Activiteit 6: *Het voorwerp duwt het water opzij*

6

Doel: De leerlingen zien dat een groot stuk piepschuim meer water opzij duwt dan een klein stuk en ervaren dat je een groot stuk piepschuim moeilijker onder water kunt duwen. Ze interpreteren dit als: de opwaartse kracht is het gevolg van het feit dat een voorwerp water wegduwt. Belangrijke woorden hierbij zijn: 'opwaartse kracht', 'volume' en 'zwaartekracht'.



Nodig:

Voor ieder groepje:

- grote en kleine stukken piepschuim
- bakken water
- een liniaal
- het werkblad 'Opwaartse kracht' (zie bijlage B pag. 66)

Gesprek. Bespreek wat er gebeurt als je een vuist in een bakje water doet. Laat zien dat het water meer stijgt naarmate de vuist verder het water gaat.

Groepswerk. Elk groepje heeft een klein stuk piepschuim en een wat groter stuk. Ze onderzoeken de vragen van het werkblad:

- Welk stuk piepschuim is het moeilijkst onder water te duwen?
- Hoeveel stijgt het water in de bak als je het piepschuim onder water duwt?

Gesprek. Uit het proefje komt dat je bij een groot stuk piepschuim meer moeite moet doen om het onder water te duwen. Vraag de leerlingen om dit te beschrijven in termen van krachten. Dat zou moeten leiden tot:

- Hoe groter het stuk piepschuim, hoe groter de kracht die nodig is om het piepschuim onder water te krijgen.
- Blijkbaar duwt het water meer terug en is de opwaartse kracht dus groter.

Concludeer dat de grootte van de opwaartse kracht blijkbaar afhangt van de grootte van het voorwerp, dus van het *volume* van datgene dat je onder water wilt duwen. Vraag naar een verklaring. Hopelijk komen leerlingen met: hoe meer water je weg moet duwen, hoe groter de opwaartse kracht.

Vat samen: er zijn twee krachten die elkaar tegenwerken. De zwaartekracht trekt voorwerpen naar beneden, die kracht noem je het gewicht van het voorwerp. De opwaartse kracht, aan de andere kant, wordt bepaald door de hoeveelheid water die wordt weggeduwd.

Waterverplaatsing en opwaartse kracht

In de proefklas is het voor iedereen duidelijk dat het water zal stijgen als de leerkracht haar vuist in het water steekt. De leerlingen geven als verklaring: 'Als je hand in het water gaat moet het water aan de kant'. De leerlingen weten ook dat het makkelijker is om het kleine blok piepschuim onder water te duwen, waarschijnlijk omdat ze dat al bij de tweede activiteit hebben ervaren.

De leerkracht legt uit dat de leerlingen moeten meten hoeveel het water stijgt, dus hoeveel water er verplaatst wordt. 'Dat is een maat voor de opwaartse kracht', zegt ze.

Op de vraag waarom je het grote blok piepschuim moeilijker onder water duwt, formuleert een van de groepjes als verklaring dat het blok groter is, 'en het neemt meer water in'. Bedoeld wordt: het neemt de plaats in van meer water, wat een goede verklaring is. In een ander groepje wordt echter gezegd dat de opwaartse kracht in het piepschuim zit.

De leerlingen hebben allemaal geconstateerd dat het water minder stijgt bij hun kleine blokje piepschuim.

Over de activiteit

Door het meten van de stijging van het waterpeil zien de leerlingen dat er een relatie is tussen de hoeveelheid water die wordt verplaatst en de kracht die je nodig hebt om het piepschuim onder water te duwen. Dat wil niet zeggen dat ze ook precies begrijpen wat de oorzaak-gevolg-relatie is. Dat zou moeten zijn: Wat onder water gaat duwt water van zijn plek en het water duwt als het ware terug; dat is de opwaartse kracht. Hoe meer water verplaatst wordt, hoe groter de opwaartse kracht.

Activiteit 7: *Waarom drijft een boot?*

7

Doel: Dit is een aanvullende, verdiepende les. Leerlingen leren dat bij boten de lading bepaalt hoe diep ze in het water liggen. Dit kunnen ze ook zelf ervaren door het gewicht in een fles te veranderen en het effect op drijven en zinken te bekijken.



Nodig:

- Foto's van vrachtschepen (op het digibord). Zowel boten die hoog op het water liggen (blijkbaar leeg), als boten die diep in het water liggen (blijkbaar met lading)
- Voor ieder groepje een smal flesje van dun plastic. Hoe smaller het flesje, des te minder knikkers nodig zijn. Zet met een marker maatstreepjes op de flesjes, elke centimeter vanaf de bodem een streepje.
- Per groepje 50 knikkers.

Gesprek. Laat een foto van een boot zien en vraagt hoe het kan dat zo'n boot blijft drijven: hij is van ijzer, dus van heel zwaar materiaal, en toch drijft hij. Uit het gesprek zal komen dat de holle vorm een belangrijke rol speelt.

Laat foto's zien van een boot die hoog in het water ligt en een boot die laag ligt en vraag de leerlingen het verschil te verklaren. Een verklaring is dat de ene boot leeg is en de andere vol; een boot zakt dieper in het water als er lading/gewicht in komt. Dit wordt het onderwerp van het volgende onderzoekje.

Groepswerk. Opdracht: Doe 10 knikkers in de fles en schrijf op hoe diep de fles in het water ligt. Waarschijnlijk moet je een beetje helpen de fles rechtop te houden. Doe er nu steeds 10 knikkers bij en schrijf op hoe diep hij ligt bij 20, 30, 40 en 50 knikkers.

Je ziet dat de fles steeds blijft drijven, maar je ziet ook dat bij meer knikkers een groter stuk van de fles onder water gaat. Hoe kun je dat verklaren? En hoe heeft dat te maken met de twee krachten waar we steeds over gesproken hebben, de *zwaartekracht* en de *opwaartse kracht*?

Gesprek. Bespreek de antwoorden van de leerlingen.

Activiteit 8: Materiaal tegenover flessen

8

Doel: Dit is een aanvullende, verdiepende les. Leerlingen leren dat het bij drijven en zinken gaat om de relatie tussen gewicht en volume. Bij flessen kun je het gewicht in het bakje veranderen. Bij massief materiaal is de verhouding tussen gewicht en volume vast.



Gesprek. Wat heeft het experimenteren met die flessen en knikkers nu te maken met het vergelijken van materiaal? Bij allebei geldt: het gewicht maakt dat het voorwerp water wegduwt. Bij de flessen geldt: hoe meer gewicht, hoe dieper de fles in het water komt. Bij het materiaal geldt min of meer hetzelfde: hoe zwaarder het materiaal, hoe dieper het voorwerp in het water zakt. En voor beide geldt: als het gewicht te groot wordt zinkt het voorwerp.

- Als je het gewicht groter en groter maakt zal de fles uiteindelijk zinken. Dat is net zoals als een blokje van zwaarder materiaal nemen.
- Een groot stuk hout is veel zwaarder dan een klein stuk hout, maar zo'n groot stuk hout duwt meer water weg, en dat wil zeggen dat het water ook meer terugduwt.

Bijlage B Werkblad Opwaartse kracht

Vul jullie namen in:

.....

Je hebt nodig:

- een bak water
- een groot stuk piepschuim
- een klein stuk piepschuim
- een liniaal om de stijging van het water te meten



Opdracht 1

Duw de stukken piepschuim allebei een keer onder water. Je zal merken dat dat bij het grote stuk piepschuim moeilijker gaat. Kun je dat verklaren?

Onze verklaring is:

.....

Opdracht 2

Doe het nu nog eens en meet hoeveel cm het water in de bak stijgt.

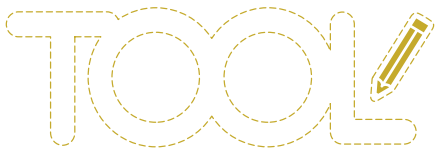
Let op. Zorg dat alleen het piepschuim onder water is. Doe niet je hand onder water, want dat zorgt voor extra stijgen van het water!

Bij het kleine stuk piepschuim stijgt het water centimeter

Bij het grote stuk piepschuim stijgt het water centimeter



.....



Handwriting practice lines consisting of a solid top line, a dashed middle line, and a solid bottom line.

Multiple sets of handwriting practice lines, each consisting of a solid top line, a dashed middle line, and a solid bottom line, for independent practice.



Lees meer



Enthousiast geworden na het lezen van deze tips? Je kunt meer informatie over wetenschap en techniek lezen en tips opdoen in de volgende boeken:

Wetenschapper in de klas



Experimenteren in de rekenles



Talent ontwikkelen met Wetenschap en Techniek



Wetenschap en techniek ijkpunten voor een domein in ontwikkeling

Colofon

Dit boek is tot stand gekomen in het kader van het programma Kenniscentrum Talentontwikkeling Wetenschap en Techniek (KTW&T) in de regio Midden-Nederland en Wetenschap en Techniek in de regio Utrecht.

Redactie:

Dr. C. M. P. (Carmen) Damhuis:	Onderwijskundig adviseur en trainer, Universiteit Utrecht.
G. A. (Geertje) Wismans, MSc.:	Onderwijskundig adviseur en trainer, Universiteit Utrecht.
E. M. (Esther) Slot, MSc.:	Onderwijskundig adviseur, trainer en PhD-student, Universiteit Utrecht.
Drs. F. H. J. (Frans) van Galen:	Onderwijskundig adviseur Freudenthal Instituut, Universiteit Utrecht.
Dr. T. (Tim) van Wessel:	Programmaleider Talentontwikkeling Wetenschap en Technologie en onderwijskundig adviseur en trainer, Universiteit Utrecht.

Overige auteurs:

Drs. M. A. S. (Mirjam) Bastings:	Onderwijskundig adviseur en trainer, Universiteit Utrecht.
S. (Sharisse) van Driel, MSc.:	Masterstudent Science Education and Communication, Universiteit Utrecht.
L. (Lia) Oosterwaal:	Docent bij basisschool de Cirkel te Utrecht.
H. (Hester) Kleinhans :	Docent bij basisschool de Ontdekkingsreis te Doorn.
Prof. dr. M. G. (Maarten) Kleinhans:	Hoogleraar Rivieren en Delta's, Universiteit Utrecht.
Dr. J. (Hanno) van Keulen:	Lector Onderwijskundig Leiderschap en Opvoeding, Hogeschool Windesheim Flevoland.

Uitvoering:

Gerlinda Verburg:	Docent bij basisschool de Klokbeker te Ermelo.
Hester Kleinhans:	Docent bij basisschool de Ontdekkingsreis te Doorn.
Lia Oosterwaal:	Docent bij basisschool de Cirkel te Utrecht.



Universiteit Utrecht



Colofon

Ontwerp & vormgeving:

Plan B Design Bert van Zutphen

Fotografie:

Plan B Media Merel de Deugd & Liesbeth van den Bosch; Hoofdstuk foto's
(Modellen: Annigje Emmering, Marijn en Pascale Kromkamp,
Lucas en Daniël Faber)

Overige fotografie Hester Kleinhans, Lia Oosterwaal

Uitgave:

Universiteit Utrecht Centrum voor Onderwijs en Leren,
Heidelberglaan 1 | Postbus 80127, 3508 TC Utrecht |
T. 030 253 3224 | www.uu.nl/onderwijsadviesentraining/po |

© Onderwijsadvies & Training, Centrum voor Onderwijs en Leren
Universiteit Utrecht

ISBN 978 90 819157 3 1 eerste druk november 2015

*Met dank aan alle leerlingen en leerkrachten die hebben meegewerkt
en uitgeverij Malmberg!*



Universiteit Utrecht

