

# 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.

### **Verschillende 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.

<b>Activiteiten</b>	<b>Inhoud</b>
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***

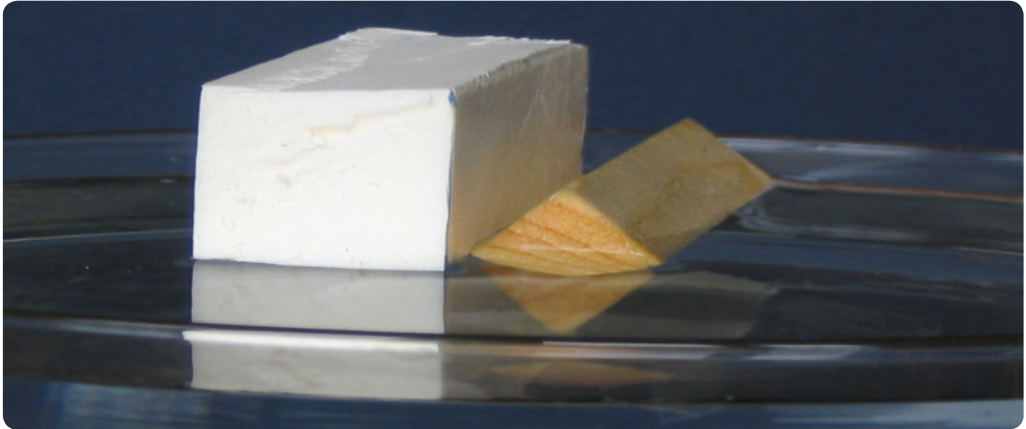
Het proefje met de unster bleek goed te werken. Door het proefje werd duidelijk dat het water altijd een opwaartse kracht uitoefent, ook op voorwerpen die zinken. De kinderen kennen dat ook uit eigen ervaring: in het zwembad kun je makkelijk iemand optillen.



## 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 knickers 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 zo iets 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!

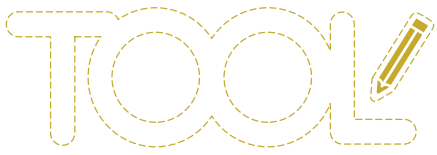
Bij het kleine stuk piepschuim stijgt het water ..... centimeter

Bij het grote stuk piepschuim stijgt het water ..... centimeter



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





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

Multiple sets of handwriting practice lines, each consisting of three horizontal lines: a solid top line, a dashed middle line, and a solid bottom line.

