

# Natuurkunde **8** en techniek

- 1 Kracht en energie**
  - 2 Magnetisme en elektriciteit**
  - 3 Licht**
  - 4 Geluid**
  - 5 Vaste stoffen, vloeistoffen en gas**
  - 6 Technische toepassingen**
- Begrippen**





# 1 Kracht en energie

## Gewicht

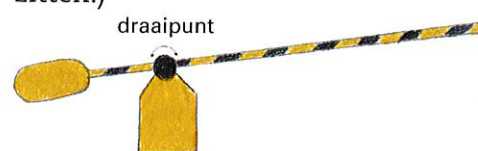
Het ene voorwerp valt sneller dan het andere. Dit heeft te maken met het gewicht en de vorm van het voorwerp. Een zware baksteen valt sneller dan een lichte kartonnen doos. Ook krijgt een voorwerp meer snelheid als het vanaf een hogere plek naar beneden valt. Een bal die van het dak valt, heeft meer snelheid dan een bal die van een stoel valt.

Als je wilt dat een voorwerp langzamer valt, moet je de oppervlakte van het voorwerp groter maken. Hierdoor wordt de **luchtweerstand** groter. Luchtweerstand is de lucht die een voorwerp als het ware een beetje 'tegenhoudt' als het beweegt. Een parachute bijvoorbeeld, blijft in de lucht zweven omdat er veel lucht in de parachute gevangen wordt, die de parachute 'tegenhoudt'. De luchtweerstand is groot. Dat komt door het grote oppervlak van het doek.



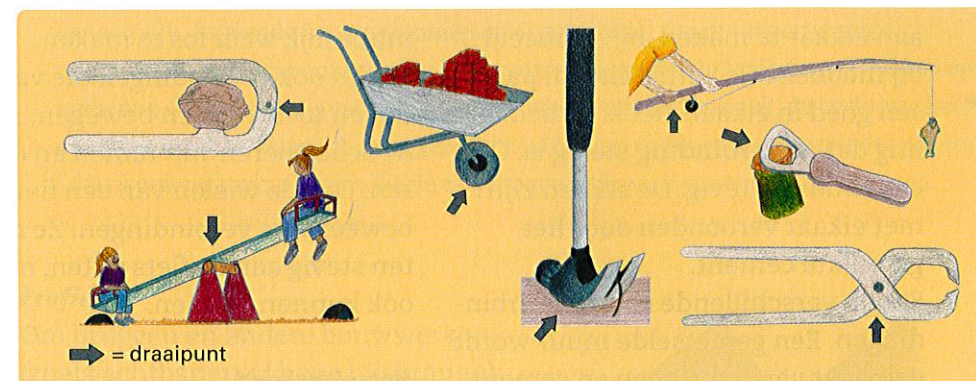
Een **hefboom** is een staaf die wordt gebruikt om met weinig moeite een zware last op te tillen. Elke hefboom heeft een **draaipunt** of een scharnierpunt. Een voorbeeld van een hefboom is een wip. Een wip heeft twee even lange armen, met een

draaipunt in het midden. Als aan elke kant van de wip een even zwaar kind zit, is de wip in balans. Een wip kan ook in balans zijn met drie kinderen: één kind moet dan aan het uiteinde zitten, de twee andere dicht bij het draaipunt. Dan wordt de wip een balans met ongelijke gewichten, oftewel met ongelijke armen. (Rekenvoorbeeld: De twee kinderen wegen samen 50 kg. Het kind alleen weegt 25 kg. Het kind dat alleen zit, gaat op 2 meter van het draaipunt zitten. De twee andere kinderen moeten dan op 1 meter afstand van het draaipunt zitten.)



Veel hefbomen hebben twee ongelijke armen, zoals de hefbomen bij een spoorwegovergang. Er is een korte en een lange arm. Aan de korte arm zit een gewicht. Zo blijft de hefboom in evenwicht. Het werkt hetzelfde als bij de drie kinderen op de wip. De armen kunnen dus ongelijk zijn door ongelijke lengte of door ongelijk gewicht.

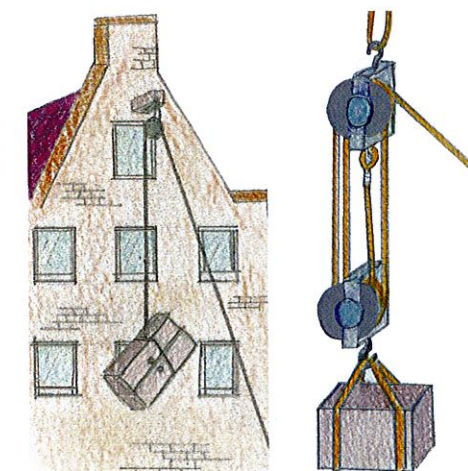
Het principe van de hefboom kom je in allerlei handige apparaatjes in huis tegen, zoals een notenkraker, een flesopener, een klauwhamer, een kruiwagen en een nijptang.



Zelfs een deur is een hefboom. Als je de deur vlak bij het scharnier dicht duwt (korte arm, veel kracht nodig), kost dat meer moeite dan als je de deur bij de klink dicht duwt (lange arm, weinig kracht nodig). Een **katrol** maakt het makkelijk om zware voorwerpen te verplaatsen. In veel steden hebben oude grachtenpanden en pakhuizen aan de bovenkant van de voorgevel een uitstekende haak. Daaraan kan een katrol worden vastgemaakt. Hiermee kunnen zware pakketten naar boven worden gehesen. De mensen kunnen op de grond het touw naar beneden trekken met hun lichaamsgewicht. Zo hoeft niemand uit het raam te hangen om het pakket naar boven te hijsen. Dat is veel zwaarder.

## Stevigheid

Dingen die aan elkaar worden vastgemaakt, moeten soms ook weer los kunnen. Je kan een **sluiting** gebruiken, bij kleding bijvoorbeeld een rits, knoop of klittenband. Vaste



het nog wel evenveel kracht om een gewicht te hijsen. Het is alleen makkelijker. Er zijn ook meervoudige katrollen (meer wielen), ook wel takel genoemd. Die maken het hijsen van een last óók minder zwaar. Hoe meer katrollen, hoe lichter het hijsen. Takels worden op zeilschepen gebruikt om de zeilen te hijsen.

verbindingen die niet meer los kunnen, zijn bijvoorbeeld naden en stiksels. Sluitingen en verbindingen komen vaak voor. Ze worden gebruikt om verschillende delen



aan elkaar te maken, bijvoorbeeld bij meubels. De verbindingen passen goed in elkaar. Het is de bedoeling dat de **verbinding** stevig is. Ook een muur is stevig. De stenen zijn met elkaar verbonden door het gebruikte cement.

Er zijn verschillende soorten verbindingen. Een gemetselde muur wordt gemaakt van bakstenen en cement. Dit is een materiaalverbinding. Deze verbindingen zorgen voor stevigheid. Het is niet de bedoeling dat ze weer uit elkaar worden gehaald. Meestal gaan ze dan kapot.

Een legpuzzel, een dop die op een fles frisdrank draait of twee legosteentjes op elkaar, zijn vormverbindingen. De vorm van twee delen is zo dat ze precies in elkaar passen. Deze verbindingen zijn makkelijk weer uit elkaar te halen en weer in elkaar te zetten. Ook dit soort verbindingen zorgen voor stevigheid. Als je twee voorwerpen gebruikt om een verbinding te maken, heet dat een voorwerpverbinding. Een pak papier dat met een nietje aan elkaar zit, bijvoorbeeld, of aan elkaar gespijkerde planken of klittenband. Dit soort verbindingen zijn de ene keer moeilijk en de andere keer

makkelijk weer los te maken. Er zijn ook verbindingen die vastzitten en toch kunnen bewegen, zoals de scharnieren van ramen en deuren. Ook de wielen van een fiets zijn beweegbare verbindingen. Ze moeten stevig aan de fiets zitten, maar ook kunnen draaien.

#### Metselverband

Gemetselde muren kunnen er heel verschillend uitzien. De manier waarop de stenen op elkaar gestapeld zijn, het metselverband, kan anders zijn. Halve en hele stenen worden in verschillende patronen afgewisseld. Iemand die gaat metselen, meet eerst de lengte van de metselen muur. Daarna spant hij een touw tussen twee latten. Als het touw overal even hoog hangt, is het recht. Voor de muur heeft hij stenen en cement (specie) nodig. Cement wordt met een troffel, een soort schepje, op de muur geschept. Voor het metselverband heeft hij ook halve stenen nodig. Die kapt hij met een kaphamer. Om te controleren of de muur rechtop gemetseld is, kan de metselaar een loodlijn gebruiken. Dit is een touwtje met een gewichtje eraan, dat recht naar beneden hangt.

#### Bruggen

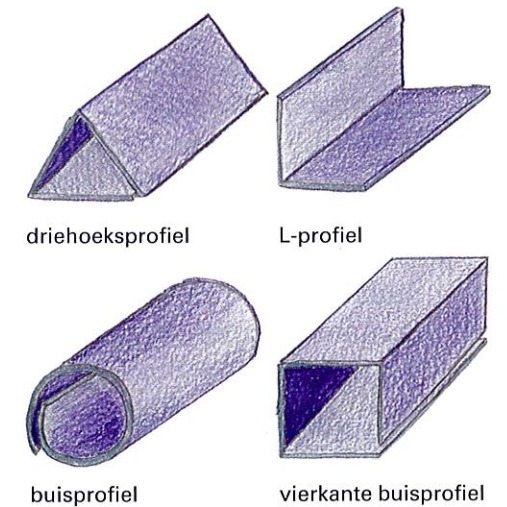
Bruggen zijn ook verbindingen die zeker stevig moeten zijn. De eerste bruggen werden van boomstammen gemaakt. Later werden houten balken gebruikt. De Romeinen bouwden sterke stenen boogbruggen. Die konden een grotere afstand overbruggen. Toen bruggen ook zware voertuigen moesten kunnen dragen, ging men stalen balken gebruiken. Staal is namelijk heel sterk.

Er zijn verschillende bruggen. Onder een vaste brug moeten de schepen altijd door kunnen varen. Hier wordt rekening mee gehouden tijdens de bouw. Ze moeten hoog

genoeg zijn. Drijvende bruggen worden opzij getrokken. Draaibruggen worden weggedraaid en er zijn ook bruggen die worden opgehaald. Ophaalbruggen hebben een hefboom: de lange arm is met een stang verbonden met het wegdek, de korte arm heeft een extra gewicht. Door het extra gewicht kost het ophalen van de brug minder moeite. Soms worden kabels gebruikt die de weg dragen. Zulke bruggen heten tuilbruggen.

#### Profiel

Om bruggen en andere bouwwerken (zoals achtbanen of hoge hijskranen) wel stevig, maar niet te zwaar te maken, worden profielen gebruikt. Een profiel is een stalen plaat met een bepaalde vorm, bijvoorbeeld een U-vorm. Ook worden stalen balken gemaakt in een L-vorm of een H-vorm. Een holle buis is ook een profiel. Een frame van een fiets is gemaakt van een holle buis. De profielen worden in driehoekige vormen aan elkaar vastgemaakt, waardoor het bouwwerk stevig wordt. Ook in een fietsframe kun je een stevige driehoek zien.



#### Kracht uit lucht en vloeistoffen

Lucht is overal. Als het hard waait, kun je de lucht voelen. Luchtweerstand is goed te merken als je met harde wind tegen de wind in loopt. Je wordt dan wat tegengehouden. Lucht die ergens wordt ingeblazen of ingepompt, drukt aan alle kanten even hard. Een luchtbed of fietsband bijvoorbeeld, zit vol met lucht. Dit is samengeperste lucht en die is heel sterk. Ook lucht die niet is samengeperst, geeft weerstand. Lucht kan bijvoorbeeld water tegenhouden. Denk maar aan een rietje in een glas water waar je lucht doorheen blaast. Het water gaat aan de kant.

Water is net als lucht heel sterk. Een overstroming of een harde storm kan veel schade aanrichten. Als je lucht of water samenperst, kun je de kracht gebruiken als je de lucht of het water via een kleine



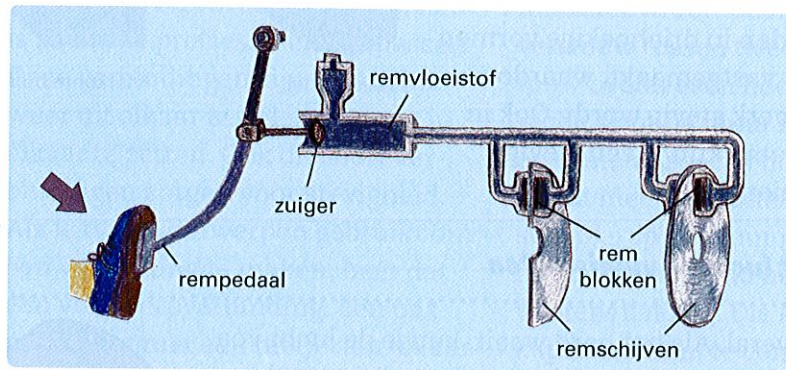


opening laat ontsnappen. Dat is wat er gebeurt bij een fietspomp of een hogedrukspuit.

De kracht van (al dan niet samengeperste) lucht heet **luchtdruk**. Een fietspomp werkt op de kracht van samengeperste lucht. Als je de pomp uittrekt, komt de lucht in de pomp. Als je de pomp induwt, wordt de lucht samengeperst. Het gaatje van de slang is te klein om de lucht net zo hard te laten ontsnappen als dat die erin komt, dus wordt de lucht samengeperst. Als je harder pompt, ontsnapt de lucht met meer kracht.

De brandweer maakt bij auto-ongevallen gebruik van luchtkussens om een auto op te tillen. Er wordt een luchtzak onder de auto gelegd, die wordt opgepompt. Door de kracht van de lucht wordt de auto een stukje opgetild. Hierdoor kan de brandweer de reddingsoperatie beter uitvoeren.

Ook vloeistoffen die onder druk gebracht worden, geven kracht. De kracht van water heet **waterdruk**. De rem van een auto werkt met samengeperste olie. Als het rempedaal wordt ingetrapt, wordt olie in de remleiding geperst. Door de kracht van de olie worden de remblokken tegen de remschijven geduwd. De auto remt. De auto remt harder als het pedaal harder wordt ingetrapt.



Een te grote druk kan gevaarlijk zijn. Een fietsband die te hard wordt opgepompt, zal knappen. Bij machines is hiervoor een beveiliging ingebouwd. Die kun je horen bij bussen die geremd hebben en daarna stilstaan. Bij bussen werken de remmen op luchtdruk. Het teveel aan lucht ontsnapt uit het remsysteem door een speciaal ventiel. Dat levert een hard gesis op.

### **Veerkracht**

Een bal die op straat valt, deukt een beetje in. Dat komt doordat de straat hard is en de bal zachter. De bal is elastisch. In de meeste ballen

zit lucht. Door de elasticiteit van de bal en de luchtdruk in de bal, verdwijnt de deuk vanzelf. De bal komt weer in zijn eigen vorm en veert

omhoog. Dat is **veerkracht**.

Of een bal goed stuitert, hangt af van verschillende dingen. Op een harde ondergrond stuitert een bal beter. Een lekke voetbal stuitert minder goed. Het hangt er ook van af van welk materiaal een bal is

gemaakt. Voetballen worden van leer gemaakt. Een stuitbal is gemaakt van een soort elastisch rubber en stuitert nog beter. De hoogte vanwaar een stuitbal naar beneden valt, bepaalt hoe hoog hij stuitert.

### **Wielen**

Wielen worden gebruikt om iets te verplaatsen. De meeste wielen hebben spaken. Die komen in de as bij elkaar. Wielen draaien het beste als de as in het midden zit. Anders is het wiel niet rond, en wat niet rond is draait niet goed.

Tandwielen worden in machines gebruikt. Een **tandwiel** is een wiel met ribbels of tanden. De ribbels of tanden van de tandwielen grijpen in elkaar. Zo kunnen ze beweging overbrengen of snelheid of richting veranderen. Een kettingwiel is ook een soort tandwiel. Een gewone fiets heeft twee kettingwielen: een grote bij de trappers en een kleine bij het achterwiel. Een fiets met ver-

snellingen heeft meer kettingwielen. Hoe meer versnellingen een fiets heeft, hoe meer kettingwielen er nodig zijn. Een racefiets heeft dus veel kettingwielen. Bij een afdaling wordt de zwaarste **versnelling** gebruikt. De fietser gaat dan wel snel, maar hoeft niet heel snel te trappen. Als hij een lichtere versnelling zou gebruiken, zou hij wel heel snel moeten trappen. Bij een zware versnelling ligt de ketting voor op het grootste kettingwiel en achter op het kleinste. Elke keer als het grote kettingwiel draait, draait het kleine kettingwiel aan het achterwiel meer keren rond. Het achterwiel draait dan mee.

### **Verbranding en brandstoffen**

Om vuur te maken, zijn brandstoffen nodig. Een **brandstof** is een stof die goed kan branden, zoals papier, hout en benzine. De ene brandstof brandt beter dan de andere. Hout is minder brandbaar dan crêpepapier en benzine.

Behalve brandstof is ook zuurstof nodig om een vuur te maken. Zuurstof zit in de lucht. De meeste brandstoffen moeten worden aan-

gestoken. Dit heet **ontsteking**. Er zijn verschillende manieren om een vuur te doven. Je kunt water of schuim gebruiken. Daarmee wordt het vuur afgedekt, zodat er geen zuurstof meer bij kan komen en tegelijkertijd koelen de brandstof en de omgeving af. Kleine brandjes kun je blussen met poeder uit een poederblusser of met zand. Bij bepaalde branden mag je niet met water blus-



sen. Dat heeft met de soort brandstof te maken. Een vlam in de pan, bijvoorbeeld, wordt heel gevaarlijk als er water bij komt. De brandende olie zal gaan rondspetteren. Je moet het deksel op de pan doen. Dan komt er minder zuurstof bij en zal de vlam doven. Een brand in een elektriciteitskast mag ook niet met water worden geblust. Zo'n brand moet je met schuim of poeder blussen.

Er zijn ook speciale branddekkers. Als je die op de vlammen legt, komt er minder zuurstof bij het vuur zodat het sneller dooft.

Vuur geeft warmte en licht en kan verschillende kleuren hebben. De kleur hangt af van het soort brandstof en de temperatuur van het vuur.

Warmte die bij verbranding vrijkomt, komt eigenlijk van de zon. Zonnestralen verwarmen de lucht en de aarde met alles wat leeft. Zonder die verwarming door de zon is er geen leven mogelijk. Bomen gebruiken zonne-energie (zowel warmte als licht) om te groeien. Als bomen worden verbrand, komt die **zonne-energie** weer vrij. Op vergelijkbare manier is de energie in aardolie, aardgas, steenkool, bruinkool en turf ook zonne-energie.

### Energiebronnen

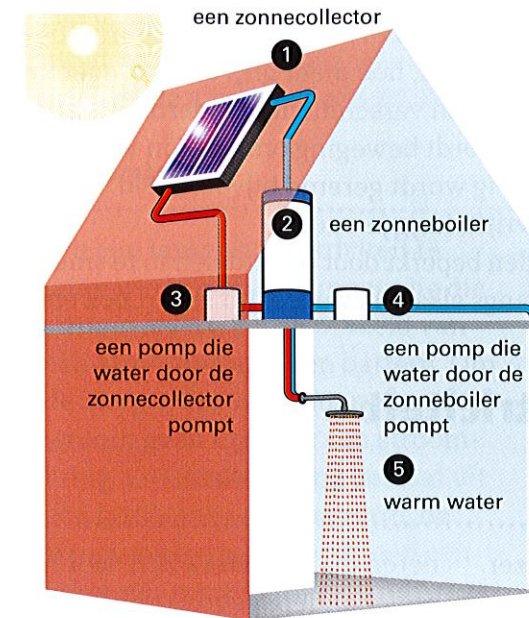
Elk apparaat heeft een **energiebron**, waardoor het kan werken. Energie kan afkomstig zijn van spierkracht, wind- en waterkracht, zonlicht,

Deze brandstoffen zijn ontstaan uit overblijfselen van planten en dier-tjes (organismen), die de zonne-energie nodig hadden om te leven. Daarom heten ze **fossiele brandstoffen**.

### Warmte

Warmte kan zich door de lucht verplaatsen, maar ook door bepaalde vaste stoffen. Een metalen lepel in een bord hete soep wordt ook heet. Het doorgeven van die warmte heet **geleiding**. Metaal is een prima **warmtegeleider**, net als glas. Een glas met hete thee is ook warm aan je lippen. Pannelappen geleiden de warmte minder goed. Daarom gebruik je die voor het vastpakken van een hete pan. Ook kunststof is een slechte warmtegeleider. Vandaar dat pannengrepen vaak van kunststof worden gemaakt. Lucht die warm wordt, stijgt op. Van die eigenschap van lucht wordt gebruikgemaakt bij een luchtballon. De lucht in de ballon wordt verwarmd. Doordat de warme lucht lichter is dan koude lucht, wil de luchtballon omhoog. Om de luchtballon te laten dalen, wordt de verwarming even stopgezet. De lucht koelt af en de ballon daalt weer.

elektriciteit, kernenergie en de verbranding van (fossiele) brandstoffen. Een voorbeeld van een energiebron is de zon. Deze levert warmte en



### Energieverbruik

Voor het verwarmen van huizen wordt brandstof verbrand. Vroeger werd daarvoor hout gebruikt, nu meestal aardgas. Als je centrale verwarming hebt, wordt het gas verbrand en met de warmte wordt water in een ketel verwarmd. Het warme water gaat via buizen naar de radiatoren, die de warmte afgeven aan de lucht in de kamers.

Lampen verbruiken elektriciteit en allerlei apparaten ook, zoals de televisie, de magnetron en de wasmachine. Ook voor de winning van elektriciteit wordt eerst een brandstof (in Nederland vaak kolen) verbrand.

Om zuinig te zijn met energie, proberen we op verschillende manieren energie te besparen. Warmte kan worden vastgehouden. Dat heet **isoleren**. Door muren en daken te isoleren en in kozijnen dubbel glas te zetten, blijft de warmte beter in huis. Je kunt ook energie besparen door spaarlampen te gebruiken. Moderne apparaten, zoals koelkasten, verbruiken minder energie dan oudere koelkasten. Energiebesparing is goed voor het milieu en het bespaart geld.

De ene soort energie kan worden omgezet in de andere soort energie. Hoe minder energie verloren gaat bij deze omzetting, hoe efficiënter je de energiebron gebruikt. Een gloeilamp is niet efficiënt. Bij het opwekken van licht ontstaat namelijk ook warmte, maar die gaat verloren.

Een andere vorm van 'verloren' energie is **wrijving**. Wrijving ontstaat als twee dingen tegen elkaar bewegen, bijvoorbeeld de vloer en een schoenzool



en de autoband op het wegdek. Hoe sneller of steviger dat gebeurt, hoe groter de wrijving is. Hoe meer wrijving er is, hoe meer grip en hoe lager de snelheid wordt. In een machine kunnen verschillende onderdelen langs elkaar bewegen. Als er wrijving is, wordt beweging omgezet in warmte of geluid. Gierende banden als er stevig wordt geremd bijvoorbeeld. En als je heel lang strootjes tegen elkaar wrijft, krijg je vuur.

Wrijving in een machine kan worden beperkt door onderdelen in te smeren met olie of vet, zodat ze soepeler langs elkaar bewegen. Dit spaart ook energie.

## 2 Magnetisme en elektriciteit

### Magneten

Magneten zijn van magnetisch ijzer. Een **magneet** trekt voorwerpen van ijzer aan. Het lijkt dan wel of het ijzer zit vastgeplakt aan de magneet. Een stukje hout of plastic blijft niet plakken. Een magneet trekt ook staal en nikkel aan. Een magneet geeft zijn aantrekkingskracht door. Aan één magneet kunnen een aantal paperclips onder elkaar hangen. De paperclips worden ook magnetisch en houden elkaar vast. Magneten werken zelfs door papier en plastic heen.

Er zijn verschillende soorten magneten. De vorm van de magneet bepaalt de naam: staafmagneten, hoefijzermagneten, vierkante en ronde magneten. Magneten worden in allerlei dingen gebruikt, zoals in telefoons en fietsdynamo's. De magneet in een dynamo draait rond bij het fietsen. Door de ronddraaiende beweging ontstaat er stroom voor de fietslamp. Magneten worden ook gebruikt als sluitinkjes voor kasten. Overal in huis worden kleine magneten gebruikt. Grote mag-

neten die heel sterk zijn, worden onder andere gebruikt bij het scheiden van afval. Ijzere voorwerpen worden zo uit het afval getrokken. Een staafmagneet heeft twee uiteinden. Die heten de polen: noordpool en zuidpool. De kracht van de magneet is bij de polen het sterkst. In het midden is de minste aantrekkingskracht. Magneten trekken elkaar aan bij de tegengestelde polen, want een noord- en een zuidpool trekken elkaar aan. Magneten kunnen elkaar ook wegduwen. Dat gebeurt als je probeert gelijke polen bij elkaar te houden. Dus twee noordpolen stoten elkaar af. Een ijzere voorwerp kan magnetisch worden gemaakt door met een magneet over het voorwerp te wrijven. Dat moet je dan wel steeds in dezelfde richting doen. IJzer kan makkelijk magnetisch worden gemaakt. Omdat het makkelijk gaat, blijft het niet lang magnetisch. Staal is moeilijk magnetisch te maken, maar blijft het wel langer. In een kompas zit ook een magneet.

Dat is de kompasnaald. Die wijst altijd naar het noorden. Dit komt doordat de aarde zelf een grote

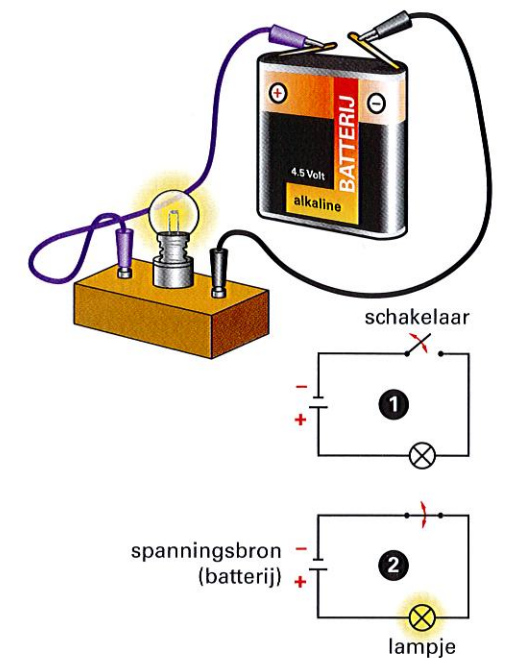
magneet is, met een magnetische noordpool en een magnetische zuidpool.

### Stroomkring

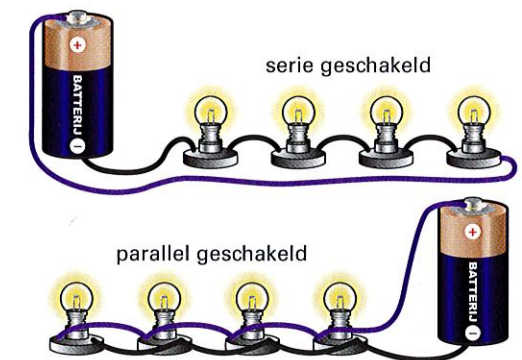
Om een lamp op elektriciteit te laten werken is een bron nodig die stroom levert. Een voorbeeld van een **stroombron** is een batterij. Om de lamp te laten branden, moet de stroom gaan lopen in een stroomkring. Een **stroomkring** bestaat uit een stroombron (de batterij), de stroomdraad en bijvoorbeeld een lamp. Als stroomdraad wordt vaak koperdraad gebruikt. Koper geleidt stroom goed, de stroom gaat er makkelijk doorheen. Een batterij heeft twee polen. Deze heten de pluspool en de minpool. Stroom loopt van de pluspool naar de minpool.

De stroom moet rond kunnen lopen, anders is er geen stroomkring en zal de lamp niet branden.

Als de stroomkring onderbroken is, doet de lamp het niet. Met een schakelaar kun je de stroomkring onderbreken. Nu is het apparaat uitgezet. Er kunnen meer lampen achter elkaar op dezelfde stroomkring worden gezet. Dit heet een **serieschakeling**. De stroom gaat dan door alle lampjes. Gaat één lampje kapot, dan gaan alle lampjes uit. De stroomkring is dan onderbroken door het kapotte lampje waar geen stroom meer doorheen gaat. Een voorbeeld hiervan is kerstboomverlichting. Als elk lampje apart met de stroom-



bron wordt verbonden, is dat een **parallelschakeling**. Als er dan één kapot is blijven de andere lampjes branden. Een voorbeeld hiervan is fietsverlichting. Als de voorlamp kapot is, brandt het achterlicht nog wel.



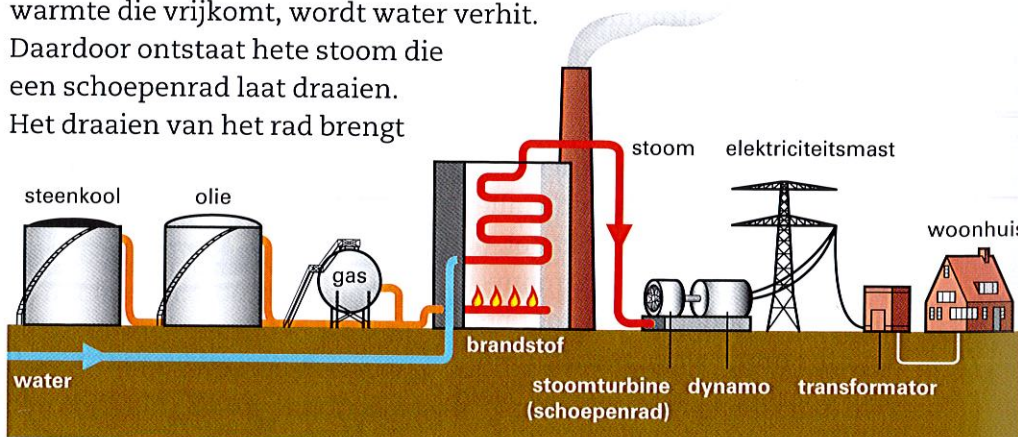


Stroom kan behalve door koperdraad ook goed door ijzer, vochtige grond en water. Iets dat van materiaal is waar de stroom goed doorheen kan, heet een **geleider**. Materiaal waar stroom juist niet goed doorheen kan, zoals plastic, glas en rubber, heet een **isolator**. Als de stroom via een kortere route van de pluspool naar de minpool gaat,

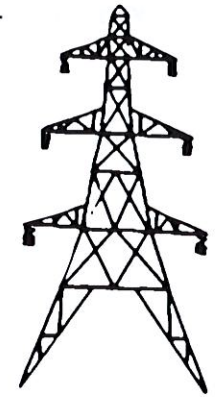
heet dat **kortsluiting**. Dit kan gebeuren als een stroomdraad niet goed geïsoleerd is. De koperdraad kan dan ergens in de stroomkring contact maken met zichzelf. Als er in korte tijd erg veel stroom door een draad loopt, kan de draad gaan smelten. Er kan zelfs brand ontstaan.

### Elektrisch contact

Via een kabel zijn alle huizen aangesloten op het elektriciteitsnet. Die kabel komt het huis binnen in de meterkast. In de meterkast zitten zekeringen, een elektriciteitsmeter en een aardlekschakelaar. De elektriciteitsmeter meet hoeveel stroom er wordt verbruikt. Voor stroom moet je betalen. Met de elektriciteitsmeter weet het energiebedrijf hoeveel stroom er moet worden afgerekend. De aardlekschakelaar is een apparaat dat de stroom uitschakelt als er een lek is of een te hoge spanning is. Een zekering is een beveiliging tegen overbelasting. De aangesloten apparaten vragen dan samen teveel stroom. Dan kan kortsluiting en brand ontstaan. Nieuwe huizen hebben automatische zekeringen, deze schakelen automatisch uit. Als het probleem is opgelost, kun je de zekering weer inschakelen. In oudere huizen smelt de dunne metaaldraad in de zekering (stop) en wordt de stroomkring verbroken. Je moet de kapotte zekering vervangen. De meeste elektriciteit wordt geproduceerd in een **elektriciteitscentrale**. Daar worden (fossiele) brandstoffen als steenkool, gas of olie verbrand. Bij die verbranding komt warmte vrij. Met de warmte die vrijkomt, wordt water verhit. Daardoor ontstaat hete stoom die een schoepenrad laat draaien. Het draaien van het rad brengt



een dynamo op gang die de elektriciteit levert. In een **kerncentrale** wordt de elektriciteit op dezelfde manier opgewekt. De warmte wordt verkregen door een kernreactie. Elektriciteit kan ook rechtstreeks worden opgewekt door windmolens. De wind laat de wieken draaien, die een dynamo aanjagen die de stroom opwekt. De elektriciteitscentrales leveren stroom onder een hoge spanning. Spanning wordt aangeduid met volt (V). Hoogspanningskabels verspreiden stroom met een spanning van 380.000 volt over het land. De hoge spanning wordt door een transformator (omvormer) verlaagd tot 230 volt. Dat is de spanning van de stroom die in huis wordt gebruikt.



hoogspanningsmast

Sommige apparaten werken alleen bij een nog lagere spanning. Dat is veiliger. Bijvoorbeeld een elektrische trein, halogeenlampen of de lader van een mobiele telefoon. Een transformator of adapter zorgt ervoor dat de spanning wordt verlaagd. Soms gebruik je een transformator om een te lage spanning te verhogen.

Niet elk apparaat gebruikt evenveel energie. Een stofzuiger heeft veel meer vermogen dan een radio en verbruikt daarom meer energie. Vermogen wordt uitgedrukt in Watt (W). De hoeveelheid energie dat een apparaat verbruikt, wordt uitgedrukt in kilowattuur (kWh). Stroom kan worden omgezet in licht (lamp), warmte (straalkachel, broodrooster), beweging (mixer, elektrische tandenborstel) en geluid (radio).

## 3 Licht

### Lichtbron

Voorwerpen die zelf licht produceren, zijn lichtbronnen. Veel voorwerpen maken niet zelf licht, maar weerkaatsen licht. Het licht komt dan van een ander voorwerp, de lichtbron. De maan en een spiegel weerkaatsen licht en zijn dus geen lichtbronnen. De zon is de belangrijkste natuurlijke lichtbron. De zon is een ster die relatief dicht bij de aarde staat.

Andere sterren geven ook licht, maar staan te ver van de aarde af om de aarde te verlichten. Alle andere lichtbronnen zijn niet-natuurlijk. Het licht ontstaat als gevolg van verbranding. Een kaars bijvoorbeeld, of een houtvuur en een gaslamp. Veel (moderne) lichtbronnen werken op elektriciteit, zoals een spaarlamp of ledlamp.



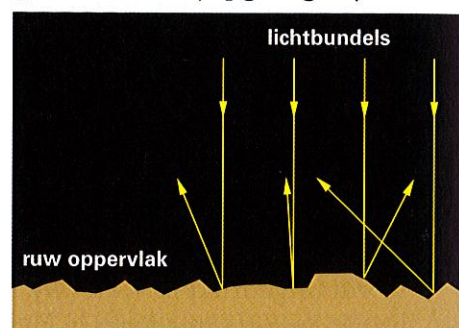
## Weerkaatsing van licht

Als licht wordt teruggekaatst in een spiegel, ontstaat een spiegelbeeld. Een vreemd spiegelbeeld ontstaat als de spiegel niet vlak is, bijvoorbeeld de holle en bolle kant van een lepel. Een holle spiegel draait een spiegelbeeld om. Een bolle spiegel maakt een 'bol' spiegelbeeld. Weerkaatsing van licht wordt ook wel **reflectie** genoemd. Een reflector op een fiets geeft zelf geen licht. Hij weerkaatst licht van bijvoorbeeld de koplamp van een auto.

Licht weerkaatst het beste op een glad oppervlak. Lichtstralen gaan rechtuit. Op een glad oppervlak kaatsen ze in een rechte lijn terug. Valt het licht schuin in de spiegel, dan kaatst het ook weer schuin terug. De lichtbundel van een zaklamp die door een spiegel wordt

teruggekaatst, is bijna even fel als de lichtbundel van de zaklamp zelf. Als iemand op een stuk karton schijnt met de zaklamp, wordt het licht nauwelijks weerkaatst. Dat komt omdat karton veel ruwer is dan een spiegel. Een ruw oppervlak weerkaatst de lichtstralen in alle richtingen.

Een zwart voorwerp weerkaatst ook bijna geen licht. Het licht wordt geabsorbeerd ('opgezogen').

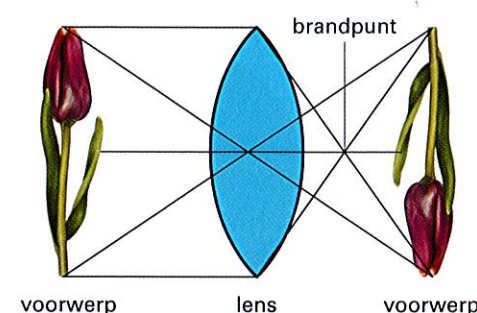
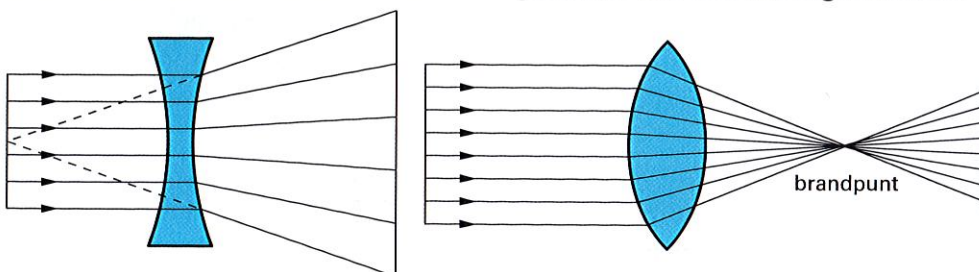


## Breking van licht

Glas en water zijn doorzichtig. Daardoor kan er gemakkelijk licht doorheen schijnen. Maar lichtstralen die van de ene stof naar de andere stof gaan, veranderen van richting. Dit heet **lichtbreking**. Een rietje dat schuin in een glas water staat, lijkt wel uit twee stukken te bestaan. Een munt in een bak met

water is moeilijk in één keer te pakken. Het lijkt alsof de munt net ergens anders ligt dan in werkelijkheid het geval is. Dit komt door de breking van licht.

Door lenzen kunnen lichtstralen extra worden gebogen. Lenzen zijn gemaakt van doorzichtig kunststof



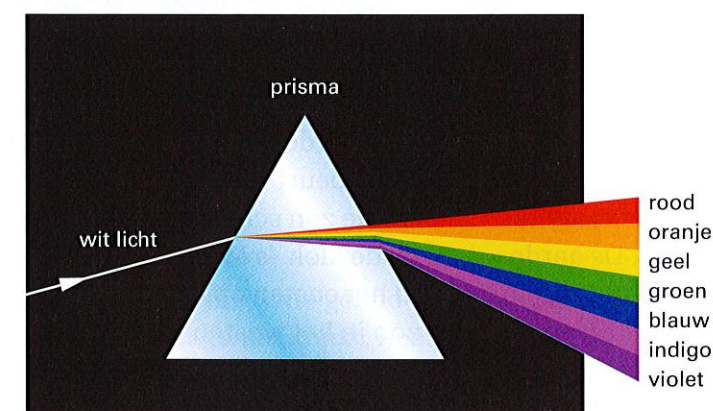
of glas en hebben een bijzondere vorm. Een **lens** is in het midden bol (positief) of hol (negatief). Een **holle lens** buigt de lichtstralen uit elkaar. Een **bolle lens** buigt de stralen naar elkaar toe. Het punt waar alle stralen bij elkaar komen, heet het **brandpunt**.

Een foto toestel heeft vaak meer dan een lens. Het beeld wordt op de kop en in spiegelbeeld weergegeven. Dat komt omdat de lichtstralen elkaar bij het brandpunt hebben gekruist. Zo wordt het beeld vastgelegd op film.

Lenzen worden in veel voorwerpen gebruikt. Ze zitten in camera's, microscopen, verrekijkers en brillen. Mensen die dichtbij goed kunnen zien, maar in de verte vaag, zijn **bijziend**. Deze mensen hebben een

bril met holle glazen nodig om alles veraf weer scherp te kunnen zien. Mensen die veraf goed kunnen zien, maar dichtbij niet goed, zijn **verziend**. Oudere mensen worden dat op den duur allemaal. Ze hebben een bril nodig met bolle glazen, een leesbril.

Zonlicht bestaat uit zeven kleuren licht: rood, oranje, geel, groen, blauw, indigo en violet. Een regenboog ontstaat als zonlicht tegen regendruppels aan schijnt. Het licht wordt teruggekaatst en daarbij opgesplitst in die zeven kleuren. Met een **prisma** kun je dat goed zien. Een prisma is een bijzonder soort lens, met een driehoekige vorm. Door deze vorm worden de lichtstralen sterk gebogen. Wit licht valt uit elkaar in de zeven kleuren. Mensen kunnen kleuren zien omdat de kleur die een voorwerp heeft, wordt teruggekaatst. De andere kleuren worden door het voorwerp 'opgezogen' (geabsorbeerd). Als er bijvoorbeeld licht op een geel boek schijnt, kaatst alleen het gele licht terug. De andere zes kleuren wor-





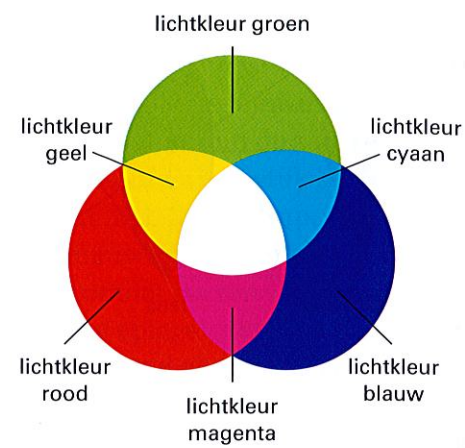
den 'opgezogen'. Een oranje bloem kaatst oranje licht terug en blauwe lucht kaatst blauw licht terug.

Er zijn drie lichtkleuren, waarmee alle kleuren gemaakt kunnen worden. Dat zijn rood, blauw en groen. Het mengen van lichtkleuren wordt gebruikt bij de belichting in het theater. Geel is bijvoorbeeld een mengsel van groen met rood. In een televisiescherm worden ook maar drie kleuren gebruikt. Het is opgebouwd uit hele kleine gekleurde blokjes. Als alleen het rode blokje oplicht, dan is rood te zien. Als twee blokjes even fel zijn, dan is een mengkleur

### Tijdmeting met licht

Licht maakt schaduw. De zon, maar andere lichtbronnen ook. Een schaduw kan kort of lang zijn. Dat hangt af van de stand van de lichtbron ten opzichte van het voorwerp waarvan er een schaduw ontstaat. Bij de zon als lichtbron hangt de lengte van de schaduw af van het tijdstip op de dag. Midden op de dag staat de zon recht boven de aarde. De schaduwen zijn dan kort. Aan het einde van de dag staat de zon veel lager. De zon schijnt vanuit een andere hoek, waardoor schaduwen langer worden.

Er wordt al eeuwenlang van de schaduw gebruikgemaakt om te bepalen hoe laat het is. De aarde draait elk etmaal (24 uur) om zijn as. Elk uur staat de zon dus op een andere plek aan de hemel en geeft andere schaduwen. Aan de hand



te zien, bijvoorbeeld geel of felroze. Zijn de blokjes alledrie even fel, dan zie je wit. Lichten de blokjes niet op, dan is zwart te zien.



van de richting van de schaduwen kan worden afgeleid hoe laat het is. Dit gebeurt met een zonnwijzer. Als de zon schijnt, valt de schaduw op de klok. 's Morgens komt de zon in het oosten op. 's Avonds gaat de zon in het westen weer onder. Om 12.00 uur 's middags staat de zon in het zuiden. De schaduw van de zon-

newijzer staat dus om 12.00 uur precies in het zuiden. Maar als het bewolkt is of nacht, dan werkt de zonnwijzer niet. Er zijn dan geen schaduwen. De tijd kan dan niet worden afgelezen. Daarom hebben mensen in het verleden gezocht naar andere methoden om de tijd te bepalen. Zo werden er in de vroege middeleeuwen

kaarsklokken gebruikt. Op de kaarsstonden streepjes waaraan de overgebleven tijd kon worden afgelezen als de kaars brandde. Deze klokken moesten voortdurend in de gaten worden gehouden. Als iemand ze vergat, kon de tijd niet meer nauwkeurig worden gemeten. Later werd een klok ontwikkeld met tandwiel. Deze werkte wel continu.

## 4 Geluid

### Produceren en opvangen van geluid

Geluid is eigenlijk een trilling van de lucht, die wordt veroorzaakt door een **geluidsbron**, bijvoorbeeld een radio, een fluit of iemand die praat. Die trillingen kun je voelen als je je hand bijvoorbeeld tegen een luidspreker aan houdt of bij je keel als je iets zegt.

Je kunt de trilling ook zien. Een gespannen elastiekje waarop getokkeld wordt, gaat trillen.

Als iemand in zijn handen klappt, gaan de luchtdeeltjes trillen. Deze trillingen verplaatsen zich vliegensvlug naar de oren, waar het trommelvlies gaat meetrillen. De trillingen worden zo doorgegeven aan de hersenen. Op dat moment 'hoor' je pas het geluid.

Geluidstrillingen kunnen zich ook in vaste stoffen en vloeistoffen voortbewegen. Ze gaan dan zelfs nog sneller dan door lucht.

Stemgeluid kun je eenvoudig versterken, door een megafoon te gebruiken. Die maak je zo van een vel papier dat je tot een toeter rolt en met een stukje plakband vastzet. Als je je handen bij je mond zet als een toeter heeft dat hetzelfde effect als een megafoon. Je kunt zo'n toeter ook gebruiken als luisterkoker. Het is dan eigenlijk een vergrote **oorschelp** die meer geluiden kan opvangen.

### Hard en zacht

Er zijn harde en zachte geluiden. Hoe hard een geluid klinkt, heet geluidsterkte. **Geluidsterkte** wordt gemeten in decibel (dB).

Zacht fluisteren heeft een geluidsterkte van 20 dB. Wie dicht bij een drillboor staat, hoort een geluidsterkte van 110 dB. Bij een geluids-



sterkte van 140 dB gaat geluid zeer doen aan je oren.

Te harde geluiden zijn niet goed voor het gehoor. Het kan er door beschadigd raken. Er zijn mensen die in hun beroep veel harde geluiden horen. In een fabriek bijvoorbeeld, waar veel machines lawaai maken. Mensen die daar werken, dragen gehoorbeschermers, oordoppen bijvoorbeeld.

Geluid kan veel overlast geven.

Mensen maken zelf geluid, maar ook veel apparaten maken geluid. In huis bijvoorbeeld de stofzuiger, de radio en de televisie. Buiten bijvoorbeeld het verkeer, een graafmachine of een grasmaaier. Te veel geluid kan hinderlijk zijn. Als dat lawaai te

### Hoge en lage tonen

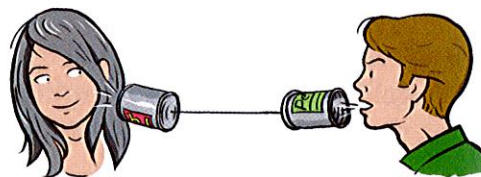
Er zijn hoge en lage tonen. Een dun elastiek geeft een hoger geluid als je het laat trillen dan een dik elastiek. Dat komt omdat het dunne elastiek sneller trilt. Hoe sneller de trilling is, hoe hoger de toon. Een strak gespannen snaar geeft een hogere toon dan een minder strak gespannen snaar. Ook hier trilt de strak gespannen snaar sneller dan de lossere snaar.

Heel hoge tonen zijn voor de mens niet te horen. Dolfijnen en vleermuizen kunnen die hoge tonen wel horen.

### Communicatie

Trillingen bewegen zich sneller door vaste stoffen en vloeistoffen dan door lucht. Dat kun je zien aan de werking van een blikjestelefoon. Een blikjestelefoon maak je van twee lege blikken waartussen je een stuk touw spant. Als je in het blikje spreekt, gaat de bodem meetrillen. De trillingen worden doorgegeven via het strak gespannen touw aan

de bodem van het tweede blikje. Dat blikje gaat ook trillen. De lucht in dat tweede blikje gaat ook trillen. De trillingen komen in het oor van degene met wie je 'belt'. Die kan het bericht horen.

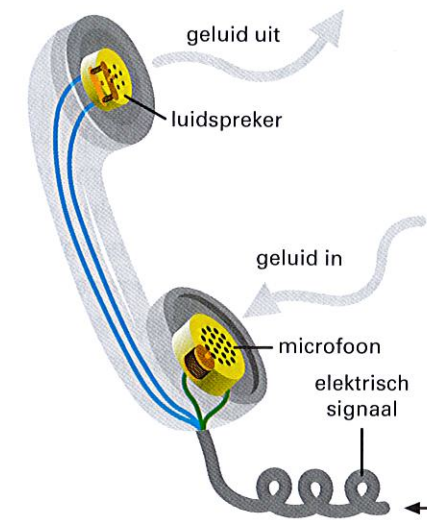


erg wordt, heet dat geluidshinder of **geluidsoverlast**.

Je kunt geluidsoverlast beperken.

Zachte materialen met een ruw oppervlak, zoals tapijt en gordijnen, absorberen geluid. Het geluid wordt er door gedempt en klinkt zachter. Verkeerslawaai bijvoorbeeld, kan worden tegengehouden door een geluidswal, een soort dijk vaak begroeid met planten. De wal dempt dan het geluid.

Gladde en harde oppervlakken, zoals een stenen geluidsscherm, weerkaatsen (reflecteren) het geluid juist. Daarom hoor je een galm in de badkamer. Weerkaatsing van geluid wordt een **echo** genoemd.



### Telefoon

Met een gewone telefoon kan er gepraat worden met iemand op grote afstand. De telefoon verstuurt berichten via een kabel. Zo'n kabel is meestal van koper of glasvezel. De microfoon in de hoorn van de telefoon maakt van het stemgeluid stroomstootjes. Die gaan door de kabel naar de andere telefoon. Daar maakt de luidspreker van de stroomstootjes weer stemgeluid. Dit gebeurt razendsnel.

### Radiogolven

Door de uitvinding van de radio werd het ook mogelijk berichten zonder kabel te verzenden. De zender, bijvoorbeeld een zendmast, zendt via een antenne radiogolven. De radiogolven 'dragen' bijvoorbeeld muziek of de stem van een radiopresentator. De ontvanger vangt deze golven met een antenne op. De radio versterkt het geluid zodat mensen ernaar kunnen luisteren. Een mobiele telefoon werkt

ongeveer op dezelfde manier als de radio. Hierbij wordt ook geluid via een radiogolf verzonden. Dit geluid wordt ontvangen door de dichtstbijzijnde gsm-mast. Deze mast stuurt het gesprek door naar een soort 'centrale', waarop de ontvangende beller is aangesloten.

### Satellieten

Televisiezenders uit het buitenland kunnen in Nederland worden ontvangen via een satelliet. Satellieten zweven in de ruimte. Er worden radiogolven naar de satelliet verstuurd. De satelliet versterkt de signalen en straalt ze terug naar de aarde. Op aarde vangen schotelantennes de signalen op en geven die weer door aan de televisie. Je kunt ook telefoneren via de satelliet. Het voordeel is dat er geen telefoonnetwerk of gsm-mast in de buurt hoeft te zijn. Zelfs vanuit de woestijn of op zee kun je dan bellen. Daar maken militairen en zeelui gebruik van.

De signalen van de radio, televisie en de telefoon hebben een zeer grote snelheid: 300.000 kilometer per seconde. Daardoor zijn de signalen heel snel aan de andere kant van de wereld.



## 5 Vaste stoffen, vloeistoffen en gas

### Metalen

Metalen worden veel gebruikt in gebruiksvoorwerpen, in huis en in constructies. Eigenlijk worden ze overal voor gebruikt. Er zijn verschillende soorten met verschillende eigenschappen. Vroeger werden delfstoffen zoals koper en tin gebruikt. Later werd ijzer ontdekt en omdat ijzer erg sterk is, wordt dat veel toegepast.

Ijzer is net als koper, lood, zink, zilver en goud een metaal. Metalen zijn niet doorzichtig, glanzen en zijn goed te bewerken en vervormbaar. Als ze worden verhit, kunnen ze worden gesmolten en weer aan elkaar gesmeed. Ook kunnen ze geslepen en glad gemaakt worden. Dat laatste heet polijsten.

In de natuur komen metalen alleen in erts vorm voor. Ertsen zijn verbindingen van metalen met zuurstof. Als erts tot metaal wordt verwerkt, wordt de zuurstof eruit gehaald. De meeste bewerkte metalen hebben de neiging om weer een verbinding met zuurstof te maken. Ze gaan ververen. Ijzer kan niet tegen vocht. Onder invloed van vocht en zuurstof gaat het roesten. Roest is een bruin laagje dat het ijzer als het ware 'opvreet'. Roest is poreus: er zitten piepkleine gaatjes in.

Daardoor kan er zuurstof bij het ijzer komen, waardoor het ijzer steeds verder doorroest. Op andere metalen die ververen, komt een

laagje dat het metaal afsluit. Zo kan de zuurstof er niet bij en wordt het metaal beschermd. Zo roest bijvoorbeeld een zinken dakgoot niet door. Omdat roest veel schade kan veroorzaken, moet je ijzer beschermen tegen roestvorming. Een fiets bijvoorbeeld, moet droog en schoon gehouden worden. En je moet ijzer afdekken met een laagje lak of verf. Een andere manier om ijzer te beschermen, is het aanbrengen van een laagje metaal dat niet roest. Fietssturen bijvoorbeeld, worden bedekt met chroom (verchromd). Er zijn ook metalen die niet ververen. Dat zijn de **edelmetalen**: goud, zilver en platina. Die worden gebruikt in belangrijke onderdelen van computers.

#### Uitzetten en krimpen

Als metaal wordt verwarmd, wordt het ietsje groter. Dat heet **uitzetten**. Sommige stoffen zetten meer uit dan andere. Koper zet bijvoorbeeld meer uit dan ijzer. Als de stoffen afkoelen, worden ze weer wat kleiner. Dit heet **krimpen**. Bij bepaalde bouwwerken wordt rekening gehouden met het uitzetten en krimpen van de gebruikte materialen. Spoorrails bijvoorbeeld, liggen altijd een eindje uit elkaar. Dan hebben ze met warm weer ruimte om uit te zetten. Anders drukken de rails elkaar krom.

### Poeders

In huis worden veel poeders gebruikt, bijvoorbeeld suiker, zout, bloem en waspoeder. Een **poeder** is een vaste stof die bestaat uit kleine korreltjes. Poeders hebben een eigen smaak, geur en kleur.

Er zijn poeders die goed **oplossen** in water. Suiker bijvoorbeeld, lost goed op in hete thee. Als je te veel suiker in de thee doet, lost de suiker niet meer op. Wat overblijft, zakt naar de bodem. Dat heet **neerslaan**. De thee is dan **verzadigd**. Sommige poeders, bijvoorbeeld gips of meel, lossen niet op in water, maar 'zweven' in de vloeistof, die daardoor troebel wordt.

Een poeder kun je herkennen aan de vorm van de korrels. Korrels van suiker en zout zijn kristallen. Deze hebben gladde vlakken en puntige hoeken. Kristallen hebben verschillende vormen. Suiker heeft lange, platte kristallen. Een zoutkristal heeft de vorm van een blokje.

Als poeders worden gemengd met een andere stof, kunnen ze reageren met elkaar. Ook aan de soort reactie kun je het poeder herkennen. Bij het mengen van azijn en soda ontstaat er een gas. Dit is hetzelfde gas dat in priklimonade zit. Er zijn poeders die door menging van kleur veranderen.

### Vloeistoffen

Vloeistoffen zijn stoffen die geen eigen vorm hebben. Ze kunnen, afhankelijk van hoe kleverig ze zijn, stromen en zijn altijd iets vochtig. Er zijn vloeistoffen die, als ze bij elkaar worden gedaan, een nieuwe vloeistof worden. Dat heet **mengen**. Een voorbeeld is ranja. Hier zijn de afzonderlijke vloeistoffen (siroop en

water) niet meer te zien. Er zijn vloeistoffen die niet mengen, zoals olie en water. Als een olietanker doormidden breekt, blijft de olie op het water drijven. Als vloeistoffen bevroren, krijgen ze een vaste vorm en kunnen niet meer stromen. Ze moeten dan eerst smelten om weer te kunnen stromen.

### Smelten, stollen en verdampen

Vaste stoffen kunnen door warmte veranderen in vloeistoffen. Dat heet **smelten**. Een ijslolly smelt in de zon, een kaars smelt als kaarsvet en boter smelt in een warme koekenpan. Als de koekenpan weer afkoelt, wordt de boter weer hard. Dat heet **stollen**. Ijs smelt bij 0° Celsius, terwijl ijzer pas smelt bij 1.500° Celsius. Elke stof heeft zijn eigen smeltpunt. Dat is de temperatuur waarbij een stof overgaat van een vaste toestand naar een vloeibare toestand, of omgekeerd.



### De fasen van water

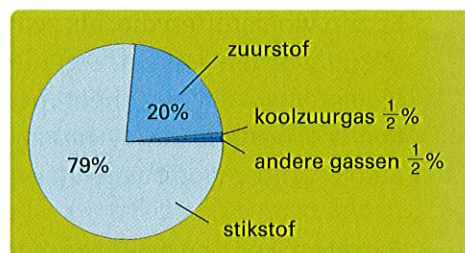
Water kan 'verdwijnen' door **verdamping**. Zo droogt nat wasgoed door verdamping van het water. Water dat in de lucht zit, is onzichtbaar. Het heet **waterdamp**. Waterdamp ontstaat omdat het water uit zeeën, meren en de bodem verdamp. Ook mensen, planten en dieren verdampen water. Een boom kan op een dag wel honderd liter water verdampen. Waterdamp die in de lucht afkoelt, verandert weer in water. Dit gebeurt ook wanneer iemand dicht bij een koude ruit uitademt. De warme adem koelt af op de ruit, waardoor het glas beslaat. Er zitten nu heel kleine waterdruppeltjes op de ruit. Het veranderen van waterdamp in water heet **condenseren**. Ook buiten condenseert waterdamp als de lucht afkoelt. Er ontstaan regenwolken en het gaat regenen. Het

regenwater stroomt naar sloten, rivieren en meren. Een deel verdampt ook weer. Als de lucht zo koud wordt dat de regendruppels bevriezen, ontstaan er sneeuwvlokken of hagelstenen. Water verandert dus steeds van vorm. Als water gasvormig is, is het waterdamp. Alleen als het vloeibaar is, noemen we het water. Water als vaste stof is ijs. Het is bevroren. Je spreekt dan van de vaste toestand van water. De drie toestanden waarin water kan verkeren zijn: gasvormig, vloeibaar en vast. Die toestanden heten de '**fasen van water**'. Water kan van de ene fase overgaan in de andere. Dit kan door te verdampen, te bevriezen of te condenseren. Bij condenseren koelt waterdamp af en wordt omgezet in waterdruppels.

### Gassen

Overall is lucht. De laag lucht die om de aarde zit, heet de dampkring. Lucht is een mengsel van verschillende gassen. De belangrijkste gassen die in lucht zitten, zijn **stikstof** (circa 79%), **zuurstof** (circa 20%) en **koolzuurgas** (circa  $\frac{1}{2}$ %). Deze gassen zijn onzichtbaar en hebben geen geur.

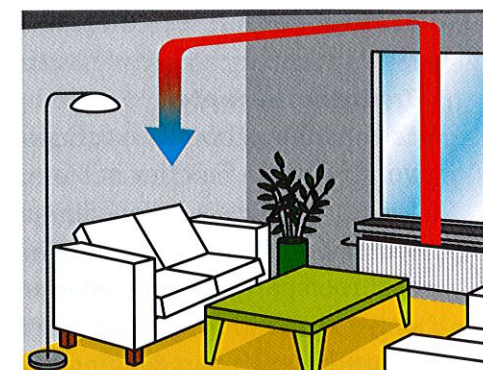
Koolzuurgas zit ook in cola: dat veroorzaakt de prik. Mensen hebben geen koolzuurgas nodig. Ze ademen het uit als afvalstof. Planten hebben dit gas echter wel nodig om te kunnen groeien. Planten maken zuur-



stof, die mensen juist nodig hebben om te kunnen leven. Warmte kan zich door de lucht verplaatsen. Doordat warme lucht lichter is dan koude lucht, stijgt de warme lucht boven een verwarmingsradiator op, en stroomt langs het plafond weg. Als de lucht afkoelt,

wordt die weer zwaarder en zakt naar de grond. Er stroomt zo dus lucht door de kamer. Bij het plafond is het wat warmer dan bij de grond.

Gassen zijn goed samen te persen. Samengeperste lucht zit bijvoorbeeld in een fietsband of ballon. Samengeperst koolzuurgas zit in brandblussers. Als de blusser wordt gebruikt, ontsnapt het koolzuurgas in de vorm van een soort sneeuw. Hiermee wordt het vuur gedoofd. Samengeperste lucht wordt door duikers gebruikt om onder water te ademen. Die perslucht zit in de gasflessen op hun rug. Samengeperst stikstof is vloeibaar. De temperatuur hiervan is  $200^{\circ}\text{C}$  onder nul. In huis wordt **aardgas** gebruikt. Dat wordt uit de grond gehaald. Aardgas is vloeibaar als het wordt vervoerd, maar komt als gas uit het gasfornuis. Het is reukloos, maar het gasbedrijf voegt er een vies luchtje aan toe. Zo ruik je tenminste dat de gaskraan openstaat. Het **campinggas** dat kampeers gebruiken, is butagas en dat is zwaarder dan lucht. Als de gaskraan van het tankje open blijft staan, blijft het gas hangen bij de grond en



luchtcirculatie

vliegt niet weg. Als er dan vuur bijkomt, ontploft het. Om iets te laten branden, is zuurstof nodig. Als een kaars in een afgesloten potje brandt, houdt die al gauw op met branden. De zuurstof uit de lucht is dan op. Als je het potje eerst vol blaast met lucht en het dan dichtdoet, brandt de kaars nog korter. Dat komt omdat in uitgedemde lucht minder zuurstof zit. Die hebben je longen er al grotendeels uitgehaald. De samenstelling van lucht is niet overall hetzelfde. Hoog in de bergen zit minder zuurstof in de lucht. Een Nederlandse sporter die daar gaat trainen, wordt in het begin eerder moe. Later is zijn lichaam gewend aan de lucht met minder zuurstof.

## 6 Technische toepassingen

Mensen maken, om het zich makkelijk te maken, gebruik van techniek. Bij techniek worden allerlei natuurkundige principes toegepast. In elk technisch apparaat is kennis van natuurkunde toegepast. Het moderne dagelijks leven zit vol technische snufjes. Techniek is overall.



## Transport

### Transport over water

Er zijn allerlei boten en schepen die verschillende functies hebben. De eerste boten werden gemaakt van boomstammen. Roeiers roeiden met roeispanten. Toen zeilen werden uitgevonden, ging de mens gebruikmaken van de windkracht om vooruit te komen. Om te sturen is een roer nodig. Het zwaard of de kiel onder de boot zorgt ervoor dat de boot niet snel omslaat. Nadat eind 19<sup>e</sup> eeuw de motor werd uitgevonden, is die ook in voertuigen toegepast. Sindsdien kon men ook zonder wind varen. Schepen die worden aangedreven door een motor hebben een schroef. Hovercrafts zweven over het water op een luchtkussen. Daardoor zijn ze erg snel. Een catamaran is een snelle zeilboot. Eigenlijk zijn het twee boten die aan elkaar gemaakt zijn. Vrachtschepen zijn groot en stevig om een zware vracht te vervoeren. Een duikboot zweeft onder water. Met een **ballasttank** kan zo'n boot zowel boven als onder water varen. Als die tank gevuld is met lucht, vaart hij boven water. Om te duiken, wordt er water in de ballasttank gelaten, waardoor de duikboot zwaarder wordt. Met een hoogteroer kan een duikboot omhoog en omlaag. Om boven water te kijken hebben duikboten een periscoop.

### Transport door de lucht

Ballonnen, zeppelins en zweefvliegtuigen maken gebruik van de wind. Maar de meeste vliegtuigen hebben motoren waardoor ze vooruitkomen. Met de staart en de beweegbare kleppen op de vleugels wordt het toestel bestuurd. Hoewel een vliegtuig zwaar is, kan het toch vliegen. Dat komt doordat er een krachtige motor in zit. De motor brengt de lucht rond de vleugels in beweging, zodat er een sterke luchtstroom ontstaat. Hierdoor kan het vliegtuig omhoog. Het eerste vliegtuig werd door de broers Wright gemaakt. Het was een zweefvliegtuig. In 1903 maakten ze een vliegtuig met motor en propeller. Het vloog maar een klein stukje. Het duurde nog even voordat de techniek genoeg ontwikkeld was. Een sneller vliegtuig is beter te besturen en kan langer blijven vliegen. Uiteindelijk slaagde men erin de vorm zo te maken, dat het vliegtuig minder last had van **luchtweerstand** en dus sneller kon. De **stroomlijn** werd beter. Voor het evenwicht van het vliegtuig is het belangrijk dat de vleugels op de goede plek aan het vliegtuig vastzitten, zodat het zo min mogelijk schommelt. De vleugels van een vogel zijn een beetje bol. Dat is ook zo bij de vleugels van een vliegtuig. Bij een vliegtuig dat opstijgt,

stroomt lucht langs de vleugels.

Door de bolle vorm legt de lucht een langere weg af. Hierdoor wordt de lucht dunner. De lucht onder de vleugel duwt harder tegen de onderkant van de vleugel dan de lucht boven op de vleugel. Daardoor kan het vliegtuig opstijgen.

Helikopters hebben geen vleugels, maar twee propellers (rotors). Een grote rotor zit op het dak. Die tilt de helikopter omhoog. De andere, veel kleinere rotor zit aan de staart. Die is het roer (stuur) en zorgt ervoor dat de helikopter stabiel is. De luchtballon en de **zeppelin** hebben ook geen vleugels. De zeppelin is een groot luchtschip in de vorm van een sigaar. De grote ballon is gevuld met een gas dat lichter is dan lucht. Daardoor blijft hij 'drijven'. Een zeppelin wordt bestuurd met propellers.

## Productie van goederen

### Textiel

Textiel kan gemaakt worden van natuurproducten zoals wol en katoen, of van synthetische stoffen. In veel kleding zit katoen verwerkt. Katoen is een sterke vezel. Het komt van de katoenplant. Van de pluizenbollen wordt garen gesponnen. Dieren leveren ook vezels voor kleding, namelijk wol. Wol komt meestal van schapen, maar ook van geiten, lama's, kamelen en angorakonijnen. Aan het begin van elke zomer worden de schapen geschoren. De wol wordt in de fabriek gewassen en er worden draden van

### Transport door buizen

Vloeistoffen en gassen worden veelal door buizen getransporteerd. In heel Nederland ligt een stelsel van gasbuizen. Deze gasleidingen zijn van metaal of kunststof. Bijna elk huis wordt op deze manier voorzien van aardgas.

Een ander buizenstelsel is voor het riool. Huizen die niet te ver van een dorp of stad staan, zijn aangesloten op de **riolering**. Het riool ligt onder de straat. Als je de wc doorspoelt, verdwijnt het water in de rioolbuis. Het wordt opgevangen in de rioolbuizen onder de straat. Vandaar wordt het naar de rioolwaterzuivering getransporteerd. Daar wordt door speciale zuiveringsinstallaties het water schoongemaakt. Het gezuiverde water wordt daarna geloosd op de sloten in de omgeving van de rioolwaterzuivering.

gesponnen. Met de draden wordt vervolgens stof geweven. Synthetische stoffen worden van kunstvezels gemaakt zoals nylon, acryl en polyester. Die worden in chemische fabrieken geproduceerd. Uit aardolie of hout wordt een vloeistof gewonnen, die door een soort douchekop wordt geperst. De straaltjes die eruit komen, stollen tot lange draden. De draden worden tot lappen stof geweven of gebreid. Elke stof heeft andere eigenschappen. De ene stof is sterker dan de andere. Sommige stoffen zijn juist waterafstotend. Wol neemt veel



water op en isoleert goed, het brandt niet gauw, maar het schroeit. Het is echter niet zo sterk. Katoen is veel sterker, maar laat snel water door. Kunstvezels zijn sterk, nemen het minste water op, maar smelten bij hoge temperaturen.

### Papier

Papier is een veelgebruikt en veelzijdig product. Je kunt schrijven en tekenen, je kunt er je neus in snuiten, het als wc-papier gebruiken, cadeautjes inpakken en met sommige papier kun je betalen. Vroeger werd papier met de hand gemaakt. Dat gebeurde met een papiermolen. Hiervoor werden oude kleren (lommen) gebruikt. Die werden stuk gestampt in een bak water. Daar werd in geroerd tot er een dikke brij ontstond. Met een platte zeef werd het papier geschept. Een dun laagje van de brij bleef op de zeef liggen, het water zakte door de zeef. Daarna werd het laagje tussen dikke viltlagen gelegd. Door twee houten platen werd het laatste water eruit geperst. Vervolgens werden de papierlappen opgehangen om te drogen. Tegenwoordig wordt papier van hout gemaakt. Daar zijn veel bomen voor nodig. Hout wordt in snippers gehakt en fijngemalen. De houtpulp wordt in water gekookt tot pulp. Met een draaiende zeef wordt daarvan papier gemaakt. Tussen zware rollen wordt het papier nog gewalst. Er worden grote rollen papier tegelijk gemaakt. Het papier is dunner dan vroeger.

Er zijn verschillende soorten papier, al naar gelang de functie. Er is schrijfpapier, pakpapier en bakpapier. Papiergeld is heel sterk, zodat het niet snel slijt. Karton is ook van papier gemaakt. Het zijn op elkaar gelijmde laagjes papier. Omdat voor het maken van papier heel veel bomen nodig zijn, wordt ook oud papier gebruikt. Daar wordt weer nieuw papier van gemaakt. Dat heet kringlooppapier. Gebruikt materiaal opnieuw verwerken tot nieuwe spullen heet recycling. Niet alleen mensen kunnen papier maken, wespen kunnen dat ook. Met hun scherpe kaken knagen ze vezeltjes van hout en riet af. Die vermengen ze met hun spuug tot een brij. Hiervan maken ze hun nest. Als de brij droogt, wordt die heel hard.

### Massaproductie

Een trui kun je zelf breien, maar er zijn ook machines voor. Een trui uit een fabriek is sneller klaar en goedkoper qua werkloon. Producten die in grote hoeveelheden in fabrieken worden gemaakt, heten massaproducten. Dit zijn bijvoorbeeld schoenen, auto's, fietsen en kleding. Het voordeel van massaproductie is dat veel producten voor grote groepen mensen betaalbaar worden. Het nadeel is dat goedkope spullen vaak minder duurzaam zijn of makkelijk weer weggegooid worden. In een fabriek wordt aan een lopende band gewerkt. Aan de lopende band staan mensen, maar ook

robots. Robots worden vaak ingezet bij de productie van auto's. Het voordeel van robots is dat ze zwaar werk kunnen doen. Ook kunnen ze werk doen dat voor mensen gevaarlijk of ongezond is. Het hele proces van het machinaal maken van een product heet een productielijn. Het begint bij een idee. Dat wordt uitgewerkt tot een ontwerp. Van het ontwerp wordt een eerste model gemaakt, het prototype. Dat wordt verbeterd. Daarna wordt een productielijn opgezet voor de massaproductie. Men bedenkt wat de juiste volgorde is van de handelingen die nodig zijn om het product te maken en hoe het moet worden gemaakt. Er worden machines ontworpen voor de verschillende productieonderdelen. De

onderdelen kunnen zelf worden gemaakt, maar ook besteld. De voorraad grondstoffen en ingekochte onderdelen moet worden opgeslagen en de kwaliteit gecontroleerd. De productielijn voor auto's is erg ingewikkeld. Mede daarom zijn auto's zo duur. Er moeten veel ontwerpen worden gemaakt. Omdat auto's ook veilig moeten zijn, worden veel prototypen getest. De massaproductie wordt door robots gemaakt. Alles moet precies passen. Bouten bijvoorbeeld, moeten allemaal exact hetzelfde zijn. Dat wordt weer gecontroleerd door een aparte machine. Zo zorgen vele robots en machines samen met mensen ervoor dat de auto's goed en veilig zijn voordat ze de fabriek verlaten.

## Begrippen

<b>aardgas</b>	het gas dat uit de grond gewonnen wordt; het is lichter dan lucht
<b>aardlekschakelaar</b>	een apparaat dat de stroom uitschakelt als er iets mis is
<b>ballasttank</b>	een vloeistoftank die door het in- en uitlaten van water ervoor zorgt dat een duikboot duikt of drijft
<b>bijziend</b>	bijziende mensen kunnen dichtbij goed zien, maar zien in de verte vaag
<b>bolle lens</b>	lens die door zijn holle vorm de stralen naar elkaar toe buigt
<b>brandpunt</b>	het punt waar alle stralen na breking bij elkaar komen
<b>brandstof</b>	goed brandbare stoffen zoals olie, benzine, hout, die worden gebruikt om energie te maken
<b>campinggas</b>	butagas; is zwaarder dan lucht
<b>condenseren</b>	waterdamp die door afkoeling vloeibaar wordt
<b>draaipunt</b>	het punt tussen de armen van bijvoorbeeld een hefboom waaromheen de armen draaien



**echo** weerkaatsing van geluid  
**edelmetalen** metalen die niet verwerken  
**elektriciteitscentrale** fabriek waar elektriciteit wordt opgewekt  
**energiebron** wat warmte of kracht levert  
**erts** een natuurlijke verbinding van een metaal met zuurstof, zoals het in de grond wordt aangetroffen  
**fasen van water** de verschillende verschijningsvormen of toestanden van water: ijs (vast), water (vloeibaar), damp (gas)  
**fossiele brandstoffen** brandstoffen die zijn ontstaan uit overblijfselen van planten en diertjes (organismen)  
**geleider** een stof die stroom goed doorgeeft (geleidt)  
**geleiding** het doorgeven van warmte of elektriciteit  
**geluidsbron** wat geluid produceert  
**geluidsoverlast** een teveel aan geluid dat hinderlijk is  
**geluidssterkte** hoe hard of zacht een geluid klinkt  
**hefboom** een staaf die wordt gebruikt om met minder moeite een zware last op te tillen  
**holle lens** lens die door zijn bolle vorm de lichtstralen uit elkaar buigt  
**isolator** een stof die elektriciteit of warmte tegenhoudt  
**isoleren** het tegenhouden van elektriciteit of warmte  
**katrol** toestel met een of meer wielen, waaromheen een hijstouw draait om makkelijker zware voorwerpen mee te tillen  
**kerncentrale** een centrale die met kernenergie elektriciteit opwekt  
**koolzuurgas** één van de bestanddelen van lucht ( $\frac{1}{2}\%$ ); reukloos gas, afvalstof bij uitademing  
**kortsluiting** Als de stroomdraad niet goed geïsoleerd is, of smelt, maakt de draad met zichzelf contact en kan de stroom via een kortere route van de pluspool naar de minpool.  
**krimpen** het kleiner worden van een stof bij afkoeling  
**lens** doorzichtige schijf kunststof of glas dat in een holle of bolle vorm gebogen is  
**lichtbreking** lichtstralen die van de ene stof naar de andere stof gaan, veranderen van richting  
**lichtbron** alle voorwerpen die zelf licht produceren  
**luchtdruk** de kracht van (samengeperste) lucht  
**luchtweerstand** de lucht die iets een beetje 'tegenhoudt' als het beweegt  
**magneet** een stuk ijzer dat andere voorwerpen waar ijzer in zit aantrekt

**massaproducten** producten die in grote hoeveelheden in fabrieken worden gemaakt.  
**mengen** twee of meer vloeistoffen door elkaar werken  
**neerslaan** als neerslag naar beneden komen  
**ontsteking** het aansteken van brandstoffen  
**oplossen** het opgaan in een vloeistof van een vaste stof, zonder dat er een spoor van zichtbaar blijft  
**parallelschakeling** Apparaten of lampen zijn parallel geschakeld als ze elk apart zijn verbonden met dezelfde stroomkring.  
**poeder** een vaste stof die uit kleine korreltjes bestaat  
**prisma** een bijzonder soort lens, met een driehoekige vorm, die het licht zo breekt dat de zeven kleuren waaruit licht is opgebouwd, te zien zijn  
**productielijn** het productieproces van begin tot het eind, van grondstof tot eindproduct  
**profiel** een stalen plaat die in een bepaalde vorm (U-vorm, L-vorm) is gebogen  
**prototype** testmodel van een nieuw product  
**recycling** hergebruik van gebruikte producten en materialen voor de productie van nieuwe  
**reflectie** weerkaatsing van licht  
**riolering** buizenstelsel voor het afvoeren van rioolwater  
**rioolwaterzuivering** installatie waarin rioolwater wordt schoongemaakt  
**roest** roodbruin laagje op ijzer, ontstaan door verwerking door zuurstof  
**serieschakeling** Apparaten of lampen zijn in serie geschakeld als ze achter elkaar zijn verbonden met dezelfde stroomkring.  
**sluiting** een verbinding tussen dingen die ook weer los kan.  
**smelten** het vloeibaar worden van een vaste stof door verwarming  
**stikstof** onbrandbaar gas, aanwezig in de lucht die we inademen.  
**stollen** het overgaan van vloeistof naar vaste stof door afkoeling  
**stroombron** bron van elektrische energie  
**stroomkring** een gesloten elektrisch circuit  
**stroomlijn** de ideale vorm van voertuigen waarbij ze zo min mogelijk weerstand ondervinden  
**tandwiel** wielen van verschillende grootte, met ribbels of tanden die in elkaar grijpen om elkaar sneller of langzamer te laten draaien



<b>uitzetten</b>	het groter worden van een stof door warmte
<b>veerkracht</b>	Iets dat is ingedrukt of uitgerekt, neemt door elasticiteit van het materiaal en door de luchtdruk de oorspronkelijke vorm weer aan.
<b>verbinding</b>	Een verbinding maakt twee dingen blijvend aan elkaar vast.
<b>verdamping</b>	de omzetting van vloeistoffen in gas
<b>versnelling</b>	Met een versnelling kun je met bijvoorbeeld tandwielen regelen hoe snel of langzaam je moet bewegen om je te verplaatsen.
<b>ververen</b>	aantasting van metalen door zuurstof
<b>verzadigd</b>	een stof is verzadigd als een andere stof er niet verder in oplost
<b>verziend</b>	verziende mensen kunnen veraf goed zien, maar dichtbij niet goed
<b>warmtegeleider</b>	een stof die warmte goed doorgeeft (geleidt)
<b>waterdamp</b>	water in gasvorm
<b>waterdruk</b>	de kracht uit (samengeperst) water
<b>waterkracht-centrale</b>	een fabriek waar energie wordt opgewekt door stromend water
<b>wrijving</b>	de omzetting van een beweging in warmte of geluid
<b>zeppelin</b>	sigaarvormig luchtschip
<b>zonne-energie</b>	energie uit de warmte van de zon
<b>zonnewijzer</b>	een instrument om met behulp van zon en schaduw de tijd aan te wijzen
<b>zuurstof</b>	voor plant, mens en dier belangrijk bestanddeel van lucht (20%)