

# NA BISTA



**Methode**  
**Natuur en**  
**Techniek voor**  
**de Basiscyclus**

## DEEL 1A

**Stoffen om ons heen/  
Licht en zien**





# NA BISTA

**Methode Natuur en Techniek  
voor de Basiscyclus**

## **1A**

### **Stoffen om ons heen/ Licht en zien**

#### **Projectgroep Natuur en Techniek**

Projectleider: Erik Jongejan

Leden: Chris Bakker

Dirk Jan Boerwinkel

Ruud Groot

Cor van Huis

Toon Kokx

Geert Loonen

John van der Pluijm

Foto's: Prince Victor

Tekeningen: Frans Hessels

Anjo Mutsaars

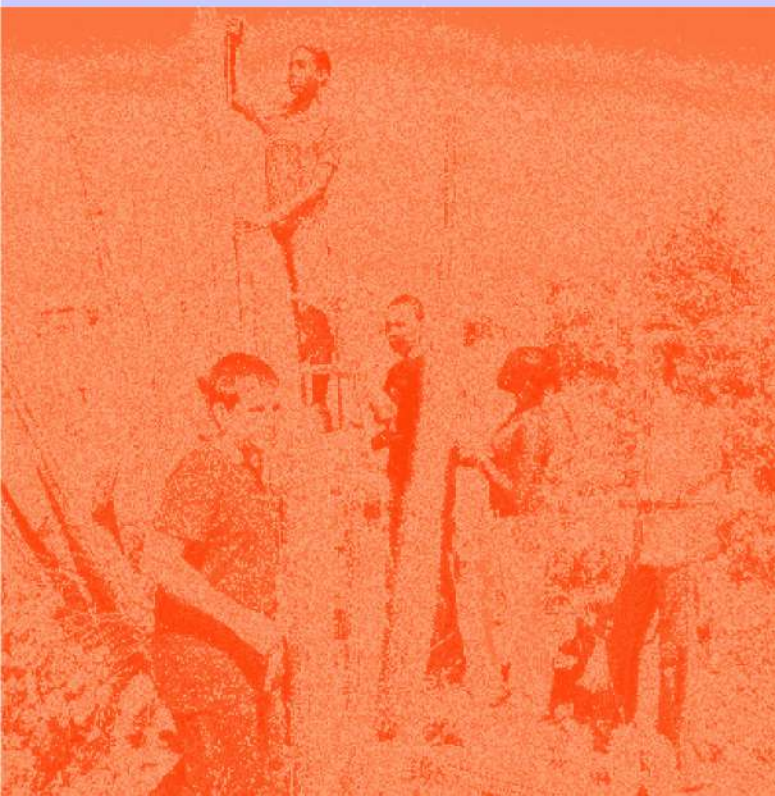
Ben Schoonhein

#### **Eindredactie**

Afdeling Curriculumontwikkeling

Directie Onderwijs

Druk 2 – 1





# Colofon

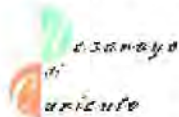
## Serie-overzicht leerjaar 1 N&T/Basiscyclus

Leerboek 1a:	Stoffen om ons heen
	Licht en zien
Werkboek 1a:	Stoffen om ons heen
Werkboek 1b:	Licht en zien
Leerboek 1b:	Leven en energie
Werkboek 1c:	Leven en energie
Docentenboek 1	

## Serie overzicht leerjaar 1 N&T/Basiscyclus

Leerboek 2a:	in ontwikkeling
Werkboek 2a:	in ontwikkeling
Leerboek 2b:	in ontwikkeling
Werkboek 2b:	in ontwikkeling

Uitgegeven door afdeling Curriculumontwikkeling, Directie Onderwijs Aruba



Opdrachtgever: Stuurgroep Herstructurering AVO (SHA)



Deze methode is tot stand gekomen in samenwerking met het Centrum Leermiddelenstudie Utrecht (CLU), Universiteit Utrecht

ISBN 999904-89-10-6

Copyright 04/040426

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



# Voorwoord

Als je dit leest, zie je woorden op papier. Na deze eerste zinnen kunnen we al een heleboel vragen stellen.

- Wat gebeurt er eigenlijk als je iets ziet?
- Hoe maak je papier?
- Wat is inkt?

# voor de leerling

In dit leerboek kun je lezen over dingen die je tegenkomt in je dagelijks leven: de voorwerpen op je tafel, je lichaam, planten en dieren, licht en warmte, stenen en sterren, wind en water. Maar het blijft niet bij lezen! Je leert al die dingen ook te onderzoeken. Onderzoeken betekent dat je afwisselend iets bedenkt en iets doet. De opdrachten die je daarvoor krijgt, staan in het werkboek.

Achterin het boek is een verklarende begrippenlijst opgenomen van moeilijke woorden. Hierin staat ook waar dit woord voor het eerst wordt gebruikt. Alle gekleurde woorden zijn in het register opgenomen.

Je leert in **Natuur en Techniek** dus door te onderzoeken, door erover te lezen en door erover te discussiëren.

Natuur en Techniek bestaat uit **N**atuurkunde, **B**iologie, **S**cheikunde, **T**echniek en **A**ardrijkskunde; **NA BISTA** dus!



# Inhoud

<b>HOOFDSTUK 1 Stoffen om ons heen</b>	<b>6</b>
1.1 Alles bestaat uit stoffen	8
1.2 Stoffen verschillen in eigenschappen	10
1.3 Herkennen van stoffen met je zintuigen	13
1.4 Meten is weten	15

<b>HOOFDSTUK 2 Mengen en scheiden</b>	<b>20</b>
2.1 Zuivere stoffen en mengsels	22
2.2 Vloeibare mengsels	24
2.3 Scheidingsmethoden	27

<b>HOOFDSTUK 3 Water</b>	<b>30</b>
3.1 Soorten water	32
3.2 Drinkwater op Aruba	36

<b>HOOFDSTUK 4 Verandering van stoffen</b>	<b>40</b>
4.1 Omkeerbare veranderingen	42
4.2 Blijvende veranderingen	45
4.3 Brand en blussen	48
4.4 Reacties van stoffen	51

<b>HOOFDSTUK 5 Bereiding van stoffen</b>	<b>54</b>
5.1 Bereiding van beton	56
5.2 Bereiding van papier	60

<b>HOOFDSTUK 6 Licht</b>	<b>64</b>
6.1 Eigenschappen van licht	66
6.2 Licht valt op	70
6.3 Spiegelbeelden	75
6.4 Beelden met lenzen	78
6.5 Licht en verder	82

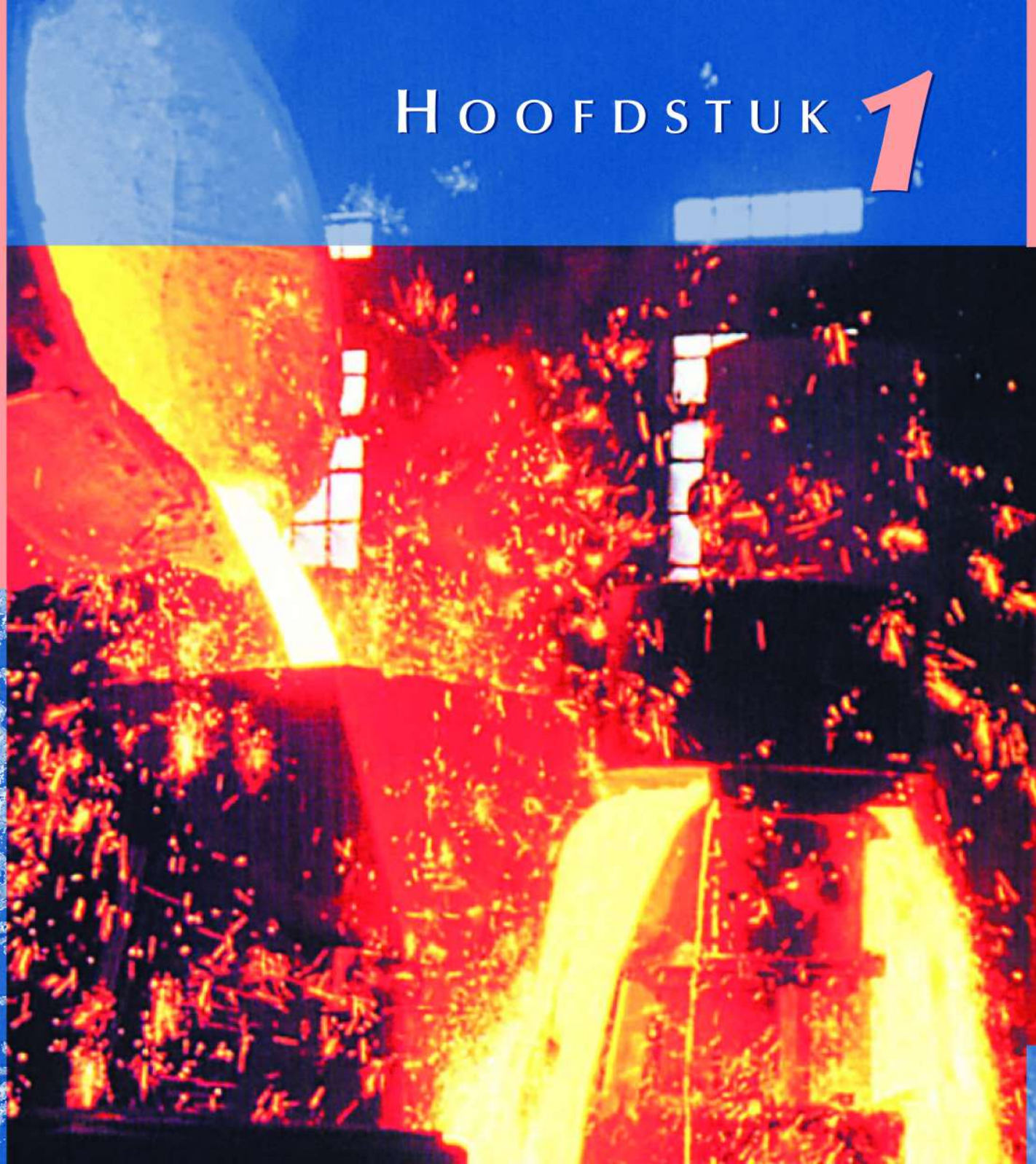
<b>HOOFDSTUK 7 Zien</b>	<b>86</b>
7.1 Zien	88
7.2 Grenzen aan zien	93
7.3 Bescherming van je ogen	96
7.4 Bij de oogarts	99

<b>Begrippenlijst</b>	<b>106</b>
-----------------------	------------





# HOOFDSTUK 1





# Stoffen om ons heen



## I N L E I D I N G

Natuur en techniek is een vak waarin je jouw omgeving gaat onderzoeken. En er valt heel wat te onderzoeken!

In dit hoofdstuk begin je met de vraag waar alles van gemaakt is. Niet alles is wat het lijkt! En soms lijken dingen heel erg op elkaar, maar zijn ze toch niet hetzelfde. Denk maar eens aan een ketchupvlek en een bloedvlek. Je kunt je voorstellen dat het voor bijvoorbeeld de politie heel belangrijk is om te weten of iets een bloedvlek is of gewoon een ketchupvlek. Daar kunnen ze alleen in een laboratorium achter komen. In dit hoofdstuk ga jij ook leren hoe je zelf je omgeving kunt gaan onderzoeken.



# 1.1

Duizend jaar geleden woonden de indianen op Aruba.

Als ze potten of gereedschap nodig hadden, dan maakten ze die zelf. Ze bakten potten van klei en maakten gereedschap van steen, beenderen en schelpen.

Steeds waren zij op zoek naar manieren om het leven minder zwaar te maken. Zo heeft een indiaanse vrouw een manier gevonden om een pot beter waterdicht te maken. Op het plaatje hiernaast kun je zien hoe ze dat doet. Een indiaanse man heeft een harde steensoort gevonden waarmee je goed gaatjes kunt boren. Mensen leren hoe ze materialen uit hun omgeving kunnen gebruiken en aanpassen. Dit is het begin van wetenschap en techniek.

## IN DEZE PARAGRAAF LEER JE:

- dat alles in de wereld uit stoffen bestaat
- dat mensen nieuwe stoffen kunnen maken uit andere stoffen
- dat stoffen vast, vloeibaar of gasvormig kunnen zijn

## Alles bestaat uit stoffen



FIG. 1.1 Deze vrouw heeft een manier gevonden om een pot van klei mooi glad en waterdicht te krijgen.

## ALLES IN DE WERELD BESTAAT UIT STOFFEN

Voorwerpen bestaan vaak uit verschillende materialen. Een mes maak je bijvoorbeeld van het materiaal roestvrij staal en een potlood van de materialen grafiet en hout. Grafiet is het zwarte staafje in een potlood.

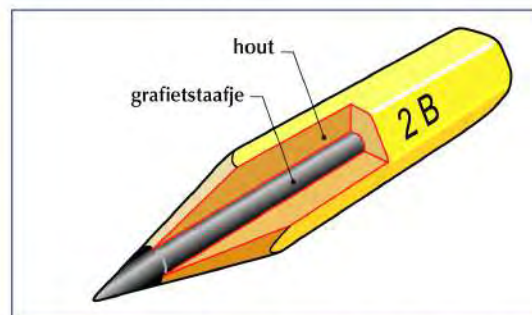


FIG. 1.2 Een potlood bestaat uit de stoffen hout en grafiet.



Er is een verschil tussen wat je thuis stof noemt en wat een onderzoeker stof noemt. Bij het woord 'stof' denk je misschien aan stof op de grond, of stof om kleren te maken. Maar in dit vak bedoelen we met het woord stof alleen het materiaal waar de dingen om ons heen uit bestaan. Ook planten, dieren en je eigen lichaam bestaan uit stoffen. Een wetenschappelijk onderzoeker spreekt dus meestal niet van materialen maar van *stoffen*. Wij zullen verder in dit hoofdstuk niet meer spreken van materialen maar van stoffen. Staal, grafiet en hout zijn dus stoffen.

## MENSEN KUNNEN NIEUWE STOFFEN MAKEN

Om een gebruiksvoorwerp te maken, heb je stoffen nodig. De indianen gebruikten stoffen die ze in hun omgeving vonden. We noemen dit *natuurlijke* stoffen. Ze gebruikten hout, schelpen, visgraten, stenen en klei uit de natuur. Sommige van die natuurlijke stoffen zijn van een plant of dier afkomstig, zoals hout en schelpen. We noemen dit stoffen uit de *levende natuur*. Materialen zoals steen en klei komen niet van planten of dieren. We noemen dit stoffen uit de *levenloze natuur*. In onze tijd gebruiken we ook *kunstmatige* stoffen zoals papier en plastic. Deze materialen vind je niet in de natuur. Zij worden door mensen gemaakt uit stoffen die wel in de natuur voorkomen. Om papier te maken heb je hout nodig, en plastic wordt gemaakt van aardolie.

## VASTE STOFFEN, VLOEISTOFFEN EN GASSEN

Stoffen kunnen vaste stoffen zijn, zoals hout en metaal. Vloeistoffen zoals water, olie en melk zijn ook stoffen. Ons lichaam bestaat voor een groot deel uit de stof water. En zelfs lucht is een stof.

Iemand die gaat duiken neemt de stof lucht mee in een fles. Als je een bloem ruikt, ruik je ook een stof. Lucht en bloemengeur zijn gassen. Stoffen kunnen *vaste stoffen*, *vloeistoffen* en *gassen* zijn. Soms kan een stof veranderen van een vloeistof in een vaste stof. De stof water kun je tegenkomen als vloeibaar water, maar ook als ijs. De stof water kan dus een vaste stof zijn! Ijs is water in vaste vorm. En als water kookt, wordt water een gas. Het water kan je dan niet meer zien, maar het is er nog wel. Je kunt je er bijvoorbeeld lelijk aan verbranden. Gasvormig water noemen we *waterdamp*. Ook vaste en gasvormige stoffen kunnen door hitte of kou van vorm veranderen. IJzer kan bij een heel erg hoge temperatuur vloeibaar worden. Dat doen ze bijvoorbeeld in een smelterij. Daar smelten ze ijzer, zodat ze het in een andere vorm kunnen gieten. Ze maken dan kogels of ijzeren auto-onderdelen.



FIG. 1.3 Als je ijzer heel erg heet maakt, wordt het vloeibaar.

Niet alle vaste stoffen worden vloeibaar als ze verwarmd worden. Hout en papier worden niet vloeibaar, maar verbranden als ze heet worden. Dat heeft te maken met de eigenschappen van een stof. Stoffen kunnen op allerlei manieren van elkaar verschillen. Daarover gaat de volgende paragraaf.



# 1.2

Als de indianen een mes moesten maken, pakten ze niet zomaar iets uit de natuur. Ze zochten net zolang tot ze een stof vonden, die hard genoeg was en waar je goed een scherpe rand aan kon maken. Een steen of schelp is dan beter om een mes van te maken dan hout. Ze zochten dus naar de meest geschikte stof. Ook nu zijn mensen op zoek naar geschikte stoffen om er een gebruiksvoorwerp van te maken. Deze mensen noemen we ontwerpers. Net als de indianen vragen de ontwerpers zich af, welke stof ze het beste kunnen gebruiken om een voorwerp van te maken. Meestal kun je wel zien uit wat voor soort stof iets bestaat, maar soms ook niet. Water is doorzichtig en vloeibaar, maar pure alcohol ook. Als je een vuurtje wilt blussen moet je wel zeker weten dat je de juiste vloeistof gebruikt! Hiervoor is het belangrijk om te weten op welke manier je verschillende stoffen kunt herkennen.

10

## IN DEZE PARAGRAAF LEER JE:

- dat stoffen van elkaar kunnen verschillen in eigenschappen
- hoe je stoffen kunt herkennen

## Stoffen verschillen in eigenschappen



FIG. 1.4 Als je een pan ontwerpt, moet je goed nadenken over de stoffen die je gaat gebruiken!

### STOFFEN VERSCHILLEN IN EIGENSCHAPPEN

Mensen verschillen van elkaar in oogkleur, lengte en nog veel meer. Dat zijn eigenschappen waar je mensen mee kunt beschrijven. Ook stoffen verschillen van elkaar in eigenschappen. Kleur en smaak zijn twee van die eigenschappen. Suiker en zout hebben dezelfde kleur, maar verschillen in smaak. Een andere eigenschap waarin stoffen verschillen, is **warmtegeleiding**. Geleiding betekent 'doorlaten' of 'doorgeven'.

Sommige stoffen geven warmte snel door, andere niet. Als je een handvat voor een pan gaat maken, kies je een stof die warmte niet goed geleidt, anders brand je je vingers. Maar de pan zelf moet juist wel de warmte geleiden, anders wordt het

eten niet gaar. Als je iets wilt maken, kies je dus voor elk onderdeel een stof met de goede stofeigenschappen. Daarom bestaan voorwerpen vaak uit meerdere stoffen.

Een andere stofeigenschap is **brandbaarheid**. Papier en hout zijn brandbaar, steen en ijzer niet. Een barbecue kan je het beste van onbrandbare stoffen maken. Maar de houtskool (carbon) in de

barbecue moet natuurlijk juist wel brandbaar zijn. Als je stoffen in water doet, zie je ook allemaal verschillen. Sommige stoffen lossen op, andere niet. Sommige stoffen zinken, andere drijven. Sommige stoffen kleuren het water, andere niet. Er zijn dus veel stofeigenschappen. Hieronder kun je zien hoe de stoffen hout, ijzer en suiker verschillen in een aantal stofeigenschappen.

STOFEIGENSCHAP	STOFFEN		
	Hout	Ijzer	Suiker
Geleidt warmte	Slecht	Goed	Slecht
Brandbaar	Goed	Slecht	Goed
Lost op in water	Niet	Niet	Wel
Drijft in water	Wel	Niet	Niet

## HOE JE STOFFEN KUNT HERKENNEN

Sommige stofeigenschappen kun je gebruiken om een stof te herkennen. Je hebt daarstraks al gelezen dat je bij een onderzoek van de politie bijvoorbeeld kunt onderzoeken of een rode vlek een bloedvlek is of een ketchupvlek. Je let dan op bepaalde stofeigenschappen die bloed wel heeft en ketchup niet. Bloedvlekken kun je zichtbaar maken met een speciale lamp en ketchupvlekken niet. En onderzoekers in een laboratorium kunnen controleren of er suiker in je bloed zit, omdat ze weten op welke stofeigenschappen van suiker ze moeten letten.

In paragraaf 1.1 heb je gelezen dat stoffen vast, vloeibaar of gasvormig kunnen zijn. Zijn dit nu ook stofeigenschappen? Water is toch vloeibaar en ijzer vast? Maar pas op! De stof water kan ook vast zijn, net als ijzer. Dan is het namelijk ijs! Denk nog maar eens aan de vorige paragraaf. Vloeibaar is dus



FIG. 1.5 Bloedonderzoek in een laboratorium.



niet altijd een eigenschap van de stof water. Het is wel een eigenschap van water tussen 0 graden en 100 graden Celsius. Onder 0 graden Celsius is water vast en boven 100 graden Celsius is water een gas. We noemen dit gas waterdamp. Bij 0 graden Celsius smelt ijs en wordt weer water. De temperatuur waarbij een stof verandert van vast naar vloeibaar wordt het **smeltpunt** genoemd. Het smeltpunt van water is dus 0 graden Celsius. Voor iedere stof is het smeltpunt verschillend. Het smeltpunt van ijzer is bijvoorbeeld 1538 graden Celsius.

De temperatuur waarbij een stof overgaat van

vloeistof in een gas wordt het **kookpunt** van die stof genoemd. Ook het kookpunt verschilt per stof. Smeltpunt en kookpunt zijn dus wel stoffeigenschappen. Een manier om stoffen te herkennen, is om ze te verwarmen en te kijken bij welke temperatuur ze vloeibaar worden of een gas worden.

Stoffen kun je herkennen aan hun stoffeigenschappen. Hier hebben we al een aantal manieren beschreven hoe je dat kunt doen. In de volgende paragraaf leer je hoe je stoffen met je eigen zintuigen kunt herkennen.





## 1.3

Stel: je zit in de tuin en kijkt om je heen. Als je echt bewust kijkt, dan valt je van alles en nog wat op. Je *ziet* de rode kleur van de cayena, en de felblauwe kleur van de kododo (lagadishi). Als je heel stil zit, *voel* je ook allerlei dingen. Je voelt de wind over je huid waaien, je voelt je kleren tegen je huid aandrukken, je voelt de warmte van de zon. Als je stil zit *hoor* je ook allerlei geluiden: het gefluit van de chuchubi, of de motor van de buurman die knetterend voorbij scheurt. Wat je eigenlijk aan het doen bent, noemen wij **waarnemen**. Je kunt sommige eigenschappen van stoffen dus ook herkennen via je eigen zintuigen.

### IN DEZE PARAGRAAF LEER JE:

- wat je met je zintuigen waarneemt
- hoe je met je zintuigen stoffen kunt herkennen
- waarom je zintuigen soms met instrumenten geholpen moeten worden

## Herkennen van stoffen met je zintuigen



FIG. 1.6 Om een cellular te gebruiken moet je horen, zien en voelen.

Wat neem je waar met je **zintuigen**?

In je lichaam heb je verschillende zintuigen waarmee je kunt waarnemen.

1. De ogen: je gezichtszintuig. Hiermee kun je kleuren zien en vormen waarnemen; afstand en snelheid schatten.
2. De oren: je gehoorszintuig. Hiermee kun je horen en de sterkte, hoogte en richting van geluiden waarnemen.
3. De neus: je reukzintuig. Hiermee kun je allerlei geuren ruiken.
4. De tong: je smaakzintuig. Hiermee kun je proeven of iets zoet, zout, zuur of bitter is.

5. De huid: je gevoelszintuig. Met je huid voel je aanraking, druk, warmte, koude, pijn en trillingen. Elk zintuig **neemt** dus iets anders **waar** uit de omgeving. We zeggen ook wel dat elk zintuig bepaalde **prikkels** waarneemt. Voorbeelden van prikkels zijn: licht, geuren, geluiden, aanraking, warmte, koude, druk, trilling en chemische stoffen. Licht prikkelt je ogen en geluid prikkelt je oren. Door deze prikkeling kun je waarnemen.

Hoe kun je met je zintuigen stoffen herkennen? Heb je er wel eens over nagedacht hoe hout smaakt? Smaakt het anders dan plastic? Probeer het maar eens!

Ook kun je met je zintuigen iets te weten komen over de hardheid van hout. Als je met je nagel in een potlood krast, kun je het al een beetje voelen. En je kunt aan de kras ook zien of het zacht hout is of hard hout. Je gebruikt je ogen om iets op te merken over de hardheid van het hout.

Smaak en hardheid zijn stoffeigenschappen. Veel stoffeigenschappen kun je met je zintuigen waarnemen. Je kunt zintuigen dus gebruiken om stoffen te herkennen. Met je handen en je ogen kun je waarnemen of iets van ijzer of van hout is gemaakt. Met je neus en tong kun je veel verschillende stoffen in je voedsel herkennen. Natuurlijk kunnen we met onze zintuigen nog veel meer herkennen dan alleen stoffen. Daarover gaat het in een later hoofdstuk.

## WAAROM JE JE ZINTUIGEN SOMS MOET HELPEN MET INSTRUMENTEN

Soms hebben onze zintuigen een steuntje nodig. Dat kan zijn omdat de zintuigen niet altijd goed genoeg zijn. Je kunt met je vinger wel temperatuurverschillen voelen, maar niet precies zeggen hoeveel graden Celsius het is. Dan gebruik je een thermometer. Een microscoop helpt je oog om heel kleine dingen te zien.

Onze neus kan ons waarschuwen voor veel gevaarlijke stoffen, maar sommige gevaarlijke stoffen zijn reukloos. Om die op te sporen heb je dus ook een instrument nodig, dat andere eigenschappen kan waarnemen dan de geur. Als je iets precies wilt meten, kun je in plaats van je zintuigen beter een instrument gebruiken.



FIG. 1.7 Een brandalarm heeft rook vaak eerder in de gaten dan de neus en de ogen van mensen.

Soms is het te gevaarlijk om onze zintuigen te gebruiken. Giftige stoffen ga je niet proeven en de sterkte van een elektrische stroom ga je niet met je handen voelen. Dan gebruiken we ook instrumenten.

Instrumenten gebruik je ook als je iets wilt meten, bijvoorbeeld hoeveel van een bepaalde stof aanwezig is. Daarover gaat de volgende paragraaf.



# 1.4

De cake kan in de oven! Het beslag is klaar. Nu nog 175 minuten bakken en dan is het klaar. Of was het 175 graden? Een getal alleen is niet genoeg. Als je een lekkere cake wilt krijgen, moet je goed lezen wat er 175 moet zijn: de tijd of de temperatuur.

## IN DEZE PARAGRAAF LEER JE:

- wat je kunt meten
- in welke maten je kunt meten
- enkele meetinstrumenten kennen

## Meten is weten



FIG. 1.8 Tien centimeter is iets heel anders dan tien inch!

### WAT KUN JE METEN

Zoals je bij het bakken van de cake ziet, is het niet genoeg om een getal af te lezen. Je moet ook weten wat dat getal betekent. Het getal geeft een bepaalde eigenschap aan, zoals lengte of temperatuur. We noemen deze eigenschappen **grootheden**. Een grootte is dus een eigenschap die je kunt meten. Lengte en temperatuur zijn grootte. Of iets lekker is of niet, kun je niet meten, dus smaak is geen grootte.

**Volume** is de hoeveelheid ruimte die een stof inneemt. Dit wordt ook wel inhoud genoemd. Wij zullen steeds het woord volume gebruiken. De hoeveelheid grammen of kilogrammen van een stof noemen we de **massa**. Vaak wordt dat ook het gewicht genoemd. In dit boek gebruiken we steeds het woord massa.

### MET WELKE MATEN KUN JE METEN

Met een liniaal meet je de grootte lengte. Maar als je zegt dat de lengte van iets 10 is, weet je nog niet genoeg. Je moet ook nog weten of er gemeten



is in centimeter, of in inch. Centimeter en inch zijn **eenheden** die beide gebruikt worden om lengte te meten. Maar 10 centimeter is een heel andere lengte dan 10 inch! Daarom moet je altijd de eenheid erbij zeggen.

Bij grootheden horen meestal meerdere eenheden. Tijd kan je meten in minuten, seconden en uren. Minuten, seconden en uren zijn dus eenheden. Op een meetinstrument moet altijd staan in welke eenheid gemeten wordt. Op een thermometer staat bijvoorbeeld °C. Dan weet je dat de temperatuur 29 graden Celsius is.

In Europa worden vaak andere eenheden gebruikt dan in Amerika. In Europa wordt de centimeter als eenheid gebruikt, in Amerika de inch. De temperatuur wordt in Europa aangegeven met de eenheid graad Celsius, in Amerika in graad Fahrenheit. Op Aruba gebruiken we allebei. Je moet hier dus goed opletten als je een cake gaat bakken!

## AFKORTINGEN VAN EENHEDEN

Woorden zoals centimeter en milliliter zijn lang en onhandig als je ze vaak moet schrijven. Daarom gebruiken we afkortingen. Hieronder zie je welke afkortingen gebruikt worden. Let op! Het maakt uit of je hoofdletters of kleine letters gebruikt!

Eenheid	Afkorting
millimeter, centimeter, meter, kilometer	mm, cm, m, km
vierkante meter	m <sup>2</sup>
kubieke meter	m <sup>3</sup>
milliliter, liter	mL, L
milligram, gram, kilogram	mg, g, kg
seconde	s
graden Celcius	°C

## MEETINSTRUMENTEN

Sommige meetinstrumenten heb je zelf bij je. Een horloge is een meetinstrument. Je kunt meten hoe lang je over deze paragraaf hebt gedaan. Met een horloge meet je dus de grootheid tijd. Tijd kun je ook meten met een **stopwatch**. Dat doe je als je heel precies wilt weten hoe lang iets duurt. Een horloge en een stopwatch kunnen wijzers hebben die langs de getallen lopen, maar ook een schermje waarop je een getal ziet verschijnen. Een meetinstrument met een wijzer noemen we een **analoge meter**, een meter waarop een getal verschijnt een **digitale meter**.



FIG. 1.9 Links een horloge met een analoge wijzerplaat, rechts een digitaal horloge.



Een ander meetinstrument dat je op school vaak wel bij je hebt, is een **liniaal**. Om kleine lengtes heel precies te meten gebruiken we een **schuifmaat**, voor grotere lengtes een **meetlint**. Als je bijvoorbeeld de lengte van je kamer wilt meten, is een liniaal niet zo handig.

Een **maatcilinder** is een glazen buis waarmee het volume van vloeistoffen gemeten wordt. Daarvoor zijn op het glas streepjes aangebracht. We noemen die streepjes een **schaalverdeling**. Een schaalverdeling kan bijvoorbeeld betekenen dat elk streepje 1 milliliter voorstelt. Thuis heb je in de keuken ook iets wat lijkt op een maatcilinder. Dat noemen we een **maatbeker**.

Met een **balans** wordt de massa van een stof gemeten in grammen of kilogrammen. De balans die we thuis gebruiken, noemen we **weegschaal**. In een laboratorium gebruiken we een **elektronische balans** om bijvoorbeeld medicijnen af te wegen. Medicijnen moeten heel nauwkeurig worden afgemeten en een elektronische balans kan in milligrammen meten. Als het wegen niet zo precies hoeft, kunnen we ook een **brievenweger** gebruiken.

FIG. 1.10 Misschien zou een ander meetinstrument hier handiger zijn!



FIG. 1.11 Een maatcilinder.



Een **thermometer** kun je op allerlei plekken vinden. We gebruiken deze om de temperatuur te meten. Er bestaan verschillende soorten thermometers. De temperatuur van het lichaam meten we met een koortsthermometer. Die meet alleen tussen 35 en 42 graden Celsius. Om de buitentemperatuur af te lezen heb je buitenthermometers. Die kunnen ook veel lagere temperaturen aflezen. En oventhermometers kunnen weer veel hogere temperaturen meten. Balansen en thermometers kunnen, net als horloges, analoog of digitaal zijn. Een heel ander soort meetinstrument dat in dit vak veel wordt gebruikt is een **teststrookje**. Teststrookjes worden gebruikt om te testen of er een bepaalde stof in een vloeistof aanwezig is. Als de stof aanwezig is, verandert de kleur van het strookje. Zo kun je pH-papier gebruiken om te bepalen hoe zuur een vloeistof is. Teststrookjes worden ook gebruikt om te bepalen of iemand te veel suiker in zijn bloed heeft.

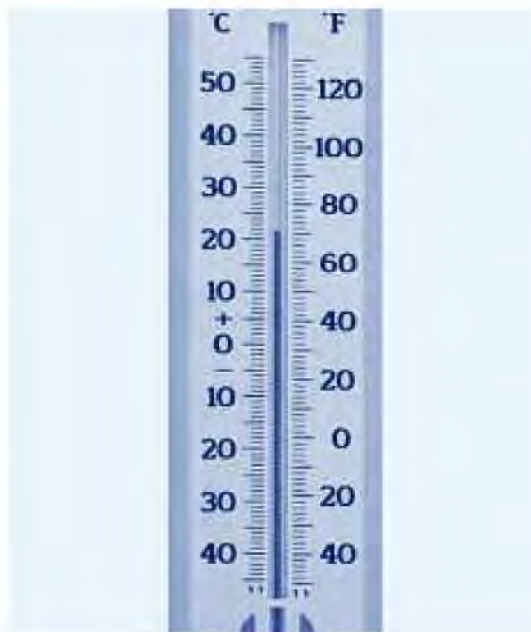
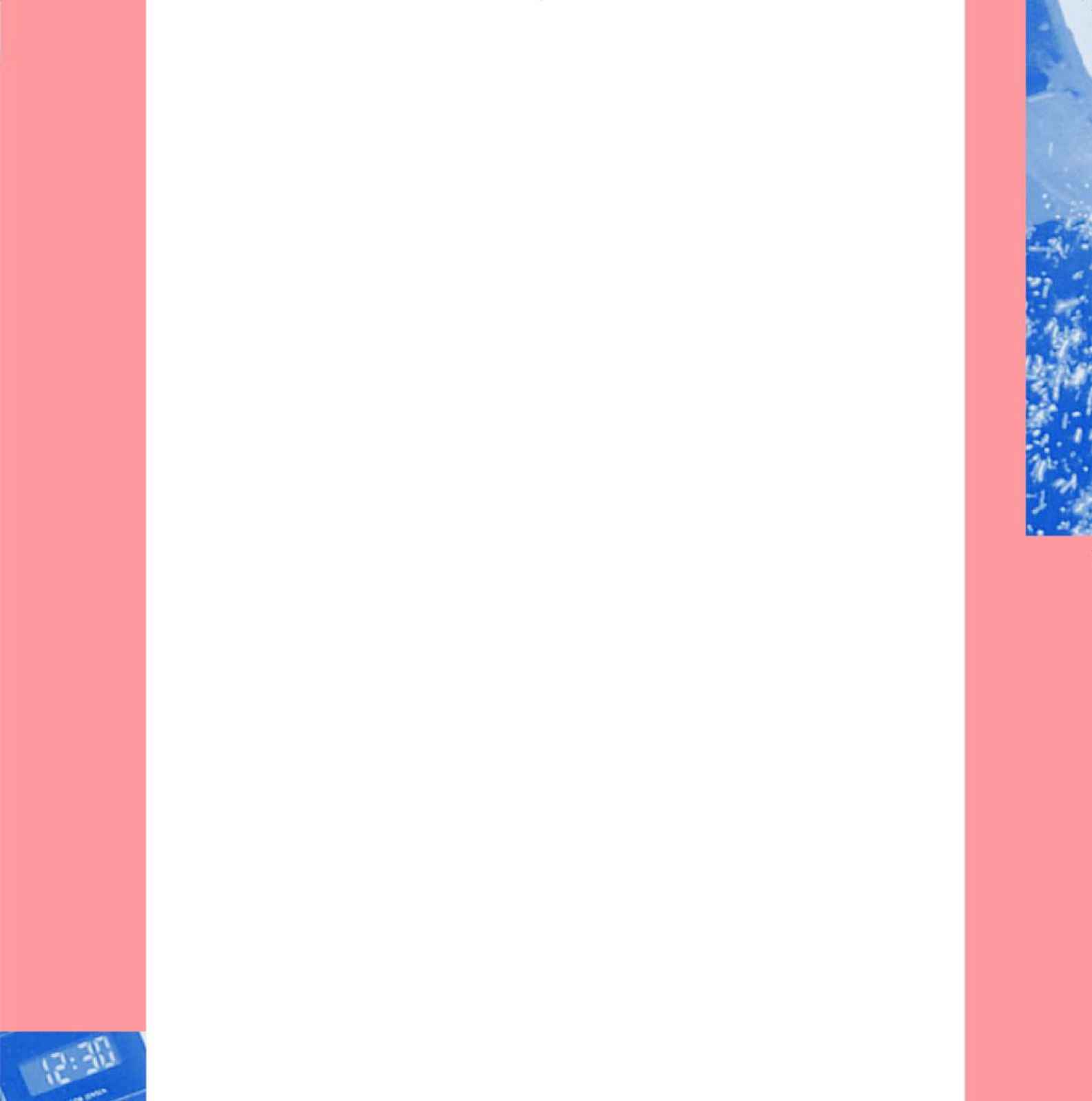


FIG. 1.12 Een koortsthermometer, een buitenthermometer en een oventhermometer.





# HOOFDSTUK 2



# Mengen en scheiden



## INLEIDING

We hebben in het vorige hoofdstuk geleerd dat er stoffen bestaan, die van elkaar verschillen. Deze verschillen kun je waarnemen met je zintuigen en met instrumenten.

Stoffen kun je ook mengen. Dat heb je vast zelf wel eens gedaan met verf, of als je zout in de soep doet. Maar om die gemengde kleuren weer te scheiden en om het zout weer uit de soep te halen is niet zo eenvoudig. In dit hoofdstuk gaat het over mengen en scheiden van stoffen. We zullen leren hoe je stoffen weer uit elkaar kunt halen. Ook zullen we zien dat niet alle stoffen goed te mengen zijn.





## 2.1

Op een pak melk staat dat er vitaminen, cholesterol, vetten en nog veel meer in zit. Melk is dus een mengsel van allemaal stoffen. Die stoffen heeft de koe al voor ons gemengd.

### IN DEZE PARAGRAAF LEER JE:

- wat zuivere stoffen zijn
- wat mengsels zijn

22

## Zuivere stoffen en mengsels



FIG. 2.1 Op het pak melk staan alle ingrediënten; melk is dus niet alleen maar melk.

### WAT ZIJN ZUIVERE STOFFEN?

Een zuivere stof bestaat uit één stof. In het dagelijks leven kom je zuivere stoffen niet zo vaak tegen. Kristalsuiker, keukenzout en gedestilleerd water zijn zuivere stoffen. Metalen zijn ook vaak zuivere stoffen. Het koper van onze waterleidingbuizen is daar een voorbeeld van. In een rooi op Aruba is een klein klompje goud gevonden. Dat is ook een zuivere stof.

Ballonnen worden soms gevuld met het gas helium. Helium is ook een zuivere stof.



FIG. 2.2 Zuivere stoffen en mengsels. De mengsels staan links. Had je dat gedacht?

## WAT ZIJN MENGSELS?

Onzuivere stoffen bestaan uit meer dan één stof. We noemen dit een mengsel. De meeste stoffen die je kent, zijn mengsels. In een mengsel kunnen vaste stoffen, vloeistoffen en gassen gemengd zijn. Aan een stof kun je soms zien dat het een mengsel is. Bij beton kun je tussen het cement de steentjes zien zitten. Ook aan soft kun je zien dat het een mengsel is. In de vloeistof van soft zitten kleine gasbelletjes. Soft is dus een mengsel van vloeistof en gas.

Vaker nog kun je aan een stof *niet* zien dat het een mengsel is. Drinkwater, zeewater en melk lijken uit één stof te bestaan. Toch zijn het mengsels.

Ook lucht is een mengsel van verschillende gassen. Er zit zuurstof, stikstof en een beetje koolstofdioxide in. In hoofdstuk 4 zullen we meer leren over zuurstof.

Als je wilt weten of een stof zuiver of een mengsel is, dan kun je deze stof onderzoeken. Je kunt de stoffeigenschappen vergelijken met die van een stof, waarvan je zeker weet dat het een zuivere stof is.

De volgende paragraaf gaat over verschillende vloeibare mengsels.



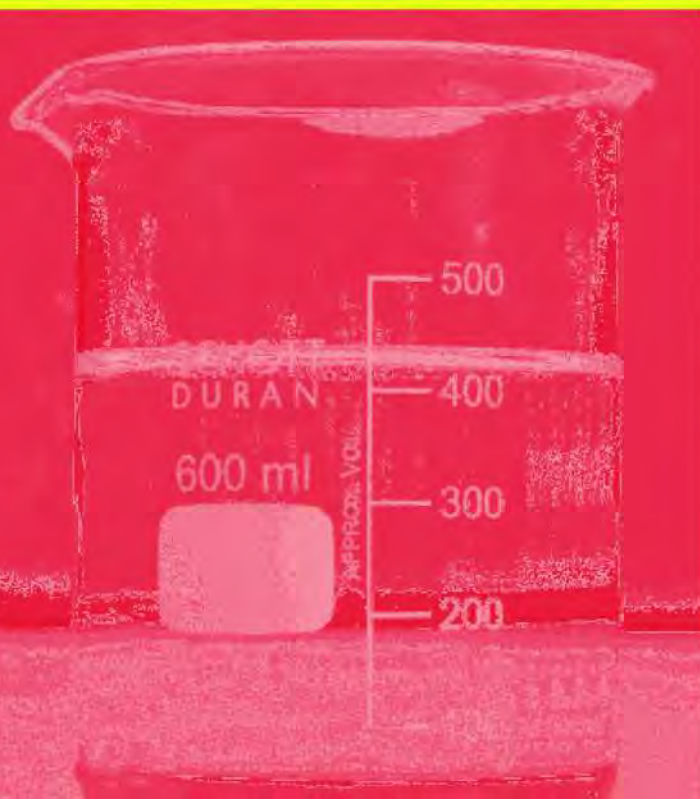
## 2.2

Op een mooie dag ga je met je vrienden en vriendinnen snorkelen. Het water is helder. Je kunt ver onder water kijken. Een golf slaat over je heen. Er stroomt wat zeewater via je snorkel je mond binnen. Bah, het smaakt zout. Je gaat even staan om het water uit te spugen. Waar je voeten staan, ontstaat een wolkje zand in het zeewater. Welke twee soorten mengsels kun je hier ontdekken?

### IN DEZE PARAGRAAF LEER JE:

- wat een oplossing is
- wat een suspensie is
- wat een emulsie is

24



## Vloeibare mengsels



FIG. 2.3 Een mengsel van water en zout, en een mengsel van water en zand.

### OPLOSSING

Het woord oplossing heeft meer betekenissen. Als je het antwoord op een vraag weet, dan ken je de **oplossing**. Bij 'natuur en techniek' heeft het woord oplossing een andere betekenis. Hier is een oplossing een helder mengsel van een vloeistof en een andere stof. De andere stof kan een vaste stof, een vloeistof of een gas zijn. Met helder bedoelen we dat je er doorheen kunt kijken. Er mogen geen vaste deeltjes in **zweven**.

Let erop, dat helder niet hetzelfde is als **kleurloos**. **Helder** betekent dat je door de stof kunt kijken. Kleurloos betekent dat de stof geen kleur heeft. Een heldere stof kan wel een kleur hebben. Thee is een heldere stof, omdat je er doorheen kunt kijken. Zeewater is een voorbeeld van een oplossing. Het is een mengsel van de vloeistof water met de vaste stof zout. Zeewater is kleurloos en helder. Een

ander voorbeeld is azijn (binager). Deze oplossing bestaat uit de vloeistof water gemengd met een beetje van een andere vloeistof: azijnzuur. Azijn kan kleurloos of geelbruin zijn. Beide soorten binager zijn helder. Het schoonmaakmiddel ammonia is een mengsel van de vloeistof water en het gas ammoniak. Ook ammonia is helder.



FIG. 2.4 Thee, azijn en ammonia in maatcilinder zijn helder.

## SUSPENSIE

Een **suspensie** is een mengsel van een vloeistof waarin kleine korreltjes vaste stof zweven. Je kunt er niet doorheen kijken; de vloeistof is *troebel*. Als het flink waait, kan het zeewater een suspensie

worden. Er zweven dan kleine zandkorreltjes in het zeewater en het zeewater wordt troebel. Ook verf is een suspensie. In verf zweven kleine korreltjes kleurstof in een vloeistof (water of terpentine). Als een suspensie een lange tijd staat, zinken de kleine korreltjes langzaam naar onder. Daarom moet je verf vóór gebruik roeren. En sommige medicijnen moet je vóór gebruik schudden.



FIG. 2.5 Suspensies zijn niet helder. Wat zijn hier de suspensies?



## EMULSIE

Als je olie en water bij elkaar doet, zie je dat de olie op het water blijft drijven. Als je stevig roert, zullen de olie en het water even mengen, maar ze gaan snel weer uit elkaar.

Zo zijn er veel vloeistoffen die niet willen mengen. Toch kunnen we daar een mengsel van maken als we er een hulpstof aan toevoegen. Zo'n hulpstof noemen we een **emulgator**.

Door die emulgator wordt één van de vloeistoffen in kleine druppeltjes verdeeld, die wel goed mengen in de andere vloeistof. Zo'n mengsel heet een **emulsie**.

Veel levensmiddelen en verzorgingsproducten zijn

emulsies. Mayonaise is bijvoorbeeld een mengsel van azijn en zonnebloemolie, met eigeel als emulgator. Andere emulsies zijn boter en bodylotion.

Een emulsie is dus een vloeistof waarin kleine druppeltjes van een andere vloeistof zweven. Vaak is een emulsie een dikke vloeistof, of zelfs een pasta. Een emulsie is altijd troebel; je kunt er niet doorheen kijken.

Een emulsie lijkt dus veel op een suspensie. Ze zijn allebei troebel. Het verschil is dat in een suspensie deeltjes van een vaste stof zweven, en in een emulsie druppeltjes van een vloeistof.

Hoe we uit een mengsel zuivere stoffen maken, leren we in de volgende paragraaf.



FIG. 2.6 Olie en water mengen niet.



FIG. 2.7 Hier moet een emulgator bij.



FIG. 2.8 Nu hebben we een emulsie van olie en water.

## 2.3

Je hebt nu geleerd dat er drie soorten vloeibare mengsels zijn. De stoffen die vermengd zijn, kun je ook weer van elkaar scheiden. Je hebt geleerd dat verf een suspensie is. Als je een blik verf lang laat staan, kun je zien dat de vloeistof en de vaste stof zich van elkaar scheiden. Je hebt ook geleerd dat zeewater een oplossing is. Misschien wil je zout halen uit zeewater of wil je juist drinkwater bereiden uit de zee. Het kan allebei, als je maar de goede scheidingsmethode gebruikt.

### IN DEZE PARAGRAAF LEER JE:

- waarom we een mengsel scheiden
- verschillende scheidingsmethoden kennen

## Scheidingsmethoden



FIG. 2.9 WEB Aruba maakt drinkwater uit zeewater.

### WAAROM EEN MENGSEL SCHEIDEN?

Door te scheiden krijg je zuivere stoffen uit een mengsel. Dat doe je dan vaak omdat je maar één stof uit een mengsel nodig hebt. Zout kun je maken uit zeewater. Het water is dan afval. Ook het omgekeerde is mogelijk: je wilt drinkwater maken uit zeewater en dan is het zout afval. Je kunt ook suiker maken uit suikerriet. Hierbij wil je alleen de suiker. De rest van het riet blijft over.

Mensen scheiden een mengsel, omdat ze er een stof uit nodig hebben. Als je een pot lekkere mayonaise hebt, vind je het niet nodig om de olie eruit te halen. Die kun je in de winkel ook kopen. Scheiding wordt in het klein en in het groot toegepast. Thuis passen we scheiding in het klein toe, bijvoorbeeld als we gekookte spaghetti afgieten met een vergiet (colado). We willen dan wel de spaghetti hebben, maar niet het water. Bedrijven zoals het WEB of de raffinaderij scheiden in het groot. Het WEB maakt drinkwater uit zeewater en de raffinaderij maakt benzine, kerosine, diesel en nog veel meer uit aardolie. Beide bedrijven gebruiken scheidingsmethoden.



## SCHEIDINGSMETHODEN

Als je een mengsel van zand en water wilt scheiden, kun je **filtratie** gebruiken. In een filter zitten kleine gaatjes. De zanddeeltjes zijn groter dan de gaatjes in het filter en blijven achter op het filter. De waterdeeltjes zijn kleiner en lopen wel door het filter.

Een filter kan heel kleine gaatjes hebben. Een koffiefilterzakje moet wel het water doorlaten, maar mag niet de heel fijne koffieboonkorrels doorlaten. Een vergiet hoeft alleen spaghetti of rijst tegen te houden, maar moet wel het water doorlaten. Een filter kan dus ook grote gaatjes hebben.

Een mengsel van zand en water kun je ook scheiden door gebruik te maken van de scheidingsmethode **bezinken**. Je laat het mengsel een tijd staan en de zanddeeltjes zakken vanzelf naar beneden. Nu kun je het water afschenken. Deze scheidingsmethode werkt, doordat de vaste stoffen in het mengsel zwaarder zijn dan de vloeistoffen. Als je lang genoeg wacht, is alle vaste stof beneden. De vloeistof staat daarboven. Je kunt de vloeistof voorzichtig afschenken. Bij de waterzuivering in de Bubaliplas wordt veel gebruik gemaakt van bezinken.



FIGUUR 2.10 Filtreren



FIG. 2.11 Bezinkingstank in Bubali

Bij een andere methode maak je gebruik van het verschil in oplosbaarheid. Als je olie uit pinda's wilt halen, doe je er benzine bij. De olie lost op in de benzine. De rest van de pinda lost niet op. Deze scheidingmethode heet **extractie**.

Als je olie en benzine wilt scheiden, kan dat niet met de methoden die we tot nu toe hebben gezien. Het zijn allebei vloeistoffen, dus er valt niets te filtreren. Er is wel een verschil waar we gebruik van kunnen maken. Olie en benzine verschillen in

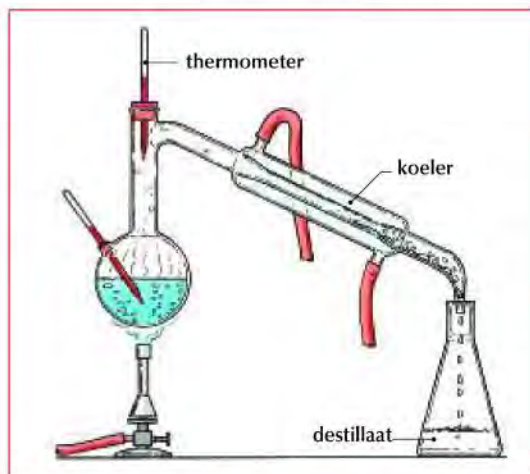


FIG. 2.12 Schema van destillatieproces. Met destilleren kun je vloeistoffen die verschillen in kookpunt, van elkaar scheiden.

kookpunt. Het kookpunt van olie is veel hoger dan dat van benzine. Als we het mengsel van olie en benzine verhitten, verdampt de benzine dus veel eerder. De olie blijft achter. De benzinedamp (damp is gas) vang je op in een gekoelde buis. Hier wordt de benzine van damp weer vloeistof. De benzine kun je opnieuw gebruiken. Deze scheidingsmethode heet **destilleren**. Destilleren wordt vooral gebruikt om een zuivere vloeistof te krijgen uit een mengsel.



FIG. 2.13 Zoutwinning in een salina op Bonaire

Als je het zout uit zeewater wilt halen, kun je de oplossing **indampen**. Je verhit de oplossing dan net zolang tot alle vloeistof op is. Bij indampen verdampt het oplosmiddel dus. Het oplosmiddel raak je kwijt en de vaste stof houd je over.

Om zout uit zeewater over te houden, laat men zeewater binnenstromen in een *zoutpan* (salina), een grote ondiepe vijver vlak aan zee. Daarna laat men het zeewater door de zon verdampen. Het zout blijft over. Vroeger gebeurde dit ook wel op Aruba. Tegenwoordig is het nog een belangrijke industrie op Bonaire.

We hebben nu voorbeelden gezien van vijf scheidingsmethoden:

1. Filtreren
2. Bezinken en afschenken
3. Extraheren
4. Destilleren
5. Indampen

Als je de stoffeigenschappen kent van de stoffen in een mengsel, weet je dus ook welke scheidingsmethode je het beste kunt gebruiken om de stoffen te scheiden.



FIG. 2.14 Moderne zoutwinning op Bonaire



# HOOFDSTUK 3



# Water



## INLEIDING

In het vorige hoofdstuk hebben we het gehad over mengen en scheiden van stoffen. De stof die je daarbij het meest tegenkomt, is water. Op aarde kun je water overal tegenkomen. In de zee zit water, uit de lucht komt regenwater, in koffie, thee en limonade zit water. Ook is er water uit de kraan en zelfs in ons eigen lijf vind je water. Je lichaam bestaat voor ongeveer 70% uit water. Water is de belangrijkste stof op aarde. Voor ons mensen zelfs van levensbelang. Als je geen water drinkt, ben je na vier dagen dood. Maar je kunt niet zomaar elk water drinken.

In dit hoofdstuk leer je hoe water de wereld rondreist. Je leert ook hoe we scheidingstechnieken gebruiken om het water drinkbaar te maken.



# 3.1

Je zou een verhaal kunnen schrijven over de reis van een druppel water die begint in een wolk en eindigt in de Bubaliplas. Tussendoor zit deze druppel ook nog in jouw lichaam. Aan het eind van deze paragraaf kun je zo 'n verhaal schrijven.

## IN DEZE PARAGRAAF LEER JE:

- wat zoet en zout water is
- hoe de waterkringloop er uitziet
- welke verschillen er zijn tussen regenwater, oppervlaktewater, grondwater, zeewater en afvalwater
- wat er met ons afvalwater gebeurt

## Soorten water



FIG. 3.1 Water heb je altijd nodig.

## ZOUT EN ZOET WATER

Als je naar de aardbol kijkt, zie je eigenlijk maar weinig land en veel zee. Meer dan tweederde van het oppervlak van de aarde bestaat dan ook uit water. Het grootste deel van dat water is zout water van de oceanen en de zeeën. Van al het water is maar 3% zoet. Zoet water vind je in rivieren en meren, onder de grond en in de vorm van sneeuw en ijs. Zoet water wordt gebruikt als drinkwater, waswater en koelwater.

## WATERKRINGLOOP

De zon zorgt voor de verdamping van water in de oceanen, zeeën, meren en rivieren. Hier begint de waterkringloop. Als het water **verdamp**t, verandert het water in waterdamp. Deze waterdamp koelt in de lucht af en daardoor ontstaan er kleine waterdruppeltjes. We noemen dit **condenseren**. Al die waterdruppeltjes bij elkaar vormen samen wolken. Als de druppeltjes groter worden, worden ze zwaar. Daardoor valt het water weer terug naar de aarde in de vorm van regen of sneeuw. Het regenwater stroomt via rivieren, meren, rooien en onder de grond weer terug naar de zee. Dit hele proces noemen we de waterkringloop. In het plaatje zie je nog eens goed hoe die waterkringloop eruitziet. Onderweg veranderen de waterdruppels steeds. Van zeewater naar regenwater bijvoorbeeld, of van regenwater naar oppervlaktewater, enzovoort. Eigenlijk zijn het steeds dezelfde druppels, maar de vorm van de druppels verandert. We hebben het dan over verschillende soorten water.

## VERSCHILLENDE SOORTEN WATER

Het water in de lucht valt naar beneden in de vorm van neerslag. Dit is regen, hagel of sneeuw. In regenwater zitten meestal niet zoveel opgeloste stoffen. Soms is de lucht vervuild door afvalgassen van fabrieken, elektriciteitscentrales en auto's. Deze stoffen lossen dan op in het water in de lucht en vallen met het regenwater terug op aarde.

Een deel van het regenwater stroomt via rivieren, meren en rooien weer terug naar de zee. Dit water noemen we **oppervlaktewater**. Tijdens dat terugstromen komen er allerlei stoffen in dit oppervlaktewater terecht zoals zandkorrels, kleideeltjes en zouten. Uit het afvalwater van huishoudens en fabrieken komen ook nog stoffen in het oppervlaktewater. In oppervlaktewater zitten daardoor meer verschillende stoffen dan in regenwater.

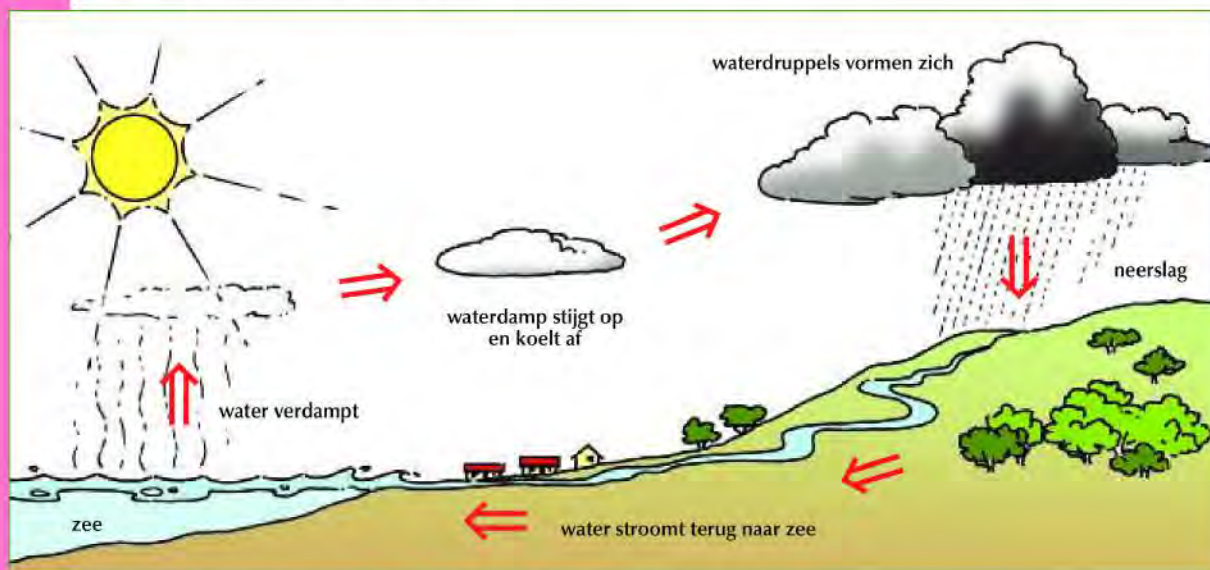


FIG. 3.2 De waterkringloop; water maakt steeds hetzelfde rondje.



Een ander deel van het regenwater zakt in de grond en wordt **grondwater** genoemd. Grondwater zakt door dikke lagen zand en grind. De grond werkt dan als filter en zuivert het water. Grondwater is daardoor schoner dan oppervlaktewater. Maar het is geen zuiver water! Het is een mengsel van verschillende stoffen. Het grondwater gaat door allerlei materiaal heen in de bodem en in de natuur en neemt op zijn weg overal wat van mee.

Zeewater bevat de meeste stoffen. Een groot deel daarvan is zout. Het grootste verschil tussen zeewater en andere soorten water is de hoeveelheid zout. Oppervlaktewater en grondwater zijn zoet, omdat er bijna geen zout in zit.

Wij gebruiken water om kleren te wassen, de auto te wassen, het huis schoon te maken, te baden en het toilet door te spoelen. Het water dat hierna

ontstaat, bevat afval zoals zeepresten, etensresten en schoonmaakmiddelen. We noemen dit water afvalwater.

In de industrie ontstaat ook **afvalwater**. Op Aruba gebruikt de olieraffinaderij bijvoorbeeld veel zoet water. Na gebruik is het niet meer geschikt om te drinken. Ook hotels zorgen voor veel afvalwater. Elke dag worden daar de kamers schoongemaakt en elke ochtend moeten er bergen ontbijtbordjes worden afgewassen.

Afvalwater is niet geschikt om te drinken!

### WAT GEBEURT ER MET ONS AFVALWATER?

Op Aruba komt het afvalwater in een pos of in een septic tank. Als de pos vol is, kun je een bedrijf bellen. Zij komen dan om de pos leeg te pompen. Het afvalwater uit de pos wordt naar de



FIG. 3.3 Afvalwater kun je niet drinken.

**waterzuiveringsinstallatie** bij Bubali gebracht. Een groot deel van Oranjestad en het hele hotelgebied zijn aangesloten op de riolering in plaats van op een pos. Een riolering bestaat uit buizen in de grond. Deze buizen lopen vanaf de wc's en de wasbakken in de huizen en hotels naar de waterzuiveringsinstallatie bij Bubali. Op deze manier hoeft het afvalwater niet met tanks over de wegen te worden vervoerd. De installatie bij Bubali zuivert het afvalwater. De installatie bestaat uit een groot aantal brede, ondiepe bakken. Eerst zinken de vaste stoffen die in het afvalwater zitten naar de bodem. In het afvalwater leven bacteriën, die de aanwezige stoffen kunnen opeten. Bacteriën hebben zuurstof uit de lucht nodig om te leven. Voor het verteren van het vele vuil hebben de bacteriën extra

zuurstof nodig. Als we het water stevig roeren, komt er extra lucht door het water. Daarmee helpen we de bacteriën om het vuil op te eten. Dit noemen we het afbreken van vervuiling.

Het gezuiverde afvalwater kun je nog niet drinken. Het water is wel helder, maar het is nog steeds een beetje vuil. Het kan wel worden gebruikt om de grasvelden van de golfbaan te besproeien. Het water dat overblijft, gaat naar de Bubaliplas. Planten en dieren gebruiken dit water. In de Bubaliplas leven nu vooral watervogels. Zo kon de Bubaliplas een vogelreservaat worden.

Uit afvalwater maak je dus geen drinkwater. Hoe wordt dan wel drinkwater gemaakt op Aruba? Hierover gaat de volgende paragraaf.



FIG. 3.4 Bezinkingsbak van zuiveringsinstallatie in Bubali. Als water een poosje stilstaat, zakken de vaste stoffen naar beneden.



## 3.2

1912 was een heel droog jaar. Er zijn toen 45 kinderen gestorven van de school in Santa Cruz. In droge jaren was het soms zo moeilijk om aan water te komen, dat er boten naar Venezuela moesten om daar water te halen. Veel kinderen die vuil water moesten drinken, werden ziek en stierven. Ook nu nog zijn er kinderen in andere landen, die ziek worden en doodgaan omdat er geen goed drinkwater is. Schoon drinkwater is dus van levensbelang. Zou je je zorgen maken als het op Aruba een jaar lang niet regent? Misschien een beetje, maar in levensgevaar ben je niet. Er blijft water uit de kraan komen.

### IN DEZE PARAGRAAF LEER JE:

- hoe de mensen op Aruba vroeger aan hun drinkwater kwamen
- hoe nu drinkwater wordt gemaakt uit zeewater
- hoe het water bij de huizen komt

## Drinkwater op Aruba

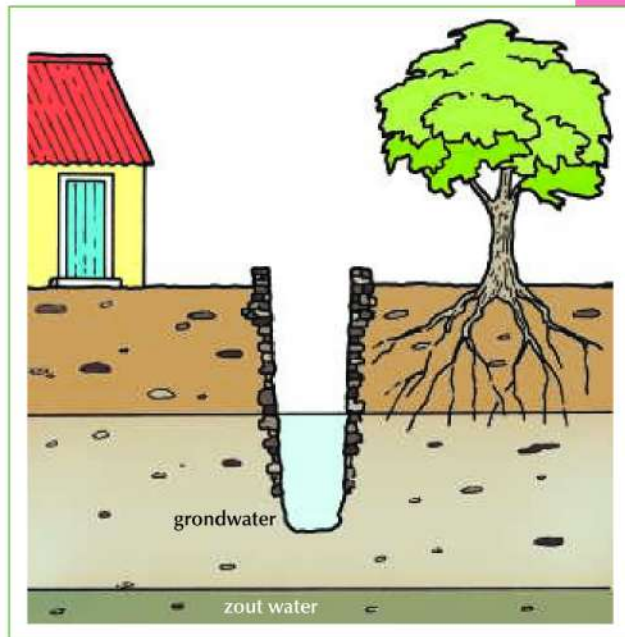


FIG. 3.5 Het grondwater stroomt in de put. Als het water van de zee erbij komt, wordt het brak water.

### DRINKWATER IN VROEGERE TIJDEN

Op Aruba regent het soms veel en soms lange tijd helemaal niet. Mensen hebben altijd geprobeerd om regenwater te bewaren. Dat deden ze met **tanki's**, **dammen** en regenbakken. Een tanki is een groot gat in de grond. Het regenwater dat daarin stroomt, wordt bewaard. Een dam is een afsluiting van een rooi. Al het water dat in een rooi omlaag stroomt, wordt dan tegengehouden bij de dam. Regenbakken zijn grote bakken van beton die het regenwater dat van het dak drupt, opvangen en bewaren.

In de vorige paragraaf heb je gelezen dat een deel van het regenwater in de grond zakt en grondwater wordt. Op sommige plekken zit een harde laag in de grond, waar het water niet doorheen kan. Het zakt dan niet verder, maar blijft erboven staan. Als je op die plek een put graaft, kun je bij het grondwater komen. Als het nu veel blijft regenen, komt er grondwater bij. We zeggen dan dat het grondwaterpeil is gestegen.

Het grondwater kan ook lager komen te liggen. Dat gebeurt bijvoorbeeld als je lange tijd heel veel water uit de put haalt.

Vlak aan zee is het grondwater zout. Het zeewater zakt ook in de bodem, net als regenwater. Als je nu steeds meer zoet grondwater wegpompt, neemt het zeewater de plaats in van het grondwater. Het water in de put wordt dan steeds zouter. We noemen water dat een beetje zout is, **brak water**. Brak water kun je niet drinken.

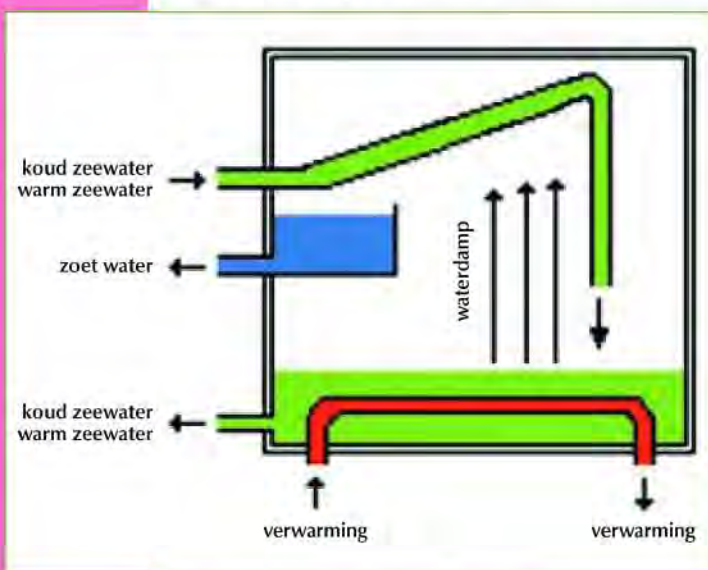


FIG. 3.6 Drinkwater maken uit zeewater.

## HOE DRINKWATER NU WORDT GEMAAKT

Rond 1930 woonden er zoveel mensen op Aruba, dat het water uit de tanki's en de putten niet meer genoeg was. Toen werd besloten om drinkwater te gaan maken uit zeewater. Het zout moest dus uit het zeewater gehaald worden. Je houdt dan zuiver water over.

In het vorige hoofdstuk heb je geleerd hoe je mengsels scheidt. De techniek die je voor zeewater gebruikt, is destilleren. In hoofdstuk 2 paragraaf 3 staat wat destilleren is: het scheiden van een vloeibaar mengsel door de vloeistoffen te verhitten. Elke vloeistof heeft een ander kookpunt. Als je de vloeistof verhit, zal de vloeistof met het laagste kookpunt het eerst gaan verdampen. Deze damp vang je op en koel je af, zodat de damp condenseert en in vloeibare vorm weer kan worden opgevangen.

De waterfabriek van het WEB (Water en Energie Bedrijf) staat aan zee bij Balashi. In de waterfabriek wordt zeewater naar binnen gepompt en verhit. Het water verdampt daardoor en gaat omhoog als waterdamp. Bovenin de fabriek lopen buizen waarin koel water stroomt. Daardoor wordt de waterdamp weer afgekoeld en vormt waterdruppels. Deze druppels worden opgevangen. Het zout uit het zeewater blijft achter en wordt in de zee teruggepompt. Het zeewater is nu dus gedestilleerd.

Na het destilleren houd je zuiver water over. Maar is het nu ook klaar om te drinken? Nee, het is niet lekker en niet gezond om zuiver water te drinken. Water zonder kalk is slecht voor je darmen en je hart. Het WEB laat het gedestilleerde water over koraalstenen lopen



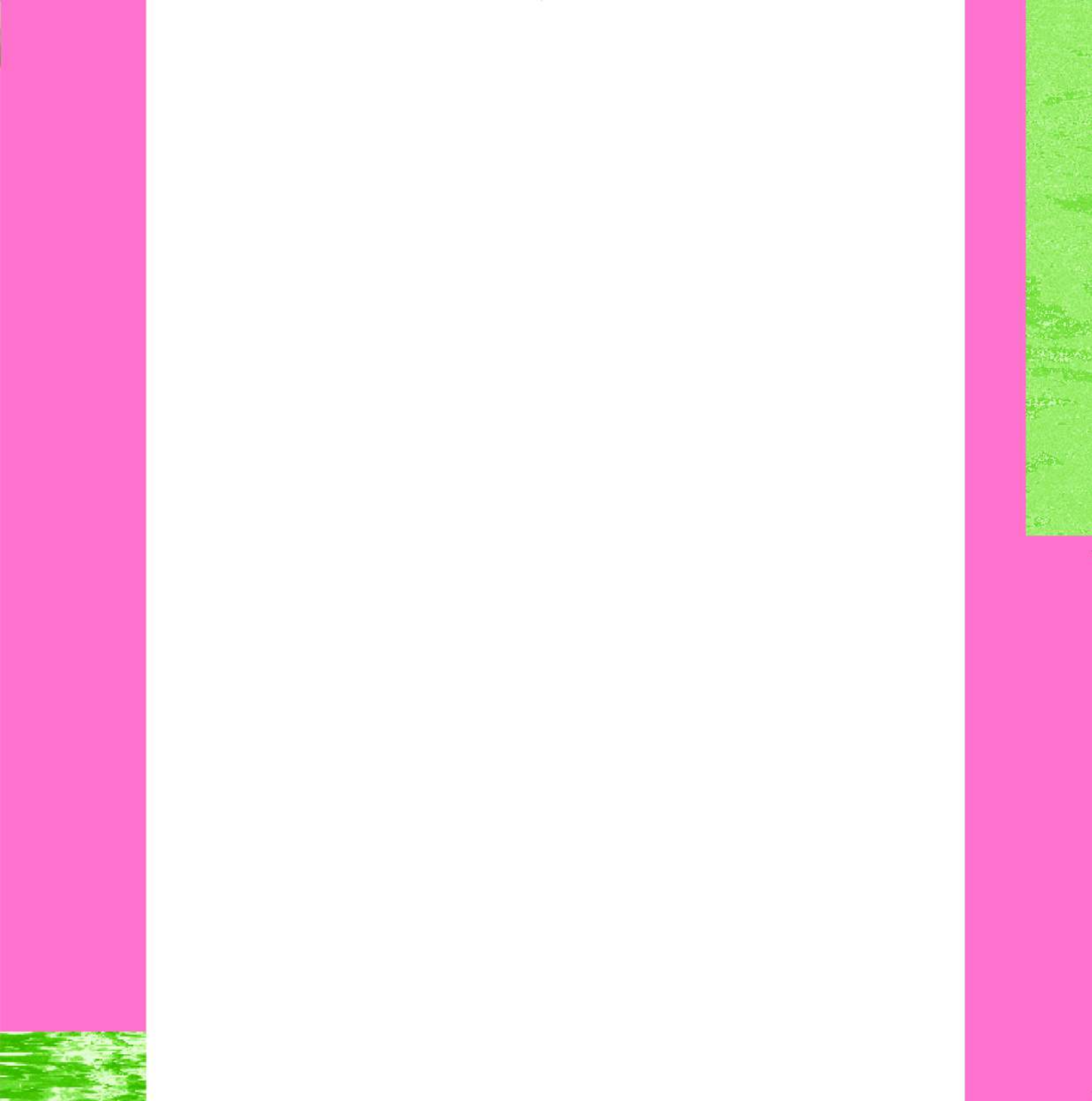
(een kalkbed). De stoffen uit de koraalstenen lossen op in het water. Daardoor wordt het water gezond en lekker.



FIG. 3.7 Het gedestilleerde water loopt over een kalkbed bij het WEB.

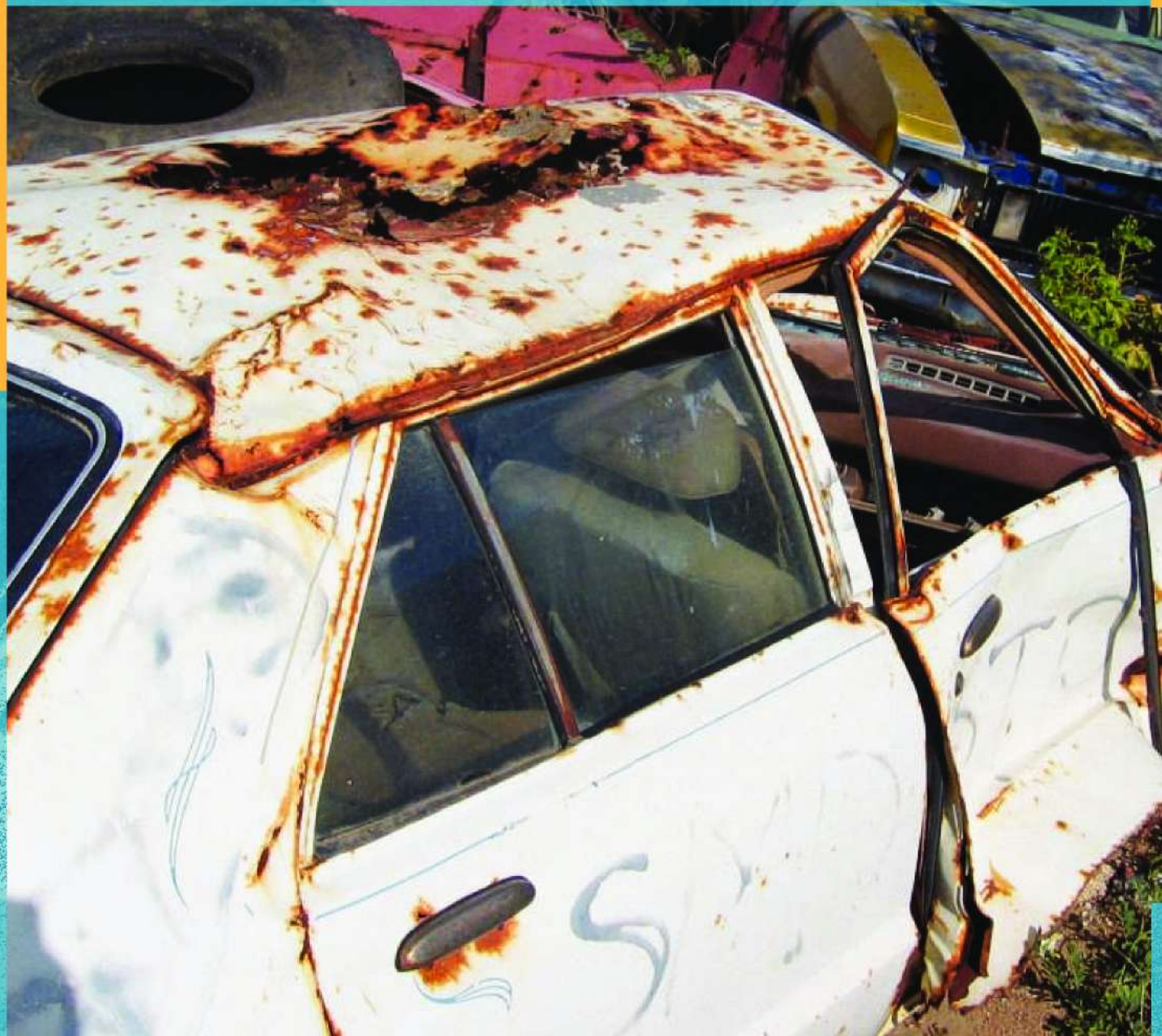
## HOE HET WATER BIJ DE HUIZEN KOMT

Als je thuis of op school de kraan opendraait, stroomt het water dat in Balashi is gedestilleerd, er vanzelf uit. Het WEB gebruikt daar een mooie manier voor. Water zoekt altijd het laagste punt. Het water dat in Balashi is gedestilleerd, wordt eerst naar de ronde tanks gepompt, die bovenop een heuvel staan. Van daaruit stroomt het water door de buizen vanzelf naar beneden naar de huizen toe.





# HOOFDSTUK 4



# Verandering van stoffen



## I N L E I D I N G

Als je regelmatig buiten rondkijkt, zie je allerlei veranderingen. Het regent, er komen plassen en de plassen verdwijnen weer. Het ijs in de jug is gesmolten. Shimarucu's worden rood. De verf op de muur gaat brokkelen. Een affiche in de zon wordt lichter van kleur. Het carbon in de barbecue is grijze as geworden. Stoffen veranderen. In dit hoofdstuk gaan we deze veranderingen onderzoeken.





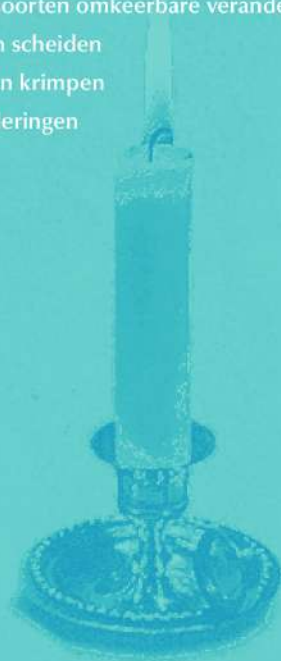
# 4.1

Als je kaarsvet verwarmt met een vlammetje, gaat het **smelten**. Het gesmolten kaarsvet kan weer afkoelen en hard worden. Er is dus wel iets veranderd, maar het kaarsvet is er nog altijd. Je kunt de kaars ook aansteken. Dan verandert er ook iets, maar het kaarsvet is weg. De verandering kan je niet meer ongedaan maken. Het smelten van kaarsvet is een voorbeeld van een omkeerbare verandering. Daarover gaat deze paragraaf. Het verbranden van kaarsvet is een blijvende verandering. Daarover gaat paragraaf 4.2.

42

## IN DEZE PARAGRAAF LEER JE:

- over drie soorten omkeerbare veranderingen:
- mengen en scheiden
- uitzetten en krimpen
- faseveranderingen



## Omkeerbare veranderingen

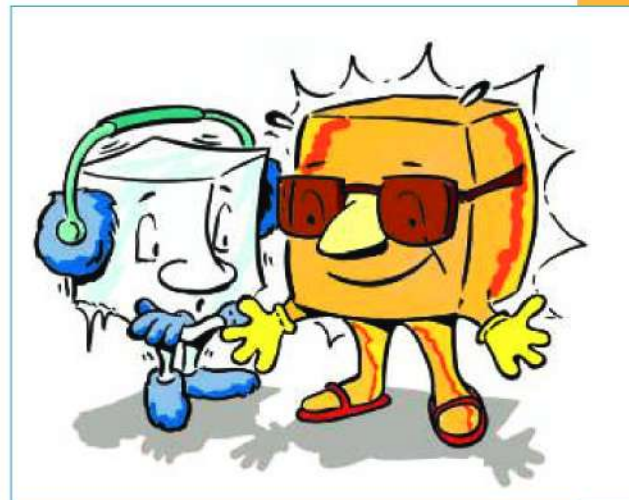


FIG. 4.1 Bij verwarmen zet een stof uit.

## MENGEN EN SCHEIDEN

In hoofdstuk 2 hebben we stoffen gemengd en weer gescheiden. Je kunt zeewater scheiden in zout en water. Daarna kun je ditzelfde zout en het water weer mengen in een oplossing. Mengen en scheiden leiden tot veranderingen die elkaars tegengestelde zijn. De ene verandering heft de andere verandering weer op. Mengen en scheiden leiden dus tot omkeerbare veranderingen.

Bij het mengen verdwijnen de stoffen zout en water niet. De verandering betekent alleen dat de stoffen door elkaar heen zitten en er daardoor anders uitzien.

## UITZETTEN EN KRIMPEN

Als we een stof gaan **verhitten**, gaat de stof meestal uitzetten. Een staaf ijzer wordt langer bij verhitting.

Een ballon wordt groter als de lucht in de ballon wordt verwarmd. Ook water gaat uitzetten als het verwarmd wordt. Vaste stoffen, vloeistoffen en gasen kunnen dus allemaal uitzetten. De stof blijft dezelfde stof. Ijzer blijft ijzer en lucht blijft lucht. Wat verandert er dan wel? De deeltjes waar de stof uit bestaat, komen bij verwarmen iets verder uit elkaar te zitten. Daardoor neemt de stof meer ruimte in, zoals je kunt zien in figuur 4.2. Bij afkoeling gaan stoffen krimpen. De deeltjes komen dan weer dicht op elkaar te zitten.

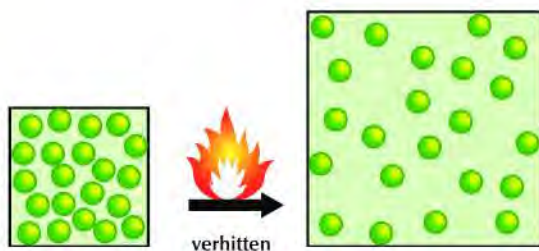


FIG. 4.2 Na verhitten nemen dezelfde deeltjes meer ruimte in.

Als een stof door verwarmen uitzet, komen er geen deeltjes bij. De massa blijft dus gelijk. Maar het volume is groter geworden. Een kubieke cm van een koude ijzeren staaf zal dus niet hetzelfde wegen als een kubieke cm van een hete staaf.



Koude staaf



Hete staaf

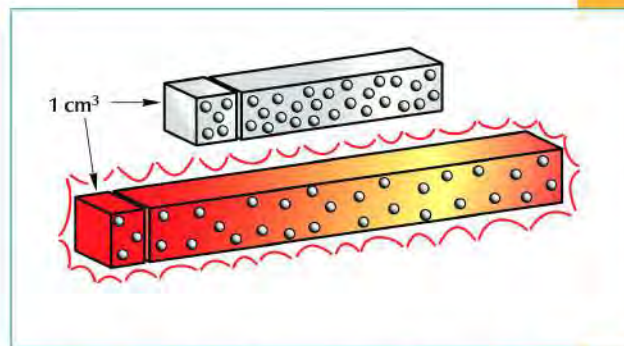


FIG. 4.3 De staven hebben evenveel deeltjes na uitzetten.

In de kubieke centimeter van de hete ijzeren staaf zitten minder ijzerdeeltjes, dus heeft deze minder massa.

## FASEVERANDERINGEN

In paragraaf 1.1 las je dat een stof vast, vloeibaar of gasvormig kan zijn. We noemen dat de **fasen** van een stof. Een proces waarbij een stof verandert van de ene fase naar de andere, heet een faseverandering. Faseveranderingen zijn altijd omkeerbare veranderingen. De stof zelf ziet er anders uit, maar blijft wel dezelfde stof. Gesmolten kaarsvet is ook kaarsvet.



Hieronder worden de faseveranderingen opgenoemd:

Van	Naar	Naam
vast	vloeibaar	smelten
vloeibaar	vast	stollen *)
vloeibaar	gas	verdampen
gas	vloeibaar	condenseren
vast	gas	sublimeren
gas	vast	rijpen

\*) bij water spreken we van bevroren

Je kunt al deze veranderingen bij elkaar zetten in de fasedriehoek:

Net als bij mengen en bij uitzetten, blijft de stof bestaan. Opgelost zout is nog steeds zout. Uitgezet ijzer is nog steeds ijzer. Gesmolten kaarsvet is nog steeds kaarsvet. Bij omkeerbare veranderingen ziet de stof er na de verandering wel anders uit. Maar het is geen andere stof geworden.

Veel veranderingen zijn niet omkeerbaar. Een gebakken ei wordt niet meer vloeibaar en bedorven soep kan je niet meer eetbaar maken. Over deze veranderingen gaat de volgende paragraaf.



FIG. 4.4 De fasedriehoek

## 4.2

Als je een stuk papier verbrandt, verdwijnt het papier en houd je as over. Het is niet mogelijk om uit as weer papier te maken.

### IN DEZE PARAGRAAF LEER JE:

- wat blijvende veranderingen zijn
- hoe deze kunnen ontstaan
- het verschil tussen tijdelijke en blijvende veranderingen

## Blijvende veranderingen

### BLIJVENDE VERANDERINGEN ZIJN CHEMISCHE REACTIES

Als een stof verandert en die verandering is niet meer terug te draaien, noemen we dit een blijvende verandering. Bij een blijvende verandering verdwijnt de beginstof en ontstaan er nieuwe stoffen.

Als je water verdampt, ontstaat waterdamp. Bij afkoelen krijg je hetzelfde water weer terug. Bij een faseverandering ontstaan geen andere stoffen. Waterdamp, water en ijs zijn allemaal water. Bij het afkoelen van as krijg je nooit papier terug. Daarom noemen we verbranding van papier een blijvende verandering. Een blijvende verandering noemen we ook een **chemische reactie**.

### WANNEER KRIJG JE NU EEN CHEMISCHE REACTIE?

Er zijn vier manieren om een chemische reactie te krijgen:

1. spontaan
2. door verhitten
3. met elektriciteit
4. door licht

#### 1. spontane verandering

Sommige stoffen hoeft je alleen maar bij elkaar te voegen of de verandering begint al vanzelf. Dit noemen we spontaan. Een chloorvlek tast meteen de kleur in je jeans aan. Soda en azijn geven meteen gasbelletjes als je ze bij elkaar doet.



## 2. verandering door verhitten

In de vorige paragraaf zagen we dat verhitten voor omkeerbare veranderingen kan zorgen. Veel stoffen gaan uitzetten. Maar ook veel blijvende veranderingen worden veroorzaakt door verhitten. Het koken van een ei of het verbranden van een lucifer zijn voorbeelden van blijvende veranderingen, oftewel chemische reacties.



FIG. 4.5 Blijvende verandering door verhitten: de lucifer is maar één keer te gebruiken.

## 3. verandering door elektriciteit

In de industrie wordt veel gebruik gemaakt van elektriciteit om stoffen te veranderen. Bij het verchromen van een bumper heb je elektriciteit nodig. In opdracht 14 en 15 uit het werkboek hebben we gezien dat je koper kunt maken uit een oplossing van koperchloride. Ook hiervoor heb je elektriciteit nodig.

## 4. verandering door licht

Na de verkiezingen zie je nog lang verkiezingsborden hangen. De kleuren worden langzaam bleker. Als de kleuren veranderen, is de beginstof verdwenen. Er zijn nieuwe stoffen ontstaan onder invloed van het zonlicht.

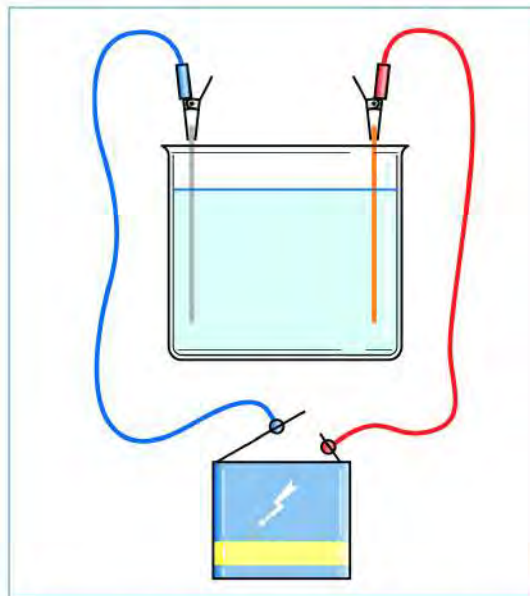


FIG. 4.6 Met behulp van elektriciteit wordt koper gemaakt.



FIG. 4.7 Verandering door licht

## BLIJVENDE OF TIJDELIJK?

Als je een verandering wilt indelen in tijdelijk of blijvend, moet je eerst kijken of er nieuwe stoffen zijn ontstaan. Je moet dus nieuwe stofeigenschappen kunnen herkennen. Zulke eigenschappen zijn bijvoorbeeld kleur en geur. Alleen als er nieuwe stoffen zijn ontstaan, noemen we dat een blijvende verandering en dus een chemische reactie.

Als je toiletreiniger samen met chlorox gebruikt, krijg je chloorgas. Dit gas prikt in je neus en is

giftig. Chloorgas ontstaat op het moment dat je deze twee stoffen gaat mengen. De nieuwe stofeigenschappen zijn: een prikkelende geur en gasbellen. Dus weten we dat er een chemische reactie heeft plaatsgevonden.

In de volgende paragrafen zullen we een speciale chemische reactie behandelen namelijk de verbranding.

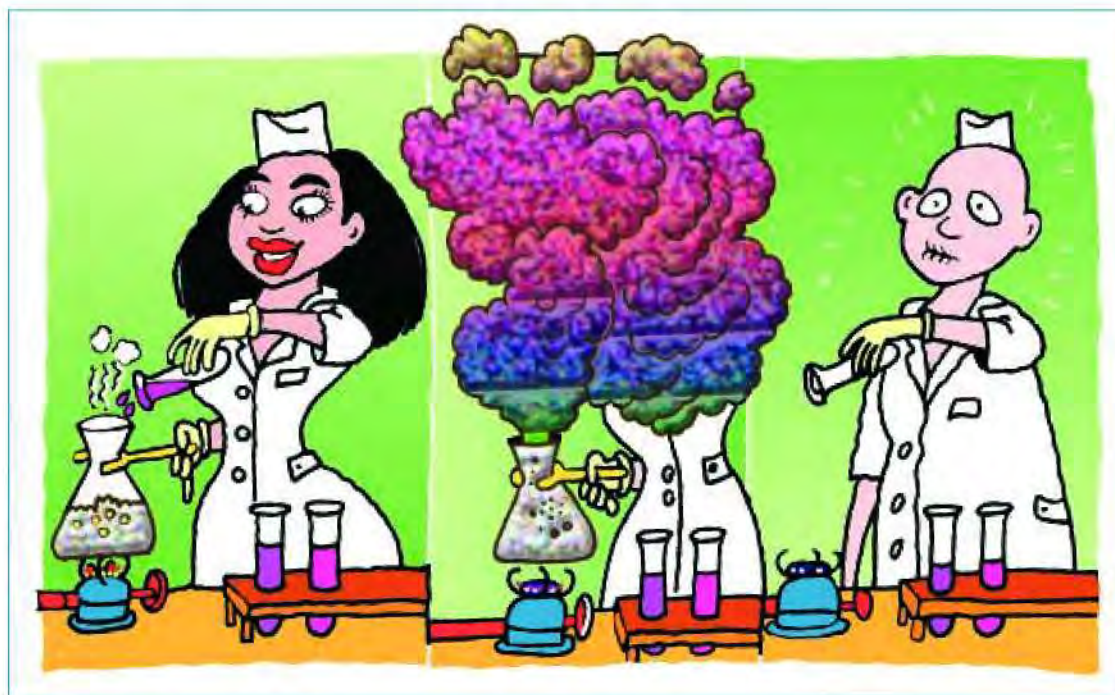


FIG. 4.8 Laboratoriumproef die fout is gegaan.



## 4.3

In april 2001 brak er een grote brand uit op het terrein van Coastal. Eerst was er een explosie en de vlammen waren wel 50 meter hoog. Gelukkig zijn er geen slachtoffers gevallen. Het duurde tot de volgende dag voordat de brandweer het vuur onder controle had.

### IN DEZE PARAGRAAF LEER JE:

- wat verbranden is
- wat nodig is voor een verbranding
- hoe je een brand kunt blussen

48

## Brand en blussen



FIG. 4.9 Verbranding is een chemische reactie die we al heel lang kennen.

Een chemische reactie die we allemaal kennen, is de verbranding. De mens gebruikt al duizenden jaren vuur om eten op klaar te maken, om zich te warmen als het koud is en als wapen tegen wilde dieren.

### WAT IS VERBRANDEN?

Verbranden is een chemische reactie. Er verdwijnen dus beginstoffen en er komen nieuwe stoffen. De nieuwe stoffen noemen we producten. De stoffen die bij verbranding verdwijnen, zijn brandstof en zuurstof. Brandstoffen zijn stoffen zoals papier, hout, kolen of olie. Zuurstof is een van de gassen waar lucht uit bestaat. Bij een verbranding is zuurstof uit de lucht nodig. De producten die ontstaan, zijn as en roet en

allerlei gassen. Zelfs stoffen zoals metalen kunnen branden. Hierbij ontstaan producten die we metaaloxiden noemen.

Bij een verbranding ontstaat ook warmte en licht. Warmte en licht zijn geen stoffen, maar vormen van energie. Vaak ontstaan bij een verbranding gasvormige producten. Als gassen erg heet worden, gaan ze licht geven. Dit noemen we **vuur**. Vuur bestaat uit zeer hete gassen die licht geven.

## WAT IS NODIG VOOR EEN VERBRANDING

Met alleen brandstof en zuurstof heb je nog geen brand. De meeste branden beginnen pas als ze worden aangestoken. Hiervoor heb je een hoge temperatuur nodig.

Indianen kunnen vuur maken door een houten stok snel rond te draaien in een blok zacht hout. Door de wrijving wordt het blok zo warm, dat een klein vonkje ontstaat. Als je dan blaast en wat droog gras erbij legt, ontstaat een vuur.

Door wrijving kan dus genoeg warmte ontstaan om een brand te beginnen. Maar het is makkelijker om een vuur aan te steken met de vlam van een lucifer.

Voor een brand heb je dus drie dingen nodig: brandstof, zuurstof en een hoge temperatuur. Samen noemen we deze de *branddriehoek*.



FIG. 4.10 De branddriehoek: 3 factoren die nodig zijn voor brand.

## BRAND BLUSSEN

Bij het blussen van een brand is de branddriehoek heel belangrijk. In de branddriehoek staan drie factoren die nodig zijn voor brand. Als je een brand wilt blussen moet je één factor uitschakelen: de factor brandstof, de factor zuurstof of de factor hoge temperatuur.

Bij een benzinebrand kun je het beste de benzinekraan snel dicht doen. De brandweer haalt ook vaak gasflessen weg bij brand. Als er geen brandstof meer is, stopt het vuur vanzelf.



FIG. 4.11 Bij brand de gas- en benzinekraan dicht draaien.

Ook is het mogelijk om de zuurstof weg te houden van de brand. In een gebouw worden de branddeuren dichtgedaan en de brand gaat vanzelf uit omdat de **zuurstof** opraakt.

Je kunt de brand ook blussen met een **koolstofdioxide-blusser**. Het gas koolstofdioxide is niet brandbaar. De lucht en dus de zuurstof worden dan vervangen door het onbrandbare gas koolstofdioxide.





FIG. 4.12 Om een brand te blussen moet je (minstens) één factor van de branddriehoek uitschakelen.



FIG. 4.13 Jammer van de kippenpoot!

De brandweer blust de branden meestal met water. Door het water wordt de temperatuur verlaagd zodat de brand stopt. Als het vuur hevig is en de temperatuur erg hoog, kan het even duren voor die brand stopt.

Bij een chemische reactie verdwijnen stoffen en ontstaan er nieuwe stoffen. Hoe weet je nu wat er precies gebeurt? In de volgende paragraaf zullen we een manier leren om dit handig op te schrijven.

## 4.4

Bij het barbecuen van kippenpoten worden deze soms helemaal zwart. Is deze zwarte poot nog steeds dezelfde stof of hebben we te maken met een blijvende verandering, dus een chemische reactie?

### IN DEZE PARAGRAAF LEER JE:

- wat een reactieschema is
- voorbeelden van reactieschema's

## Reacties van stoffen



FIG. 4.14 Ook roesten is een chemische reactie.

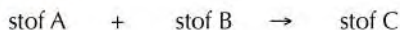
In de cunucu liggen soms autowrakken. Deze auto's zijn totaal verroest. Wat is er gebeurd met de auto's?

### REACTIESCHEMA'S

In de vorige paragraaf hebben we gezien dat verbranden een chemische reactie is. Ook roesten is een chemische reactie. Bij een chemische reactie ontstaan altijd nieuwe stoffen. Deze nieuwe stoffen kun je herkennen aan nieuwe stoffeigenschappen. Je ziet bijvoorbeeld een andere kleur ontstaan. Je vindt het vast niet altijd even gemakkelijk om te begrijpen wat er gebeurt bij een chemische reactie. Nieuwe stoffen ontstaan en de stoffen waarmee je was begonnen, verdwijnen.



Om het ons wat makkelijker te maken, kunnen we gebruik maken van **reactieschema's**. Als twee stoffen samen een nieuwe stof vormen, kun je dit opschrijven als:



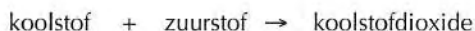
De beginstoffen waren stof A en stof B. Als de reactie is afgelopen, zijn deze verdwenen. Na de reactie is er een nieuwe stof ontstaan en dit is stof C. In een reactieschema staan alleen stoffen genoemd. De beginstoffen komen links van de pijl en de producten komen rechts van de pijl.

Voorbeelden van reactieschema's:

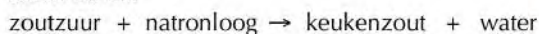
1. Als je koolstof (carbon) volledig verbrandt,

ontstaat koolstofdioxide. Zoals we in de vorige paragraaf hebben gezien, is er bij verbranding ook zuurstof nodig.

In een schema wordt dit:



2. Je kunt een verstopte gootsteen schoonmaken met Drano. In Drano zit natronloog. Als je het zoutzuur mengt met natronloog, krijg je keukenzoutoplossing. In een reactieschema ziet dat er zo uit:



Bij deze reactie komt warmte vrij.



FIG. 4.15 Planten maken glucose uit water, koolstofdioxidegas en licht.

3. In planten komen ook chemische reacties voor. Groene planten kunnen bijvoorbeeld uit koolstofdioxide en water, glucose en zuurstof maken. Hiervoor hebben de planten zonlicht nodig. Zonlicht is geen stof en komt daarom niet voor in het reactieschema:

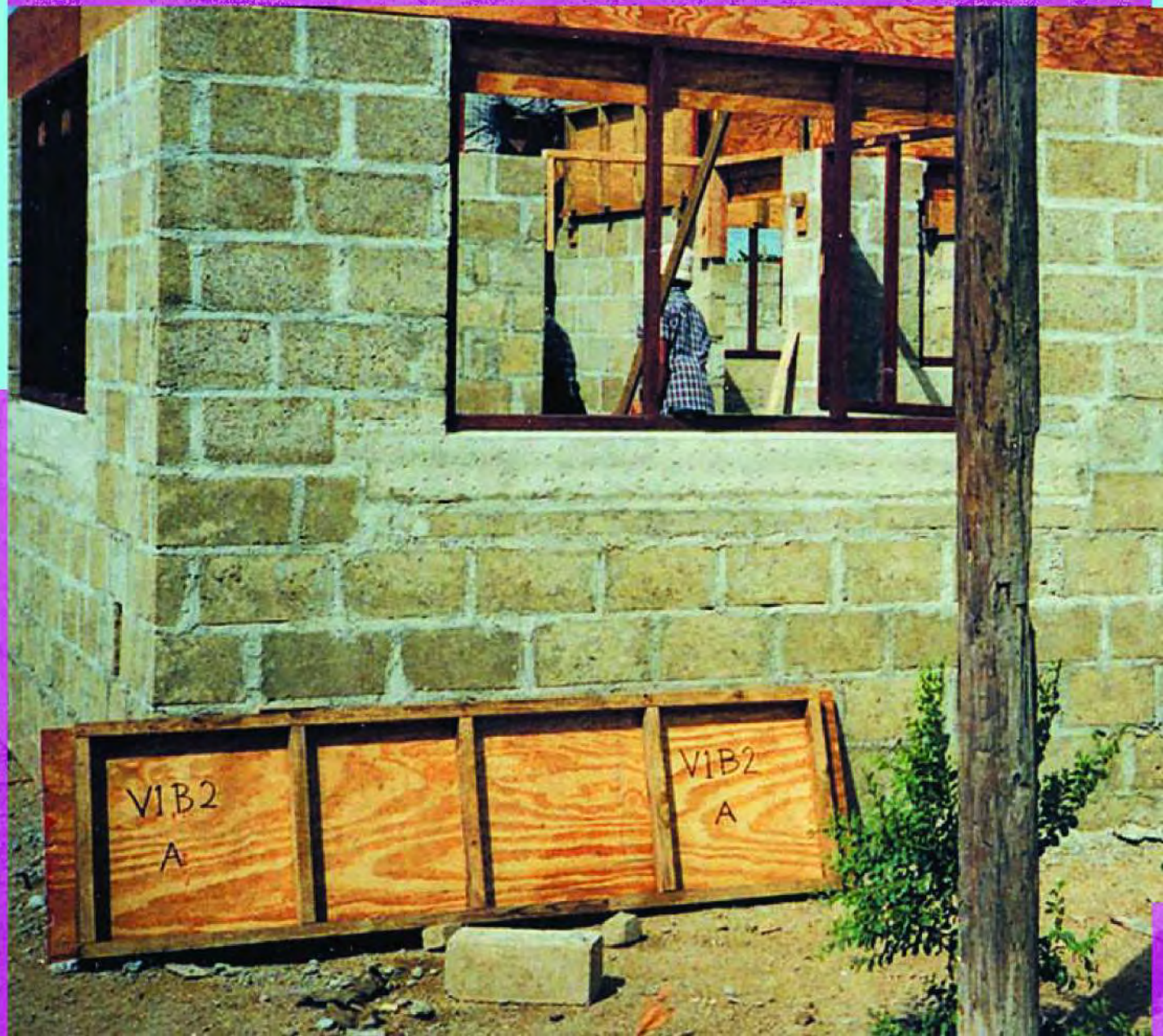
koolstofdioxide + water → glucose + zuurstof

Groene planten kunnen de vaste stof glucose alleen maken als er licht valt op de groene plant. De temperatuur mag niet te laag of te hoog zijn. Glucose is suiker.

Een plant is een **organisme**. Een organisme is een levend wezen zoals een plant of een dier. Een organisme kan organische stoffen produceren.



# HOOFDSTUK 5





# Bereiding van stoffen



## I N L E I D I N G

In het dagelijks leven gebruiken we veel artikelen. Dit varieert van papier, gereedschap, cd's en sieraden tot auto's en huizen. Om deze artikelen te maken zijn grondstoffen nodig. Voor een gouden ring heb je de grondstof goud nodig. Benzine wordt gemaakt van de grondstof aardolie. Voor een auto heb je veel verschillende grondstoffen nodig. Deze grondstoffen komen weer van bepaalde natuurproducten. In paragraaf 1.1 hebben we iets geleerd over stoffen die uit de natuur komen. Dit hoofdstuk gaat vooral over kunstmatige stoffen.

We gaan in deze les een paar grondstoffen bespreken: beton en papier. Per grondstof zullen we laten zien hoe je deze kunt maken uit natuurproducten. Dit proces noemen we bereiding. **Bereiding** betekent het produceren van stoffen uit hun natuurproducten. Bij het bereiden van sommige stoffen heb je alleen een scheidingsmethode nodig. Bij andere stoffen zijn chemische reacties nodig. De chemische reacties hebben we al besproken in hoofdstuk 4.



# 5.1

Mensen bouwen hutten en huizen als beschutting tegen zon en regen. Hutten en huizen kun je bouwen van takken en bladeren, van hout, van klei, van steen en van beton.

Tegenwoordig worden de huizen op Aruba voor het grootste deel van beton gemaakt. Ook bruggen en wegen worden van beton gemaakt.

## IN DEZE PARAGRAAF LEER JE:

- wat beton is en hoe het wordt gebruikt
- hoe beton wordt gemaakt

## Bereiding van beton



FIG. 5.1 Een stevig huis begint met een betonnen vloer.

### WAT IS BETON EN HOE WORDT HET GEBRUIKT?

Beton is eigenlijk een dikke pap van **cement**, zand en stenen. We noemen die pap **betonspecie**. Die specie kun je in allerlei vormen hard laten worden. Het blok waar je een huis mee bouwt, is gemaakt door betonspecie in een blokvorm te gieten. Met dezelfde specie kun je ook vloeren, pilaren en de ringbalk van een huis in de juiste vorm gieten. De betonnen pilaren en de ringbalk vormen het geraamte van een gebouw. Dit geraamte zorgt ervoor dat het gebouw stevig staat. De rest wordt dan opgevuld met stenen, ramen en deuren.





FIG. 5.2 Het geraamte van een huis zorgt ervoor dat het huis stevig staat.

Om betonnen pilaren en de ringbalk te kunnen maken, wordt eerst een houten **bekisting** gemaakt. De bekisting is een houten bak in de vorm van bijvoorbeeld een pilaar. Deze houten vorm houdt de vloeibare betonspecie op zijn plaats. Voordat de betonspecie erin wordt gestort, komt er ook nog een vlechtwerk van dik ijzerdraad in de bekisting. Als het beton hard is geworden, haalt men de bekisting weer weg. Het beton heeft nu de juiste vorm gekregen en het ijzerdraad zit in het betonblok gevlochten. Het ijzerdraad heet **bewapening**.

De bewapening dient om het beton sterker te maken. Zonder bewapening kan het beton makkelijk breken als er een kracht op komt.

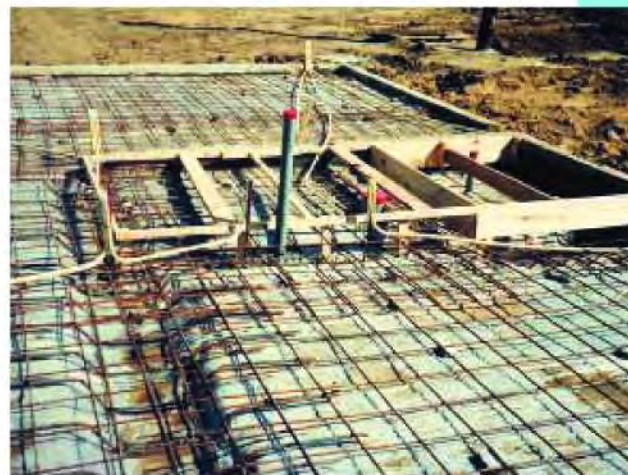


FIG. 5.3 Bewapening van beton.





FIG. 5.4 Het huis schiet al aardig op. Bovenin komt de ringbalk.

Het hard worden van beton lijkt op het opdrogen van klei, maar is toch iets heel anders. Het water droogt namelijk niet op, maar vormt een reactie met de andere bestanddelen van beton. Dit is dus een blijvende verandering. Je kunt beton niet weer zacht maken door er weer water bij te doen. Bij harde klei kan dit wel.

## HOE WORDT BETON GEMAAKT?

Voor het maken van beton heb je cement, zand, steentjes en water nodig. Cement houdt als een soort lijm het zand en de stenen bij elkaar. Deze stoffen komen van verschillende plaatsen:

- Cement is een mengsel van gebrande kalk en bepaalde soorten klei. Het wordt op Aruba gemaakt. Het wordt ook wel ingevoerd uit Venezuela of Colombia.
- Zand komt uit zandafgravingen op Aruba. Het komt ook uit de Bahama's. Zeezand is niet bruikbaar. Daar zit te veel zout in. Zout blijft water aantrekken zodat beton gaat brokkelen.
- Steentjes vinden we hier op Aruba.

Het cement, het zand en de stenen worden met elkaar vermengd. Om goed beton te maken, moeten deze grondstoffen de juiste verhouding hebben. Meestal neem je 1 deel cement, 2 delen zand en 3 delen stenen en meng je dit met water. Als je dit goed hebt geroerd, is het beton klaar om gestort te worden. Na een dag is het hard genoeg om er op te lopen. Na 28 dagen is het beton pas

echt helemaal hard. We zeggen dan dat het beton is uitgehard.

Om beton te maken heb je dus cement, zand en stenen nodig. Als je de stenen weglaat, heb je metselspecie. Dat wordt gebruikt om stenen te metselen en voor pleisterwerk. Voor pleisterwerk wordt speciaal fijn zand gebruikt.

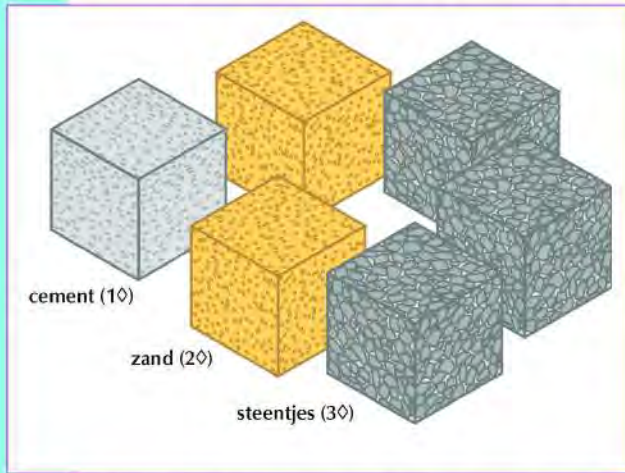


FIG. 5.5 Het recept voor beton: er moet alleen nog wat water bij.



## 5.2

Papier is weer een heel ander soort grondstof dan goud. Het is in ieder geval een stuk goedkoper! Gelukkig maar, want papier gebruik je waarschijnlijk heel vaak. De krant is van papier gemaakt en een vakantiekaartje van je oma ook. De boeken op school zijn van papier en zelfs op het toilet vind je papier. We gooien dagelijks ook heel veel papier weg. Al heel lang wordt alles wat we weten of willen onthouden op papier gezet. Kijk maar eens naar al die rijen boeken in de bibliotheek. Misschien hebben jullie thuis ook wel planken vol boeken. Nu hebben we computers. Zouden we over 50 jaar kunnen leven zonder papier?

60

### IN DEZE PARAGRAAF LEER JE:

- over de geschiedenis van papier
- hoe je papier bereidt
- de gevolgen van papierbereiding voor het milieu en voor de toekomst

## Bereiding van papier



FIG. 5.6 De verspreiding van papier vanuit China naar de rest van de wereld.

### GESCHIEDENIS VAN HET PAPIER

Papier bestaat al heel lang. In 3500 voor Christus werd in China al papier gebruikt. Men neemt aan dat papier in China is uitgevonden. Vanuit China en India is het papier via de Arabische wereld naar Europa gekomen. Van daaruit is papier verspreid naar de rest van de wereld.

In de tijd van de Egyptische farao's werd uit de papyrusplant een soort papier gemaakt. Daar komt de naam papier vandaan.



FIG. 5.7 Een oude papyrusafbeelding uit Egypte.



FIG. 5.8 Toeristen kopen nu nog afbeeldingen op papyrus.

## BEREIDING VAN PAPIER

Papier is een dun materiaal en het bestaat voor het grootste deel uit plantaardige **vezels**. In papier zit ook nog vulstof, harslijm en kleurstoffen. Plantaardige vezels kunnen van verschillende delen van planten of bomen komen. In China werd papier bijvoorbeeld gemaakt uit de bast van de moerbeiboom.

Tegenwoordig gebruiken wij houtvezels om papier voor kranten van te maken. Voor een goede kwaliteit papier, zoals het papier van dit boek, gebruiken we **cellulose**. Cellulose is een stof die uit planten wordt gemaakt. Dit gaan we nog leren in hoofdstuk 9, over planten.

## PAPIER MAKEN UIT HOUT

Het hout wordt fijngemaakt en gemengd met water. Dit mengsel wordt een brei, die we **pulp** noemen. Aan deze pulp worden vulstoffen, zoals gips, toegevoegd. Die maken het papier glad. Om het papier wit te maken wordt er nog een bleekmiddel bijgedaan. De pulp wordt op een zeef met fijne gaatjes geschept. Het water in de pulp loopt dan weg door de zeef. Een laag vezels blijft op de zeef achter. Hierna wordt deze laag gedroogd en geperst.

## PAPIER MAKEN UIT CELLULOSE

Als papier een betere kwaliteit moet hebben, wordt het gemaakt van **lompen** in plaats van houtvezels. Lompen bestaan uit oude kleding of ander oud textiel. In lompen zitten veel cellulosevezels. Hier wordt ook weer pulp van gemaakt.





FIG. 5.9 Voor het maken van papier maak je gebruik van een papierzeef.



FIG. 5.10 Al de bomen van dit productiebos zijn geplant om in de toekomst papier van te maken.

## DE GEVOLGEN VAN PAPIERBEREIDING

Voor het dagelijks drukken van miljoenen kranten voor zes miljard mensen zijn veel bomen nodig. Veel bedrijven planten nieuwe bomen om in de toekomst voldoende papier te kunnen maken.

Mensen maken steeds weer nieuwe kranten, mooiere tijdschriften en betere boeken. Het aantal bomen wordt steeds kleiner. We kunnen dus niet eindeloos doorgaan met nog meer papier te

maken. Gelukkig kunnen we veel informatie via de computer aan elkaar doorsturen door bijvoorbeeld e-mails te sturen. Je kunt ook de krant of een tijdschrift op het internet lezen. Toch zal de behoefte aan papier blijven bestaan.

Zelf kun je meehelpen aan de oplossing van dit probleem door zuinig met papier om te gaan en door oud papier te bewaren en in te leveren voor recycling. Van oud papier kan karton gemaakt worden.



# HOOFDSTUK 6



# Licht



## INLEIDING

Wat zou er gebeuren als iemand de zon zou uitschakelen? Kun je zonder licht leven? En kunnen planten zonder licht leven? Wij kunnen zelf licht maken en daarmee vanalles doen. Niet alleen een lokaal verlichten, maar je gebruikt licht ook als je een foto maakt, een plaatje scant met een scanner of je rekenmachine gebruikt die op zonnecellen werkt. Steeds meer dingen doen we met lichtsignalen. Met een laserstraal kunnen we bijvoorbeeld operaties uitvoeren. Maar ondanks deze technische prestaties mogen we blij zijn dat de zon nog heel wat jaartjes zal schijnen!





# 6.1

In de vorige hoofdstukken hebben we gepraat over stoffen. Maar licht is geen stof. Je kunt licht bijvoorbeeld niet pakken en wegen. Toch kunnen we heel wat te weten komen over licht. In deze eerste paragraaf maak je kennis met de basiseigenschappen van licht.

## IN DEZE PARAGRAAF LEER JE:

- wat een lichtbron is
- dat licht langs rechte lijnen beweegt
- dat er drie soorten lichtbundels zijn
- dat wit licht uit kleuren bestaat
- wat de snelheid van licht is

66

## Eigenschappen van licht

### LICHTBRONNEN

Een lamp is een **lichtbron**. Andere lichtbronnen zijn bijvoorbeeld de zon, een kaarsvlam, een tv-scherm. *Alles wat licht geeft is een lichtbron*. De zon is een natuurlijke lichtbron. Gloeilampen en tl-buizen zijn kunstmatige lichtbronnen: ze worden door mensen gemaakt.



FIG. 6.1 Zonnestralen door de bomen.



FIG. 6.2 Zonnestralen door de wolken.

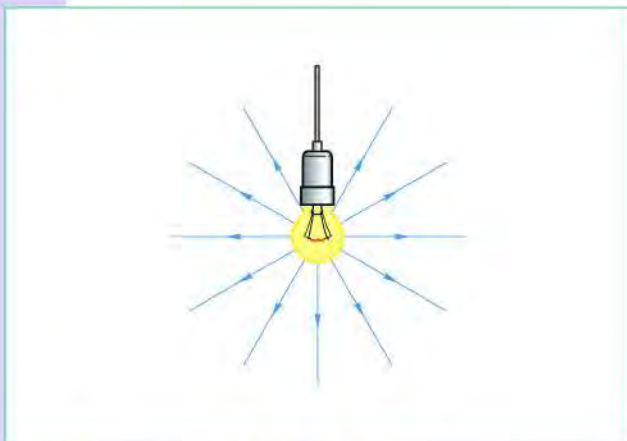


FIG. 6.3 Lichtstralen gaan alle kanten op.

## RECHTE LICHTSTRALEN

Soms zie je zonnestralen door de wolken of door de bomen schijnen. Het valt op dat die stralen recht zijn en naar alle kanten gaan.

Het licht dat uit een gloeilamp komt, beweegt ook alle kanten op. Dat kun je aangeven door de **lichtstralen** te tekenen zoals in figuur 6.3.

Die lichtstralen teken je recht, want licht beweegt langs rechte lijnen. We spreken af dat we lichtstralen altijd met een liniaal of geo tekenen en dat we er pijltjes in tekenen.

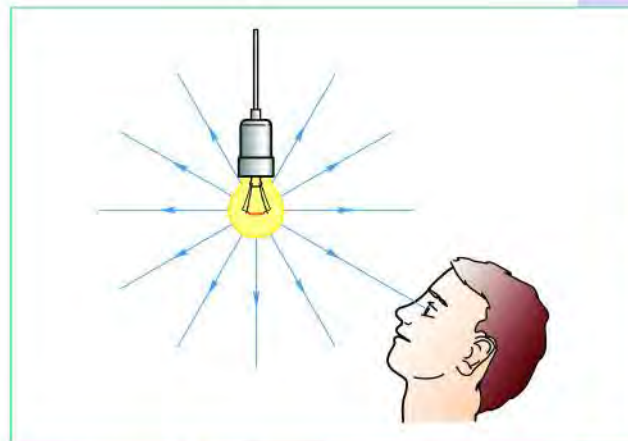


FIG. 6.4 Licht van de lamp komt in je ogen.

Bij een laserpen kun je de rechte lichtstraal in het donker duidelijk zien, als er stof of rook in de kamer is. (Het gebruik van laserpennen is wel verboden!)

Als een deel van dit licht in je ogen komt, zie je de lamp. (zie figuur 6.4)



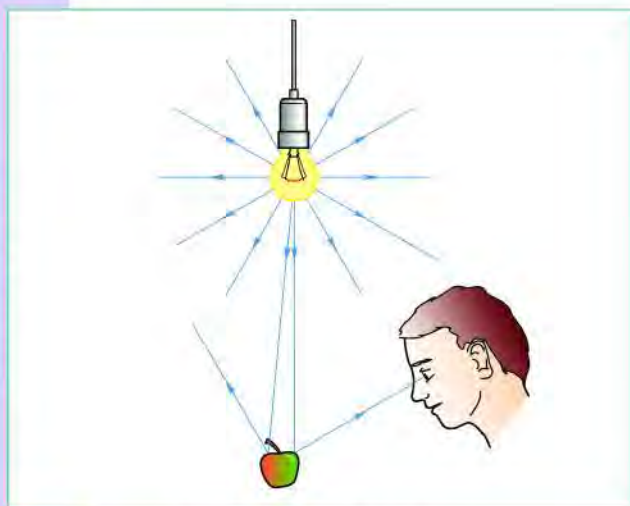


FIG. 6.5 Ook de appel weerkaatst licht.


 een lichtstraal

FIG. 6.6 Een lichtstraal.


 divergent


 evenwijdig


 convergent

FIG. 6.7 Typen lichtbundels.

De meeste voorwerpen in je omgeving zijn *geen* lichtbronnen. Je kunt ze zien wanneer er licht op valt. Ze weerkaatsen dan het licht in alle richtingen. Zo weerkaatst de appel in figuur 6.5

het licht voor een deel naar je oog en zo kun je de appel *zien*.

## LICHTBUNDELS

Als je met een zaklamp (flashlight) op een muur schijnt, zie je een lichtvlek op de muur. De bundel zelf zie je niet. Die kun je zichtbaar maken als je er krijtstof in laat dwarrelen. Daardoor kaatst licht van de bundel in alle richtingen. Een deel van dit teruggekaatste licht komt dan in je ogen en dan zie je de bundel. Zo kun je de "zonnestrallen" van figuur 6.1 en 6.2 zien. De lucht is vochtig en de kleine druppeltjes weerkaatsen het licht in alle richtingen.

Een bundel bestaat uit ontelbaar veel lichtstralen. Lichtbundels kunnen verschillende vormen hebben. In figuur 6.7 zie je hoe deze vormen van elkaar verschillen.

De lichtbundel uit een zaklamp is meestal **divergent**: de bundel wordt steeds breder.

De smalle lichtbundel uit een laserpen is bijna helemaal **evenwijdig**.

Ook is het mogelijk dat de bundel steeds smaller wordt.

Zo 'n bundel is **convergent**.

Als je een lichtbundel tekent, geef je alleen de *randstralen* met pijltjes aan.

## DE KLEUREN VAN WIT LICHT

Wit licht is niet zo wit als het lijkt. Als de zon op een regenbui schijnt, dan zie je soms een regenboog. Het witte licht van de zon valt dan uiteen in een heleboel kleuren, die vloeiend in elkaar overgaan. Als je die kleuren uitsmeert, krijg je een *kleurenband* of **spectrum** zoals die onderin figuur 6.8 is te zien. De belangrijkste kleuren zijn rood, oranje, geel, groen, blauw en violet.



FIG. 6.8 Een regenboog en zijn spectrum.

Het witte licht van de zon is dus een mengsel van de kleuren van het spectrum. Je kunt een spectrum ook zien als je een cd in het licht houdt. En als je de tuin sproeit in de vroege ochtend of de late namiddag (met de zon achter je) kun je de kleuren van het spectrum zien in de "regenboog" die je dan zelf maakt. Het witte licht valt dan uiteen in de kleuren van het spectrum.

Omgekeerd kun je ook wit licht maken uit een aantal **basiskleuren**. Dit gebeurt bijvoorbeeld op het scherm van een tv of monitor. Kijk maar eens van heel dichtbij (met een vergrootglas) naar het scherm, dan zie je allemaal kleine vlekjes. Die heten **pixels**. Hiernaast in figuur 6.9 zijn pixels afgebeeld. Hierin zie je dat elke pixel uit de drie basiskleuren rood, groen en blauw bestaat. Als elke kleur van een pixel evenveel oplicht, zie je op een afstand weer wit. Door de basiskleuren te mengen ontstaan alle mogelijke kleuren.

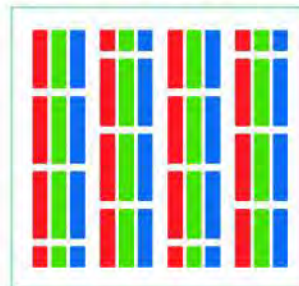


FIG. 6.9 Pixels van een tv-scherm.

## LICHTSNELHEID

Als je de lamp in je kamer aandoet, is je kamer direct licht. Het lijkt dus alsof licht geen tijd nodig heeft om naar je oog te gaan. Dat is niet zo: het zonlicht bijvoorbeeld heeft iets meer dan 8 minuten nodig om de aarde te bereiken.

De snelheid van het licht is 300.000 km/s. Elke seconde legt het licht dus een afstand van 300.000 kilometer af. (Bijna acht keer de aarde rond in één seconde!) Als het meer dan 8 *minuten* duurt voordat het zonlicht de aarde bereikt, moet de afstand van de zon tot de aarde wel erg groot zijn.

Stel dat iemand de zon zou kunnen uitschakelen, dan zouden wij dat pas na ruim 8 minuten merken! Andere sterren staan veel verder weg. De eerste ster die je tegenkomt voorbij de zon heet Alfa Centauri. Het licht is 4,2 jaar onderweg om ons te bereiken. Probeer maar eens uit te rekenen hoeveel kilometer die afstand is! De afstand die het licht in een jaar aflegt, noemen we een lichtjaar. Andere sterren staan duizenden of zelfs miljoenen lichtjaren van ons vandaan. We kunnen van deze sterren dus niet weten hoe ze **nu** zijn. We weten niet eens of ze nog wel bestaan! Sterrenkunde is een moeilijk, maar ook interessant vak. Sterrenkundigen kunnen heel goed informatie halen uit het licht en andere straling die sterren uitzenden. Ze gebruiken steeds meer moderne apparatuur om deze straling waar te nemen. Denk maar aan de satellieten die het heelal in gestuurd worden.



## 6.2

Als je een aquarium bij een hoek bekijkt, kun je een vis soms twee keer zien. Hoe kan dat? Misschien is het je wel eens opgevallen: als een rode auto onder het gele licht van een straatlantaarn staat, lijkt hij wel zwart. Weet je hoe dat komt?

### IN DEZE PARAGRAAF LEER JE:

- wat er met licht kan gebeuren als het op een voorwerp valt
- hoe wij kleuren zien

## Licht valt op

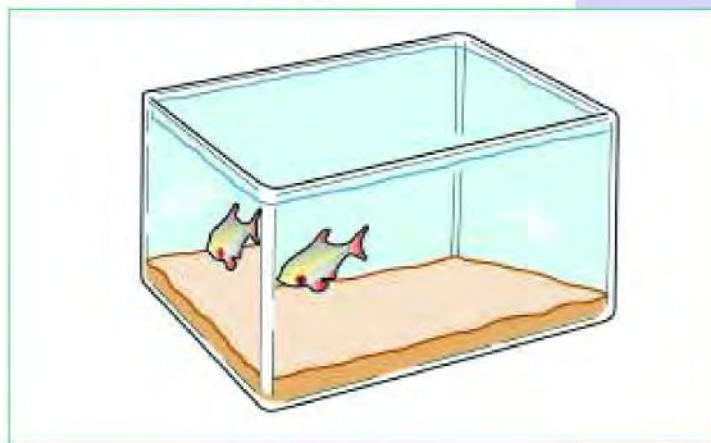


FIG. 6.10 Een of twee vissen in het aquarium?

### ALS LICHT OP EEN VOORWERP VALT

Als licht op een voorwerp valt, kunnen er verschillende dingen gebeuren. (1) Het voorwerp kaatst het licht terug, (2) het voorwerp **absorbeert** het licht of (3) het voorwerp laat het licht door.

#### 1 Terugkaatsing

De meeste voorwerpen om ons heen zoals muren, tafels, kleren en cd-spelers, kaatsen het licht in alle richtingen terug. We noemen dit **diffuse terugkaatsing**. In figuur 6.11 kun je zien hoe het licht (de dubbele lijn) op het oppervlak valt en terugkaatst in verschillende richtingen. Van dichtbij bekeken is het oppervlak van die voorwerpen ruw.

Omdat het licht in alle richtingen wordt teruggekaatst, valt een deel van de stralen in je oog. Daarom kunnen we de voorwerpen *zien*.

De maan kun je bijvoorbeeld zien omdat die een ruw oppervlak heeft en zo het licht van de zon terugkaatst in alle richtingen. Dus ook richting aarde en onze ogen. Zie figuur 6.12.

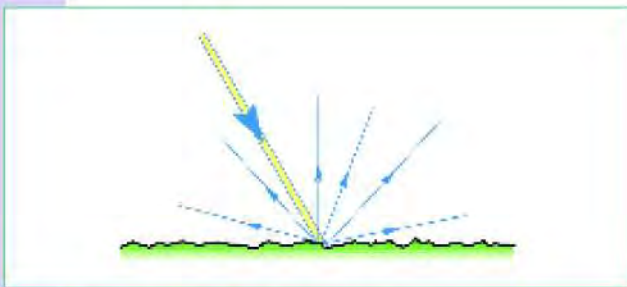


Fig. 6.11 Diffuse terugkaatsing.

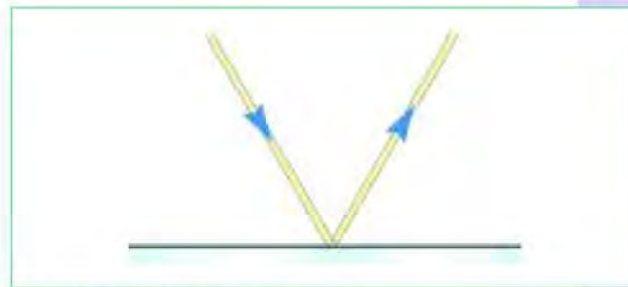


Fig. 6.13 Spiegelende terugkaatsing.



Fig. 6.12 De maan kaatst het licht terug in alle richtingen.

Spiegels zijn er voor gemaakt om licht in één richting terug te kaatsen. Een dun laagje metaal op de achterkant van glas zorgt ervoor dat 80% van het licht dat in de spiegel valt, terugkaatst. Niet alleen glas, maar ook metaal, stilstaand water, gepoetste schoenen, enzovoort kaatsen spiegelend terug. In figuur 6.13 kun je zien hoe het licht dat op zo'n oppervlak valt, in één richting, oftewel spiegelend, terugkaatst. Door deze spiegelende terugkaatsing zie je een berg soms twee keer zoals in figuur 6.14 en kun je jezelf in een spiegel zien. Daarover meer in paragraaf 6.3.



Fig. 6.14 Waterspiegel.

## 2 Absorptie

Niet al het licht dat op een voorwerp valt, wordt teruggekaatst.

Licht kan ook worden **geabsorbeerd** (opgenomen) door het voorwerp.

Als *al* het licht geabsorbeerd wordt, blijft er niets over om terug te kaatsen. Dan is het voorwerp zwart.

Zwart fluweel is een voorbeeld. Een ander voorbeeld





Fig. 6.15 Een blauw T-shirt kaatst alleen blauw licht terug.

is de pupil van je oog. Dat is het kleine zwarte rondje in je oog waar het licht binnenkomt. Dat licht *blijft* in je oog en daarom is de pupil zwart.

Als een voorwerp niet *al* het licht absorbeert, kaatst het een deel terug. Je ziet dan het voorwerp in een bepaalde kleur.

Planten absorberen ook licht en gebruiken dit licht om te kunnen leven en groeien. Dit hebben we al gezien in paragraaf 4.4. In hoofdstuk 9 gaan we hier verder op in.

## KLEUREN

Je weet dat wit licht uit verschillende kleuren bestaat. Wat gebeurt er nu als wit zonlicht op een



Fig. 6.16 Blauwe stof absorbeert alle kleuren, behalve blauw.

wit T-shirt valt? Een T-shirt is geen spiegel, dus het licht wordt diffuus teruggekaatst.

Alle kleuren waaruit dat witte licht bestaat, worden dan dus diffuus (in alle richtingen) teruggekaatst. Dat licht komt in je ogen en je ziet dat shirt dus *wit*. En als het zonlicht op een blauw T-shirt valt? Dan wordt alleen het blauwe licht teruggekaatst. Je ziet het immers blauw! Alle andere kleuren van het spectrum worden *dus* geabsorbeerd door het T-shirt! In figuur 6.15 kun je zien hoe het witte licht op de blauwe stof valt en dat alleen het blauwe licht in het oog komt.

De kleur van een voorwerp is dus niet alleen een eigenschap van het voorwerp, maar ook van het licht dat in je oog komt!

Wanneer er op hetzelfde blauwe T-shirt *geel* licht valt, dan wordt dat gele licht geabsorbeerd. Er kan dan helemaal geen licht worden teruggekaatst: het T-shirt is zwart!

## 3 Doorlaten

Een voorwerp kan licht absorberen of terugkaatsen. Maar er kan nog meer gebeuren wanneer licht op een voorwerp valt. Een voorwerp kan licht ook gewoon *doorlaten*. Dit gebeurt natuurlijk bij *doorzichtige* voorwerpen. Glas is doorzichtig, dus een glazen ruit zal het meeste licht doorlaten, maar kaatst ook licht terug en absorbeert ook een beetje. Bij dat doorlaten van licht gebeurt er toch nog iets.

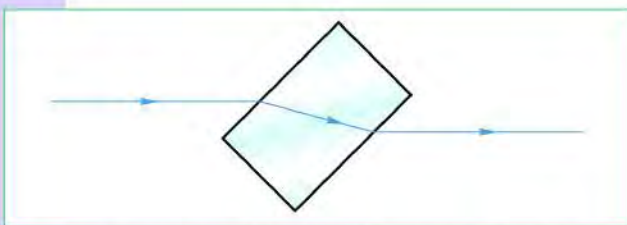


Fig. 6.17 De lichtstraal breekt twee keer als het door een rechthoek gaat.

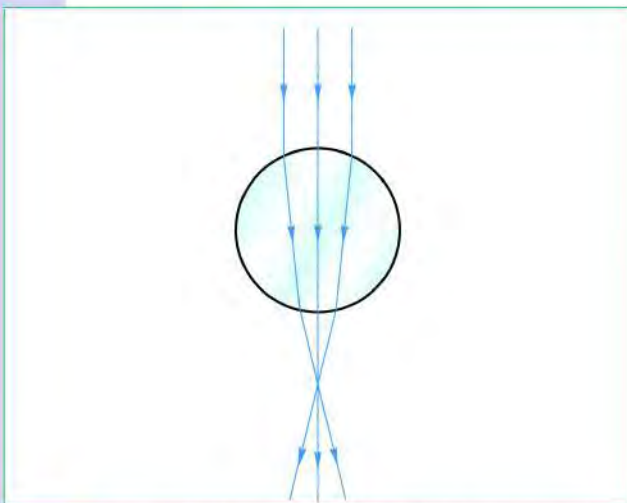


FIG. 6.18 Licht breekt twee keer als het door een cirkel gaat.

Als licht loodrecht op een doorzichtig voorwerp valt, gaat het gewoon rechtdoor. Als het licht er schuin op valt, verandert de *richting* van het licht. Dit noemen we **breking**.

In figuur 6.17 en 6.18 zie je twee voorbeelden van lichtstralen die gebroken worden bij een doorzichtig voorwerp.

Als je naar een vis onder water kijkt, lijkt het alsof hij op een andere plaats zit dan waar hij werkelijk is. Dat komt omdat de lichtstralen die uit het water naar je oog gaan, gebroken worden in een andere richting.

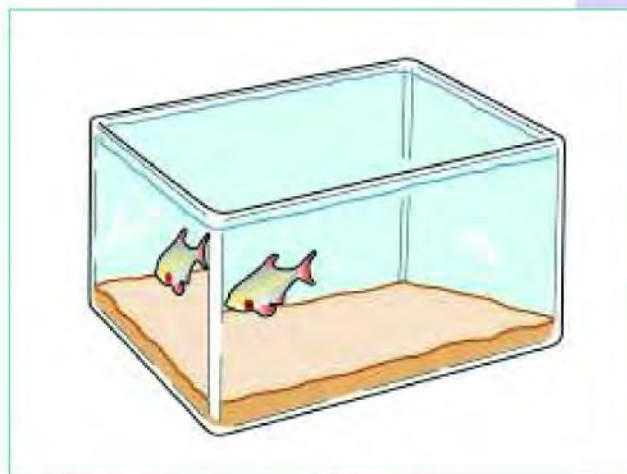


FIG. 6.19 Breking zorgt voor gezichtsbedrog.



FIG. 6.20 Een potlood knikt in water.

Als je door een glas met water kijkt kun je soms vreemde dingen zien. Kijk maar eens naar figuur 6.20. Een potlood in het glas lijkt gebroken.



En een pijl naar links op karton achter het glas, lijkt naar rechts te wijzen! Zie figuur 6.21. Je hebt daar al een proefje over gedaan. Hoe werkt dat ook alweer?

Kijk naar figuur 6.21 en vergelijk het met figuur 6.18. Je ziet hier het glas van boven en de lichtstralen van de pijl. De omkering van de pijl kun je op de volgende manier begrijpen. Volg de lichtstraal van de pijlpunt rechts: deze straal knikt twee keer naar links. Net zo knikt het licht van de linkerkant van de pijl naar rechts. Voorbij het snijpunt van de lichtstralen zijn links en rechts dus verwisseld: de pijl wijst de andere kant op.

De lens is voor ons de bekendste toepassing van breking. Daarover gaat paragraaf 6.4. Maar eerst gaan we in en naar spiegels kijken.



FIG. 6.21 Omkering door breking.

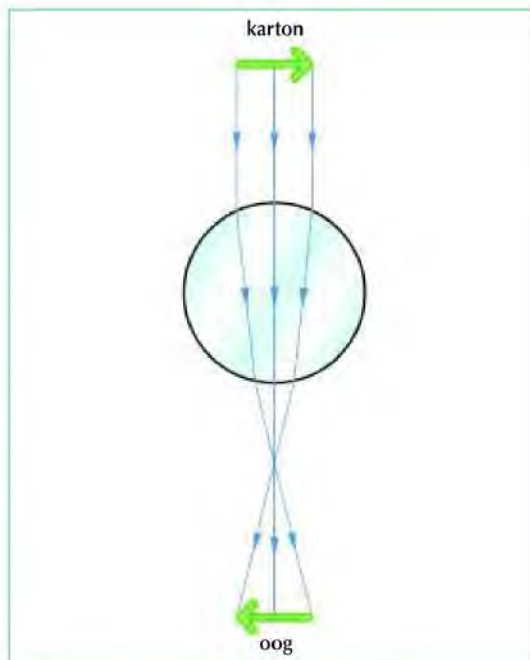


FIG. 6.22 Omkering van de pijl in het oog.

## 6.3

“Spiegeltje, spiegeltje aan de wand, wie is de mooiste van het land?” Kan een spiegel hier antwoord op geven? Heeft jouw spiegelbeeld precies dezelfde vorm als jijzelf? Of zijn er verschillen? Hoe ontstaat een spiegelbeeld eigenlijk?

### IN DEZE PARAGRAAF LEER JE:

- waar je een spiegel voor gebruikt
- hoe je een spiegelbeeld tekent
- hoe licht tegen een spiegel weerkaatst
- hoe een spiegelbeeld ontstaat

## Spiegelbeelden



FIG. 6.23 Spiegeltje, spiegeltje!!

### GEbruik VAN SPIEGELS

Je weet nog dat je een voorwerp kunt zien als er licht vanaf dat voorwerp in je oog komt. Maar je kunt je eigen gezicht niet zien. Dat lukt wel als je een spiegel gebruikt. Je ziet dan het **spiegelbeeld** van je gezicht.

Je gebruikt spiegels elke dag: om je op te maken of je haar te kammen. Mannen gebruiken een spiegel bij het scheren. Kledingzaken en kappers kunnen niet zonder spiegels. En in het verkeer zijn spiegels zelfs van levensbelang: automobilisten kunnen daarmee de auto's zien die achter of naast hen rijden.



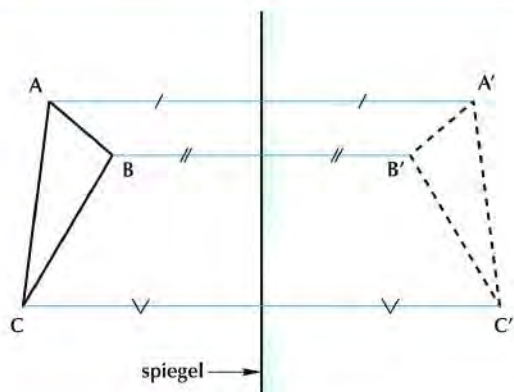


FIG. 6.24 Een spiegelbeeld

### EEN SPIEGELBEELD TEKENEN

Als je voor een gewone spiegel staat en je loopt een pas naar achteren, dan loopt je spiegelbeeld ook een pas van je vandaan. Daarom zeggen we dat het spiegelbeeld *achter* de spiegel zit. Kijk maar eens goed naar het meisje en haar spiegelbeeld in figuur 6.23. *De afstand van je spiegelbeeld tot de spiegel is even groot als de afstand van jou zelf tot de spiegel.* Dat maakt het gemakkelijk om het spiegelbeeld te tekenen.

Bekijk figuur 6.24.

Het spiegelbeeld van driehoek ABC is driehoek A'B'C'. De afstand van A tot de spiegel is even groot als de afstand van A' tot de spiegel. Dat geven we aan door een klein streepje. Zo kun je ook de spiegelbeelden van de punten B en C tekenen. Je gebruikt hierbij je geodriehoek. Daarna verbind je de punten A', B' en C' met elkaar door *stippellijnen*. Stippellijnen geven aan dat het spiegelbeeld niet "echt" is. Het spiegelbeeld is maar schijn. Het lijkt alsof het achter de spiegel zit, maar achter de spiegel zit niets. Met een duur woord: het spiegelbeeld is **virtueel**.

invallende  
lichtstraal

teruggekaatste  
lichtstraal

spiegel

FIG. 6.25 Symmetrische terugkaatsing van licht

### HOE LICHT TEGEN EEN SPIEGEL KAATST

Lichtstralen worden door een spiegel **symmetrisch** teruggekaatst. De hoek tussen de invallende lichtstraal en de spiegel is even groot als de hoek tussen de teruggekaatste lichtstraal en de spiegel. In figuur 6.25 kun je zien dat beide hoeken even groot zijn.

Door de hoek tussen de invallende straal en de spiegel te meten met een roos of geodriehoek, kun je de teruggekaatste straal tekenen.

Je moet dan wel een hoek kunnen meten!

### HOE EEN SPIEGELBEELD ONTSTAAT

Als je via een spiegel naar een lamp kijkt, lijkt het alsof de lichtstralen vanaf dat spiegelbeeld naar je oog gaan. Kijk maar eens naar de lijnen in figuur 6.26a.

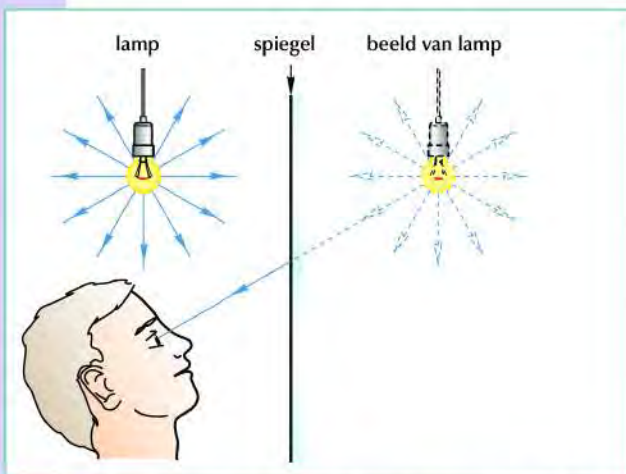


FIG. 6.26a Lichtstraal vanaf het spiegelbeeld naar je oog.

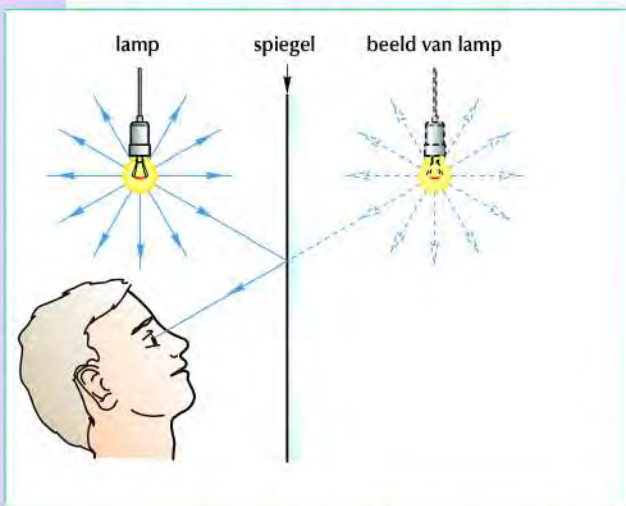


FIG. 6.26b Lichtstraal vanaf de lamp via de spiegel naar je oog.

In werkelijkheid komen de lichtstralen uit de lamp zelf en kaatsen via de spiegel in de richting van je oog.

In figuur 6.26b is een lichtstraal getekend die vanaf de lamp via de spiegel in je oog komt.

Je ziet dat de invallende en de teruggekaatste lichtstraal symmetrisch zijn, dus gelijke hoeken met de spiegel hebben.

Een biljartbal kaatst ook symmetrisch terug.

Als je de witte bal via een spiegel recht op de rode bal mikt, zal hij die raken. Ook hier kun je goed zien dat het spiegelbeeld van de rode bal even ver achter de spiegel zit als de echte rode bal ervoor.

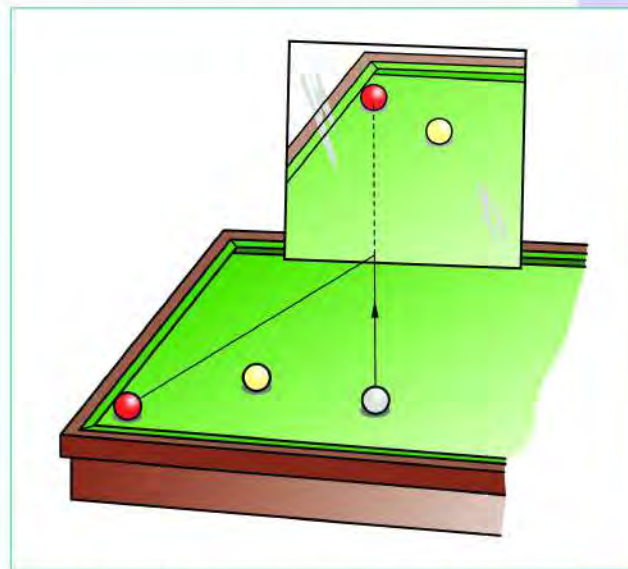


FIG. 6.27 Spiegelbiljarten: met een spiegel gaat het een stuk gemakkelijker!



## 6.4

Vaak kijken we niet naar een voorwerp zelf, maar naar een afbeelding van een voorwerp. Bijvoorbeeld als je foto's van een feestje bekijkt, of in de klas de projectie van een overheadsheet ziet.

Als je een foto maakt, komt er een *beeld* op het filmrolletje. Als een overheadprojector iets op een muur of scherm projecteert, zie je het *beeld* van een transparante sheet op het scherm. Als je ergens naar kijkt ontstaat er een *beeld* in je ogen. Hoe ontstaan die lichtbeelden? Om dat te begrijpen moet je weten wat een lens doet. Want in een camera zit een lens, in de overheadprojector zit een lens en in je oog zit ook een lens.

### IN DEZE PARAGRAAF LEER JE:

- hoe een gaatjescamera een beeld maakt
- hoe een lens werkt
- hoe je een beeld scherper maakt
- hoe het beeld verwerkt wordt

## Beelden met lenzen

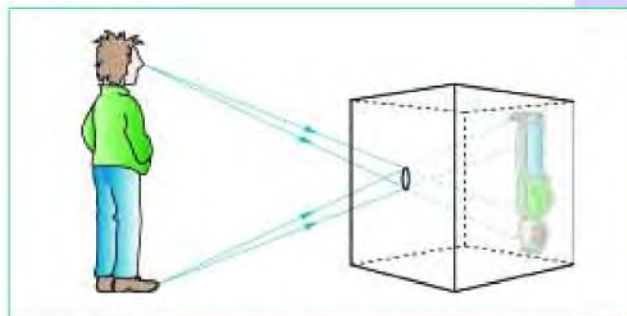


FIG. 6.28 Door lichtvlekjes op het scherm krijg je een wazig beeld.

### GAATJESCAMERA

Stel dat er *geen* lens in de camera zit. Kun je dan nog foto's maken?

Van een doos kun je zelf een eenvoudige camera maken zonder lens. De achterkant is van overtrekpapier. Dit is het scherm. (Bij een echte camera zit daar de film en bij een digitale camera zit daar de CCD laag.) Als je de camera naar buiten richt en op het scherm kijkt, zie je een wazige afbeelding, die op z'n kop staat.

In de figuur hierboven zie je Janchie voor een gaatjescamera staan. Het licht dat vanaf Janchie's neus door de opening gaat, komt aan de *onderkant* van het scherm terecht.

Net zo komt het licht vanaf de voet aan de *bovenkant* van het scherm terecht.

Het beeld op het scherm staat dus *ondersteboven*. (ook links en rechts zijn bij het beeld verwisseld!)

Wat ook opvalt is dat er lichtvlekjes op het scherm ontstaan. Het *hele* beeld bestaat uit lichtvlekjes. Daardoor is het beeld wazig.

Als je het gaatje kleiner maakt, worden de vlekjes op het scherm natuurlijk ook kleiner. Het beeld wordt minder wazig, ofwel: scherper. Maar als je het gaatje kleiner maakt, komt er ook minder licht in de camera. Het beeld wordt dus donkerder. Een opening die je groter of kleiner kunt maken heet een **diafragma**. Ook in een echte fotocamera zit een diafragma. Met deze opening kun je zorgen dat er meer of minder licht op de film valt.

## DE LENS

Je kunt het beeld van de camera ook verbeteren door een lens in de opening te zetten. Je krijgt dan een scherp beeld dat ook mooi helder is. Hieronder zie je hoe zo'n lens een beeld maakt. Vanuit elk punt van het voorwerp komt een divergente bundel op de lens. In het voorbeeld hieronder staat de lichtbundel die van Janchie's neus komt.

Er is één *maar* bij: de film moet precies op de plaats staan waar de lichtstralen bij elkaar komen. Op die manier wordt elk punt van het voorwerp ook weer als punt (dus scherp) afgebeeld.

Er zijn ook lenzen die het licht niet convergent, maar divergent maken. Dit zijn **holle lenzen**. Hiernaast zie je hoe een evenwijdige bundel in zo'n lens komt. In camera's en andere apparaten zitten geen holle lenzen, maar in brillen wel.

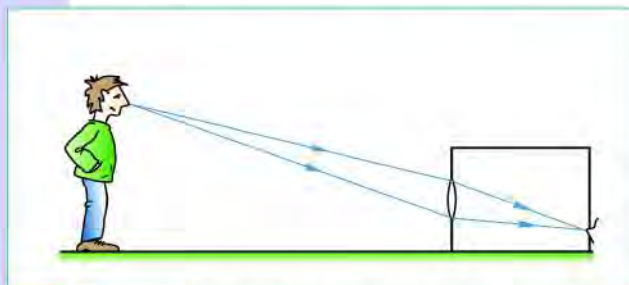


FIG. 6.29 Een bolle lens maakt van Janchie's neus een scherpe afbeelding.

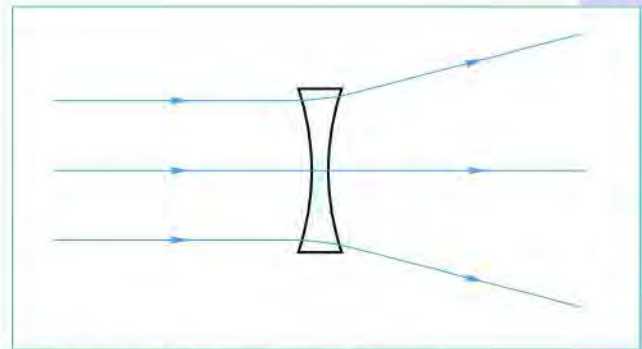


FIG. 6.30 Een holle lens maakt stralen divergent.

## EEN BEELD SCHERPER MAKEN

Als Janchie dichterbij de camera loopt, wordt het beeld weer onscherp. Om het beeld opnieuw scherp te krijgen, moet je de afstand van het scherm tot de lens *groter* maken.

De afstand van het voorwerp tot de lens heet **voorwerpsafstand**. De afstand van de lens tot het beeld op het scherm heet **beeldafstand**. In fig. 6.31 zie je dat duidelijker.

Vanuit een lichtpunt (bijvoorbeeld Janchie's neus) gaan lichtstralen naar de lens. Die brengt de lichtstralen bij elkaar in één punt: het beeldpunt van Janchie's neus. De lichtstralen die door de rand van de lens gaan, krijgen een knik met een bepaalde hoek.

Als het lichtpunt dichterbij de lens staat, lopen de lichtstralen verder uit elkaar (de bundel is meer divergent). De lichtstralen die door de rand van de lens gaan maken weer dezelfde hoek als eerst. Hun snijpunt ligt dus verder weg dan eerst: de beeldafstand is groter. Hoe dichterbij een voorwerp bij de lens staat, hoe groter de beeldafstand wordt. Je kunt ook zeggen: hoe kleiner de voorwerpsafstand, des te groter de beeldafstand.



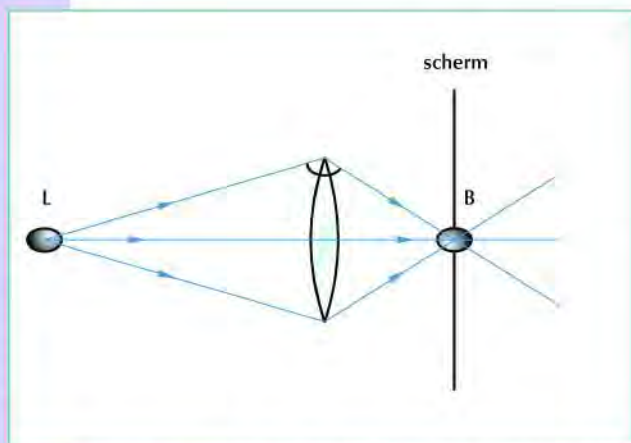


FIG. 6.31 Hoe dicht(er) Janchie's neus bij de lens komt, des te verder de afbeelding van Janchie's neus van de lens gaat.

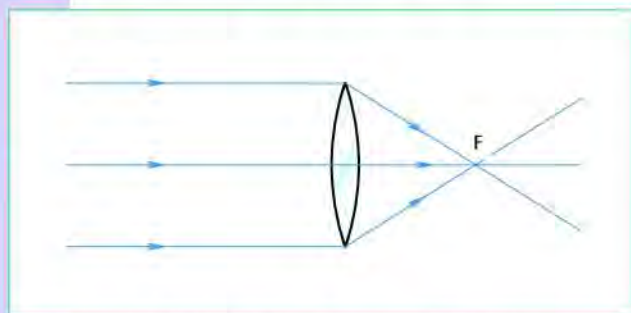
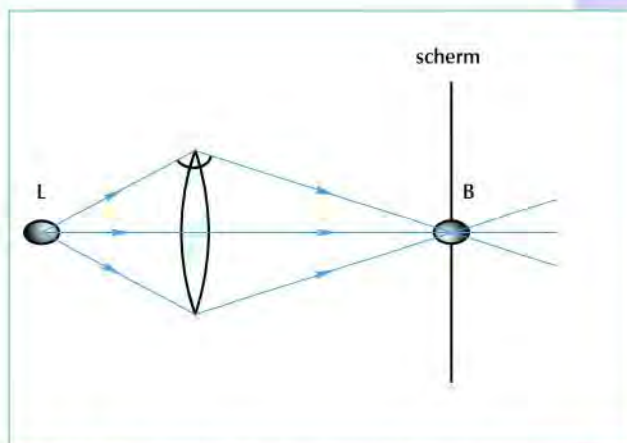


FIG. 6.32 Een lens brengt evenwijdige lichtstralen samen in het brandpunt.

Het omgekeerde is ook waar. Hoe groter de afstand van het voorwerp tot de lens, des te kleiner de beeldafstand. Als het voorwerp "oneindig" ver weg staat, is de bundel die bij de lens komt evenwijdig geworden. Denk bijvoorbeeld aan de zon (afstand: 150 miljoen kilometer!). De lichtstralen van de zon worden dan geconcentreerd in een punt waar de temperatuur erg hoog wordt. Dat punt heet: **brandpunt**. (in het Engels: **focus**). We geven dat punt aan met de letter  $F$ , zoals in figuur 6.32. Een andere naam voor lens in het Nederlands is "brandglas".

Het is niet moeilijk om met een lens een stukje papier of een schoenveter in brand te steken!

Als je een foto gaat maken, moet je zorgen dat het beeld scherp is. De afstand van de lens tot het beeld kun je soms zelf instellen, maar vaak gaat dat automatisch. We noemen dat een **autofocus** systeem (to focus = scherpstellen, auto = zelf).

Ook bij een overheadprojector moet de docent scherpstellen. Dat doet hij door de lens omhoog of omlaag te draaien.

## VERWERKING VAN HET BEELD

Als je een foto maakt met een gewone camera, wordt er een film belicht. Op deze manier wordt er al honderd jaar gefotografeerd. Die film breng je bij de fotoshop en je krijgt er foto's voor terug. De film bestaat uit miljoenen kleine korreltjes die gevoelig zijn voor licht. Tegenwoordig gebruiken steeds meer mensen de digitale camera. Maar de kwaliteit van de gewone foto is eigenlijk nog steeds beter dan de foto van de digitale camera.

In een digitale camera zitten lichtgevoelige cellen. Elke cel geeft een seintje en produceert een pixel. Hoe meer pixels er zijn, hoe meer details je kunt zien op een beeld.

Het voordeel van lichtgevoelige cellen is dat je het beeld direct op een computer kan zetten of via e-mail kan versturen. Met een gewone film kan dat niet. Daardoor wordt de digitale camera steeds populairder.



FIG. 6.33 Met een gewoon rolletje maak je nog steeds de beste foto's!

Goede digitale camera's maken gebruik van de zogenaamde CCD technologie. Die werd eerst gebruikt in de ruimtevaart. De beelden die satellieten naar de aarde seinen worden niet eerst bij een fotograaf gebracht!

Een goedkopere technologie heet CMOS.

De kwaliteit van het beeld is iets minder.

Links in figuur 6.34 zie je een beeldje dat bestaat uit  $32 \times 32$  pixels, dus 1024 pixels. Als je het beeld 5 keer vergroot kun je de afzonderlijke pixels duidelijk zien.



32 x 32 pixels op 500%

FIG. 6.34 Een beeld dat uit  $32 \times 32$  pixels is opgebouwd.

Bij zo'n beeld zie je weinig details.

Dure camera's maken beelden die opgebouwd zijn uit wel 5 megapixels. "Mega" betekent miljoen.

In de achterwand van zo'n camera zitten dus 5 miljoen lichtgevoelige cellen!

Maar in ons oog zitten er nog meer: 120 miljoen!

Praktische tip: als je een digitale camera wilt kopen of met je verjaardag wilt krijgen, hoef je echt niet de duurste te hebben. Als je vooral "foto's" gaat maken die je op je computer bekijkt of via e-mail verstuurt is 1 megapixel meer dan genoeg. Het scherm van een computer heeft "maar"  $640 \times 480 = 307200$  pixels, dus ongeveer 0,3 megapixels.



## 6.5

Je buurman heeft zijn ogen laten “laseren”  
 Hoe werkt dat? Met een nachtkijker kun je in  
 het donker mensen “zien”. Hoe kan dat?  
 Met “blacklight” lijken de streepjes op je  
 gym schoenen wel zelf licht te geven.  
 Wat is hier aan de hand?  
 Sommige soorten straling kun je zien, zoals  
 van een lamp, maar ook van een laser. Er  
 bestaat ook straling die je niet kunt zien. Je  
 hebt vast wel gehoord van ultraviolette straling  
 (UV) en infrarode straling (IR).

### IN DEZE PARAGRAAF LEER JE:

eigenschappen en toepassingen van:

- laserlicht
- ultraviolette straling
- infrarode straling

## Licht en verder

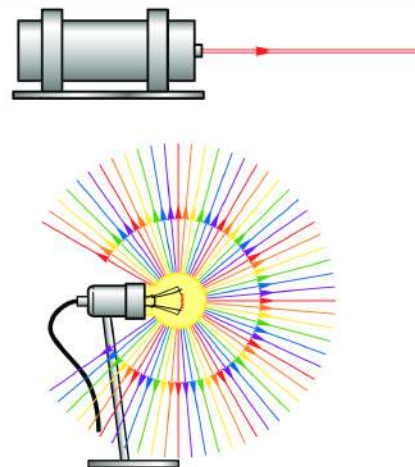


FIG. 6.35 Laserstralen hebben dezelfde kleur en blijven bij elkaar.

### LASERLICHT

Een laser is een krachtige lichtbron. Een laser maakt een smalle en zeer krachtige bundel. Een bijzondere eigenschap van laserlicht is dat elke lichtstraal in de lichtbundel precies dezelfde kleur heeft. In zonlicht of licht uit een gloeilamp zitten juist allerlei kleuren licht. Denk nog maar eens aan paragraaf 6.1. Gele straatverlichting heeft ook één kleur, maar bij een laser blijft de bundel over een grote afstand heel smal. Zie figuur 6.35.

De laser wordt steeds meer toegepast. We noemen een paar voorbeelden.

- In een “pointer” zit bijvoorbeeld een kleine laser. Deze wordt gebruikt om iets aan te wijzen op een scherm. Het kleine rode vlekje dat de laser maakt



FIG. 6.36 Operatie aan het oog met laser.

op het scherm is altijd duidelijk te zien, zelfs bij daglicht. In het groot worden pointers gebruikt in lichtshows. Maar ook om met een pistool nauwkeurig op een doel te richten is een laser een “verbetering”.

- In de bouw (constructie) worden horizontale lijntjes gespannen om bijvoorbeeld een muur waterpas te metselen. Tegenwoordig worden hiervoor ook laserbundels gebruikt. Een waterpas met ingebouwde laser maakt het een stuk eenvoudiger om een muur helemaal recht neer te zetten.
- De politie gebruikt laserguns om de snelheid van auto's te controleren. De manier waarop de bundel terugkaatst zegt iets over de snelheid van de auto. Zo gaat snelheidscontrole een stuk gemakkelijker, nauwkeuriger en vlugger dan vroeger.
- Artsen gebruiken lasers om operaties te doen. Operaties aan de huid en aan het oog zoals in figuur 6.36 en 6.37, komen steeds meer voor.



FIG. 6.37 Tatoeage weghalen?

Hierbij brandt de laserbundel een heel klein stukje weefsel weg. Ook bij het weghalen van tatoeages gebruikt de arts laserlicht: het laagje huidweefsel waar de inkt zit, wordt weggebrand. Omdat de tatoeages soms groot zijn en de inkt vaak in een dikkere laag van de huid zit, zijn meerdere laserbehandelingen nodig.

- Op een CD is muziek opgeslagen. Een minilaser in de CD-speler tast deze informatie af en geeft die door aan de versterker (amplifier). Bij DVD's gaat dat net zo. Ook bij een laserprinter en de streepjescodescanner bij de kassa van de supermarkt wordt de laser als lezer gebruikt.

## UV-STRALING

Het spectrum waar we het bij de regenboog al over hadden in paragraaf 6.1, loopt aan de violet kant door in UV (ultraviolet), aan de rode kant gaat het over in IR (infra-rood).



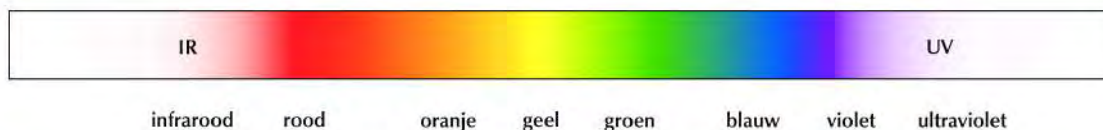


FIG. 6.38 Licht van IR naar UV, rood tot en met violet is zichtbaar.



FIG. 6.39 UV-straling is schadelijk voor de huid.

De zon zendt UV-straling uit. Deze straling wordt in onze huid geabsorbeerd. Door het pigment in je huid word je bruin en als je te lang in de zon zit, raakt je huid roodverbrand. (Dit merk je vaak als iemand na het weekend weer in de klas zit en niet wil dat je zijn schouder aanraakt!) Glas is doorzichtig voor gewoon licht, maar absorbeert UV-straling. Glas laat de UV-straling dus niet door. Daarom kun je achter glas niet bruin worden. Teveel UV-straling kan huidkanker veroorzaken. Het is dus altijd verstandig om zonnebrandcrème te gebruiken. Je kunt speciale lampen kopen die veel UV-straling geven en waar je dus bruin van wordt. Op Aruba zijn deze lampen echt niet nodig! In ons lichaam wordt vitamine D gemaakt. Deze stof is nodig voor je botten. Voor het maken van vitamine D is wel een beetje UV-straling nodig.

UV-lampen worden ook gebruikt om geld te controleren. Bankbiljetten worden gemaakt met een speciale inkt. Deze inkt licht op als je hem met UV-straling beschijnt. Zo kun je vals geld gemakkelijk herkennen; dat licht namelijk niet op. Dat een stof kan oplichten in UV-straling weet je van het "black light" in de disco! In dat geval zorgt een stof in de kleurstof voor het oplichten in UV-straling, zoals je kunt zien in figuur 6.40. Er zijn tegenwoordig ook sieraden te koop die het "black light" effect hebben.



FIG. 6.40 Black light in de disco.

## IR-STRALING

UV-straling kun je niet zien en ook niet voelen. De zon zendt ook IR-straling uit. Die kun je voelen als warmte.

Mensen die last hebben van spierpijn of pijn in hun botten kunnen hun pijn verminderen met infrarood-lampen. Er bestaan ook infrarood-cabines waar je in kunt zitten. Voor mensen met reuma werkt dit heel goed. De warmte van de IR-straling werkt diep in op de spieren en weefsels.

Een andere toepassing van IR-straling is de verwarming van huizen. In een **zoncollector** wordt de zonnestraling opgevangen op zwart geverfde waterleidingbuizen. Het water dat zo opgewarmd is, gaat naar een opslagtank. Op die manier heb je gratis warm water voor de afwas of voor het douchen!

Warmtestraling kunnen we tegenwoordig ook "fotograferen". In de camera zit dan een film die speciaal gevoelig is voor deze IR-straling. Digitale camera's zijn altijd gevoelig voor IR-straling.

Alle levende wezens zenden IR-straling uit: mensen, dieren en planten.

Wij zenden zelf dus IR-straling uit. Vandaar dat militairen en politiemensen met speciale "nachtkijkers" in het donker personen kunnen "zien". Ook dieren die in de nacht actief zijn kunnen we met zulke "nachtkijkers" bestuderen.

Er zijn ook dieren die een IR-zintuig hebben. De cascabel bijvoorbeeld. Die ligt 's nachts te wachten tot er een muis voorbij komt. Die kan hij waarnemen met zijn IR-zintuig en dan vangen.

In de techniek wordt IR-straling heel veel toegepast. We noemen drie voorbeelden.

- Inbraakalarm. Een infrarode straal is gericht op een infrarode sensor. Als een ongewenste gast door deze infrarode straal loopt, gaat het alarm af.
- Afstandbediening (remote control). Dit apparaatje zendt IR-stralen uit waar informatie in verwerkt is: het kanaalnummer of volume van de TV, de temperatuur van de airco, enzovoort. In de TV en de airco zit natuurlijk een sensor die de informatie omzet naar een "actie". De sensor in de TV krijgt bijvoorbeeld door dat hij de TV op kanaal 23 moet zetten en de sensor van de airco zet hem op 19 graden.
- IRAS, Infra Red Astronomical Satellite. Astronomen gebruiken IR-straling van een ster om te weten hoe oud die ster is en welke stoffen er in zitten. In de jaren tachtig hebben ze deze satelliet gelanceerd om IR-straling beter te kunnen waarnemen. Sinds de IRAS weten we veel meer over sterren dan daarvoor.



# HOOFDSTUK 7



# Zien



## INLEIDING

Op de tv zie je regelmatig monsters die dodelijke blikken uitzenden. Kan dat? In het vorige hoofdstuk over licht heb je gelezen, dat er licht van het voorwerp in ons oog komt. Komt er uit ons oog ook een straal die op een voorwerp valt, net als bij de monsters? In dit hoofdstuk vind je het antwoord op deze en ook andere vragen die met “zien” te maken hebben.



FIG. 7.1 Het monster doodt iedereen met zijn blik, jou ook?





# 7.1

Wat gebeurt er nou allemaal als je iets ziet? En wat heb je daar voor nodig? Je ogen natuurlijk, maar hoe zitten die ogen eigenlijk in elkaar?

## IN DEZE LES LEER JE:

- hoe je oog in elkaar zit
- hoe je oog werkt

## Zien



FIG. 7.2 Het oog heeft verschillende onderdelen, je kunt er vast wel een paar herkennen.

## HOE ZIT JE OOG IN ELKAAR?

In figuur 7.3 zie je welke onderdelen je oog allemaal heeft. Maar als je niet weet waar je die onderdelen allemaal voor nodig hebt, zegt je dat niet zoveel. In de rest van deze les kom je al deze onderdelen vanzelf tegen. Als je met de les klaar bent, moet je nog maar eens naar dit plaatje kijken. Als het goed is, weet je dan welke taak elk onderdeel van je oog heeft.

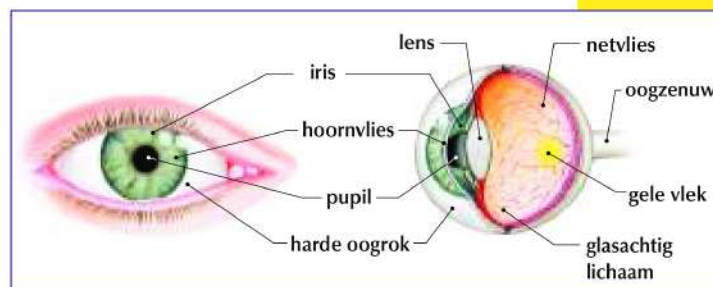


FIG. 7.3 De onderdelen van een oog. Welke functie heeft elk onderdeel?

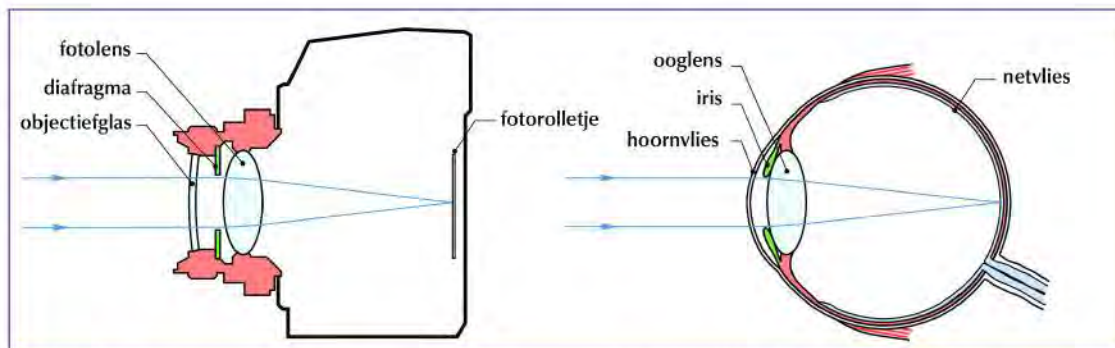


FIG. 7.4 Een gaatjescamera en een oog lijken op elkaar.

## JE OOG LIJKT OP EEN CAMERA

In het vorige hoofdstuk heb je iets over de gaatjescamera (camera obscura) geleerd. Die is donker van binnen en heeft een gaatje van voren. Aan de achterkant van de gaatjescamera kun je een omgekeerd plaatje van de wereld om je heen zien. En vóór het gaatje kun je een lens zetten om een beter beeld te krijgen. Je hebt dan eigenlijk een gewone camera.

Onze ogen lijken daar veel op. Een oog is een bol met een opening van voren: de **pupil**. Lichtstralen schijnen door de pupil tot achter in het oog. De plek waar het licht op schijnt noemen we het **netvlies**. Op het netvlies komt ook een klein plaatje van de buitenwereld, net als op de achterkant van de camera obscura of de gewone camera.

Het netvlies bestaat uit **lichtgevoelige cellen**. Als er licht op zo'n cel valt geeft deze cel een seintje door aan de hersenen. Alle lichtgevoelige cellen op het netvlies zijn met een eigen draadje verbonden met de hersenen. Al die draadjes samen vormen de **oogzenuw**.

Als de seintjes door die oogzenuw in de hersenen zijn aangekomen, zie je iets. Die lichtgevoelige

cellen van het netvlies lijken op de lichtgevoelige korrels van de filmrol van een gewone camera. Je kunt ze ook vergelijken met de lichtgevoelige cellen van de CCD-laag in een digitale camera.

## ERGENS NAAR KIJKEN

Wat gebeurt er nu als je ergens naar kijkt? Dan richt je je **oogbol** precies op het voorwerp dat je wilt zien. Het beeld van dat voorwerp valt dan midden op het netvlies. Midden op je netvlies zit een **gele vlek**. In deze vlek zitten erg veel lichtgevoelige cellen op een heel klein oppervlak. Doordat ze heel dicht op elkaar zitten, zie je met deze vlek het beste. Je oogbol stuur je met kleine spiertjes, de **oogspiertjes**.

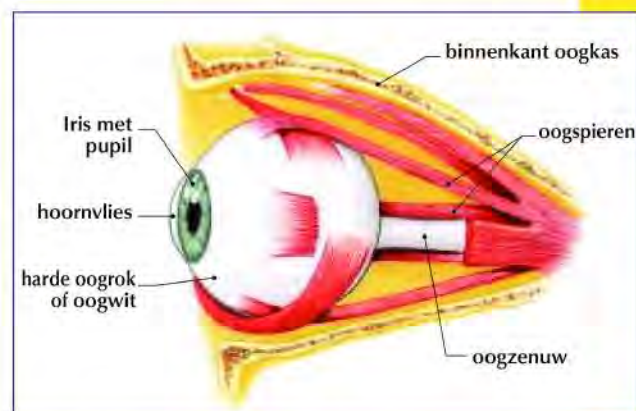


FIG. 7.5 Het oog wordt gestuurd met de oogspieren.



Je hebt misschien wel eens gehoord van de uitdrukking 'een blik werpen'. Dat betekent: ergens naar kijken. Maar er gaat niets **uit** je oog, wanneer je kijkt. Er komt alleen wat **in**. De dingen om ons

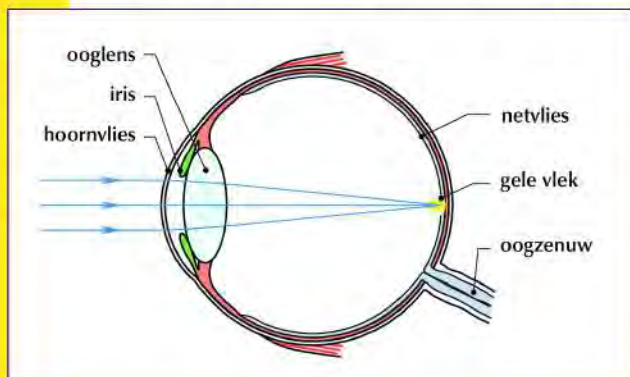


FIG. 7.6 De lichtbundel valt midden op de gele vlek. Daar zie je het beste mee. Er zijn daar erg veel lichtcellen op een heel klein gebiedje.

heen weerkaatsen licht. En het licht dat door onze pupil valt vormt een beeld op ons netvlies. Dit beeld kun je "aftasten" met je gele vlek. Kijken is dus gewoon je ogen richten. De rest gaat vanzelf.

## DICHTBIJ EN VERAFF KIJKEN

Met ons oog kunnen we dingen ver weg, maar ook heel dichtbij zien. Voorwerpen dichtbij en veraf kun je niet *tegelijk* duidelijk zien. Als je iets van heel dichtbij bekijkt zie je de dingen die verder weg zijn wazig. Je oog moet zich dus instellen op dichtbij of ver weg. Het deel van het oog dat zich moet instellen is de **ooglens**. Het werkt als een lens in een camera. Het verschil is dat je ooglens ook boller en platter kan worden. Dat kan de lens in een camera niet. Als je iets van heel dichtbij bekijkt, wordt de ooglens platter. Als je in de verte staart, wordt de ooglens boller. Dat gebeurt door een kringpiertje om de ooglens. Je hoeft er niet bij na te

denken, het gaat vanzelf. Net als bij het autofocusysteem van een camera (zie ook paragraaf 6.4). De ooglens zit net achter de pupil. Als je ooglens niet goed werkt kan een bril of een contactlens je helpen om beter te kunnen zien. Dat betekent dat je een extra lens voor je oog zet. Die lens *corrigeert* je ooglens. Zie figuur 7.7.

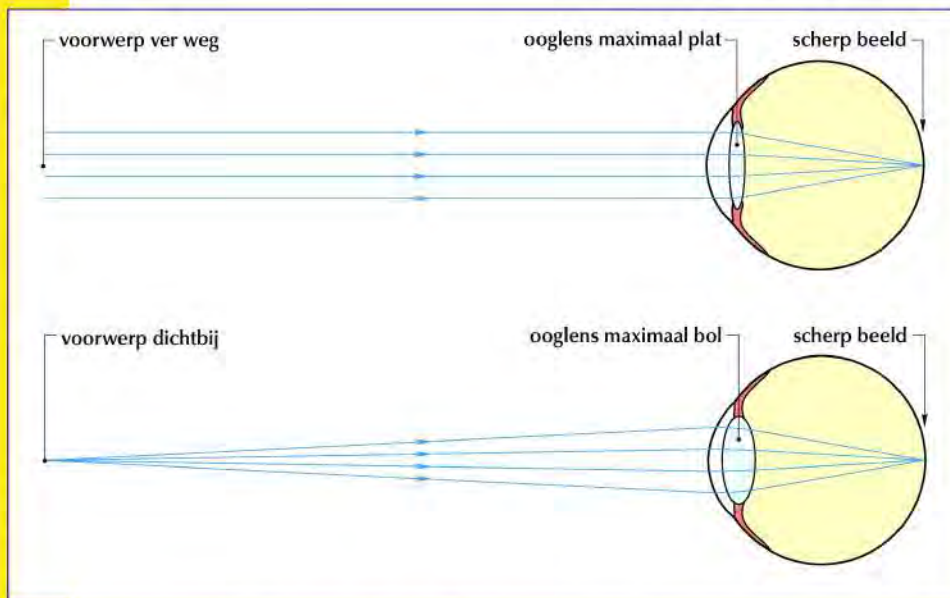


FIG. 7.7 Bij dichtbij kijken wordt je ooglens boller, bij veraf kijken wordt je ooglens platter.

## LICHT EN DONKER ZIEN

Er is nog iets wat het oog moet regelen. Als het bijna donker is, krijgt het oog te weinig licht binnen. Het beeld op het netvlies is dan te zwak. Om toch meer licht binnen te krijgen wordt de pupil in het donker groter.

Om de pupil zit de **iris** of regenboogvlies, dat is het gekleurde deel van je oog. Als er veel licht is, gaat de iris bijna dicht en blijft er een kleine pupil over. En in het donker gaat de iris open en wordt de pupil weer groter.

In de iris zitten spiertjes die daarvoor zorgen. Dat zijn weer andere spiertjes dan die om de ooglenzen!



FIG. 7.8 Bij veel licht gaat de iris bijna dicht, in het donker gaat de iris open. En de pupil?

## EEN RAAM NAAR DE BUITENWERELD

Al deze onderdelen zitten in de oogbol. Die bestaat uit een stevige witte wand. Alleen vóór de iris zit er een raampje in de oogbol. Dat heet het **hoornvlies**.

Het hoornvlies is zelf ook bol, dat kun je zien als je het oog van de leerling naast je van opzij bekijkt. Het hoornvlies is ook een soort lens.

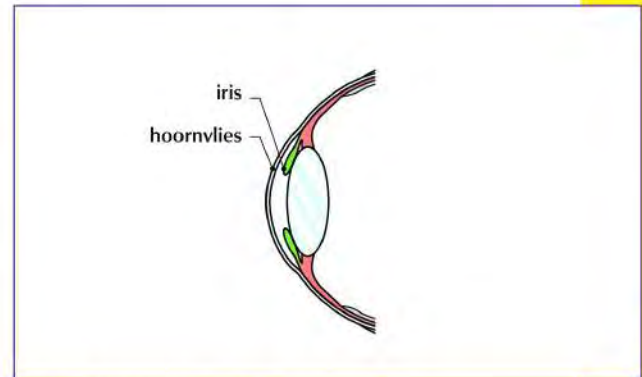


FIG. 7.9 Het hoornvlies is ook een soort lens.

### KEGELTJES EN STAAFJES

De lichtgevoelige cellen in het netvlies komen in twee vormen voor: **kegeltjes en staafjes**. Als je alleen staafjes in je netvlies had, zou je alles zien als op een zwart-wit foto. Met de kegeltjes kunnen we kleuren zien.

Er zijn drie soorten kegeltjes, die elk voor een andere kleur gevoelig zijn. Er zijn kegeltjes die alleen gevoelig zijn voor rood licht, andere alleen voor blauw licht en weer andere alleen voor geelgroen licht. De staafjes reageren op elke soort licht. Dit lijkt op de kleurgevoeligheid van de drie soorten pixels op een tv- scherm.



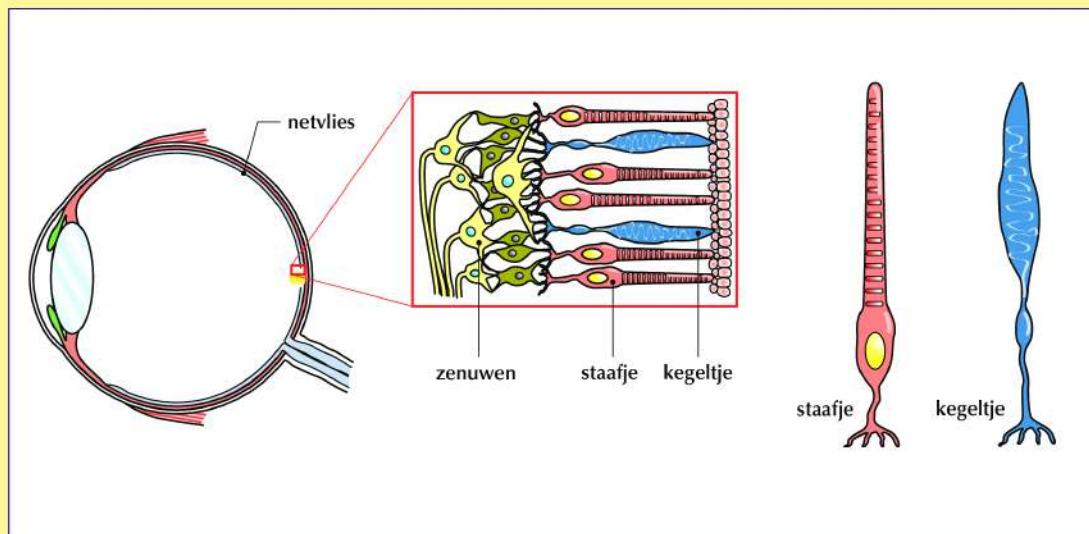


FIG. 7.10 De kegeltjes zijn gevoelig voor kleur en met de staafjes kunnen we alleen zwart-wit zien.

### KLEUREN IN HET DONKER

De kegeltjes zitten in de gele vlek in het midden van je netvlies. Daarmee kun je kleuren zien. Maar daarvoor moet er wel genoeg licht zijn. In de

schemer doen die kegeltjes het niet meer goed. De staafjes doen het dan nog wel, maar die kunnen alleen zwart, wit en grijs zien. Hoe donkerder het wordt, hoe minder kleuren we dus zien.



FIG. 7.11 De kegeltjes werken alleen in het licht. We kunnen toch nog wat zien in het donker, doordat de staafjes wel werken met maar een klein beetje licht.

## 7.2

Je kunt wel veel met het oog, maar je ziet niet alles.  
Kun jij een boek lezen op 10 meter  
afstand? En op 1 centimeter afstand? Kun je  
goed mikken met één oog dicht? En kun je zien wie  
er achter je staat?

### IN DEZE LES LEER JE:

- hoever je om je heen kunt kijken (het gezichtsveld)
- waarom je met één oog niet goed kunt mikken
- waarom je op korte afstand wazig ziet
- waarom je op grote afstand geen details meer ziet

## Grenzen aan zien

### HOEVER KUN JE OM JE HEEN KIJKEN?

Bij wiskunde heb je leren werken met **kijklijnen**. Je kunt niet door een gebouw heen kijken, dus vanaf je oog loopt een kijklijn langs dat gebouw. Maar ook als er niets in de weg staat, kun je toch maar een deel van je omgeving zien. Tenminste als je je hoofd stilhoudt! Als je je linkeroog dichthoudt, kun je met je rechteroog niet ver naar links kijken. Je neus zit in de weg! Er loopt dus een kijklijn van je rechterpupil langs je neus. Links van die kijklijn zie je met je rechteroog niets. Probeer maar eens!

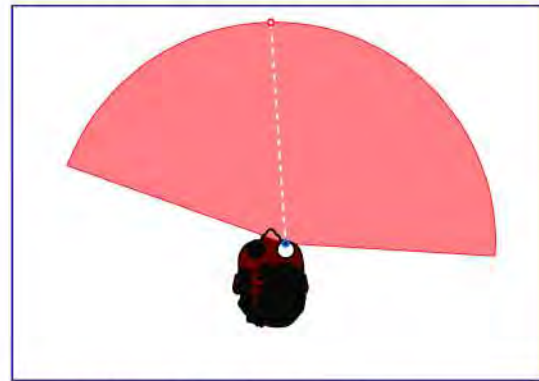


FIG. 7.12 Het gezichtsveld van je rechteroog.

Rechts van je rechteroog zit geen neus. Toch loopt daar ook een kijklijn. Dat komt omdat licht van achteren niet in je pupil kan schijnen. Tussen die twee kijklijnen kun je met je rechteroog kijken. We noemen dat het **gezichtsveld**.

Je ogen hebben allebei een gezichtsveld. Wat je met beide ogen samen kunt zien noem je het **totale gezichtsveld**. In het middelste deel van je blikveld zie je met beide ogen **tegelijk**. Dat gedeelte noemen we het **stereoscopisch gezichtsveld**.



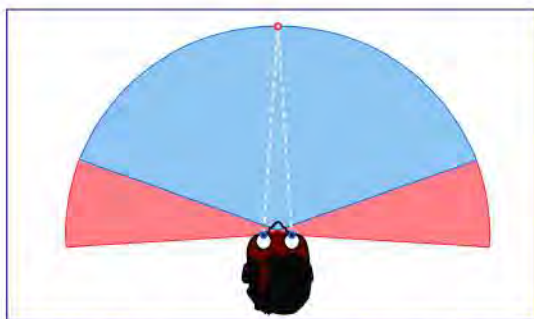


FIG. 7.13 Totaal en stereoscopisch gezichtsveld. Het blauwe gebied is het stereoscopisch gezichtsveld. Hier kun je met beide ogen tegelijkertijd zien. In het rode gebied zie je maar met één oog, je linker of je rechter. Het blauwe plus het rode gebied heet je totale gezichtsveld.

## WAAROM JE MET ÉÉN OOG NIET GOED KUNT MIKKEN

Als je met één oog dicht door de kamer loopt, grijp je vaak mis en loop je overal tegenaan. Je ziet de dingen wel, maar je kunt dan niet goed zien hoe ver iets van je weg is.

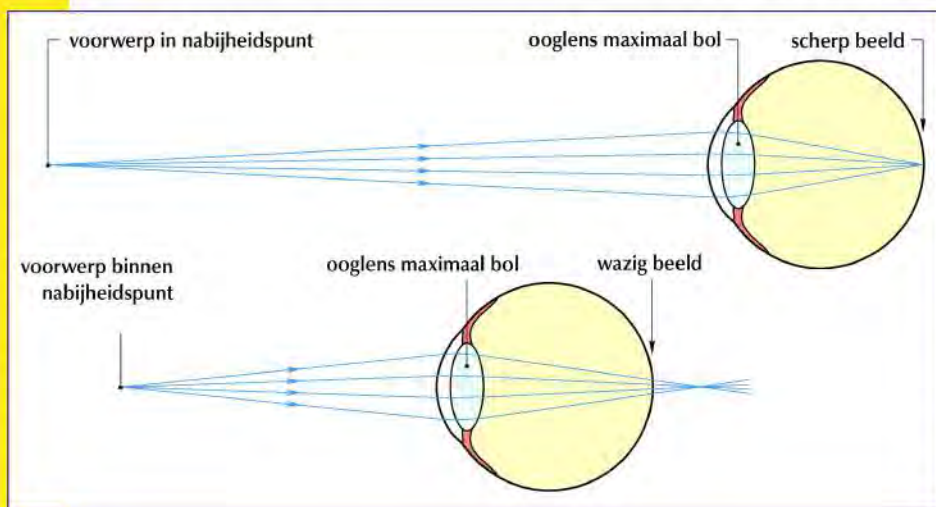
Om goed te kunnen zien hoe ver iets van je weg is, heb je het beeld van twee ogen nodig. Als je met twee ogen naar een potlood kijkt, kijk je een beetje scheel. Je ogen zijn een beetje naar elkaar toe gedraaid. Je ziet dan één potlood, maar het schoolbord erachter zie je dubbel en een beetje wazig. Kijk je afwisselend met je linker- en rechteroog, dan zie je het potlood verspringen. Elk van je ogen geeft dus een iets ander beeld door aan je hersenen. In de hersenen worden die twee beelden samen tot één beeld gemaakt. In dit beeld kun je zien hoe ver iets van je weg is. Dit heet *diepte* zien.

## WAZIG ZIEN OP KORTE AFSTAND

Als je deze tekst leest, is je ooglensofstand zo ingesteld dat je de letters scherp ziet. Als je nu het boek naar je toe beweegt, wordt je lens steeds boller. Dat kan niet eindeloos doorgaan. Bij een bepaalde afstand kan je lens niet meer boller worden. Breng je het boek dan toch dichterbij, dan ga je de letters wazig zien. De afstand waarop je de letters nog net scherp kunt zien, noemen we de **nabijheids-**

**afstand**. Voor iedereen is die weer een beetje anders, doordat alle ogen een beetje van elkaar verschillen. Zelfs je eigen ogen verschillen van elkaar.

FIG. 7.14 Op de nabijheidsafstand is je ooglensofstand maximaal bol. Kijk je naar een voorwerp nog dichterbij, dan kan je ooglensofstand er geen scherp beeld meer van maken. Je ziet het wazig.



## OP GROTE AFSTAND ZIE JE GEEN DETAILS MEER

Als je voor je huis staat en daarvan een foto maakt, vult het huis de hele foto. Loop je nu steeds verder weg, dan komt je huis steeds kleiner op de foto te staan. Op een gegeven moment sta je zover weg, dat je huis nog maar een stipje is. Het is niet meer te herkennen, al is de foto nog zo scherp.

In je oog gaat het net zo. Als je deze bladzijde op je tafel hebt, vult het beeld daarvan een groot deel van je netvlies. Als je deze bladzijde nu steeds verder weglegt, kun je die bij een bepaalde afstand niet meer lezen. Dat komt doordat de letters op die afstand te klein zijn. Het beeld van een kleine letter bedekt dan een heel klein stukje van je netvlies. Er worden dan te weinig lichtgevoelige cellen op je netvlies geprikkeld om naar de hersenen een duidelijk beeld door te geven.

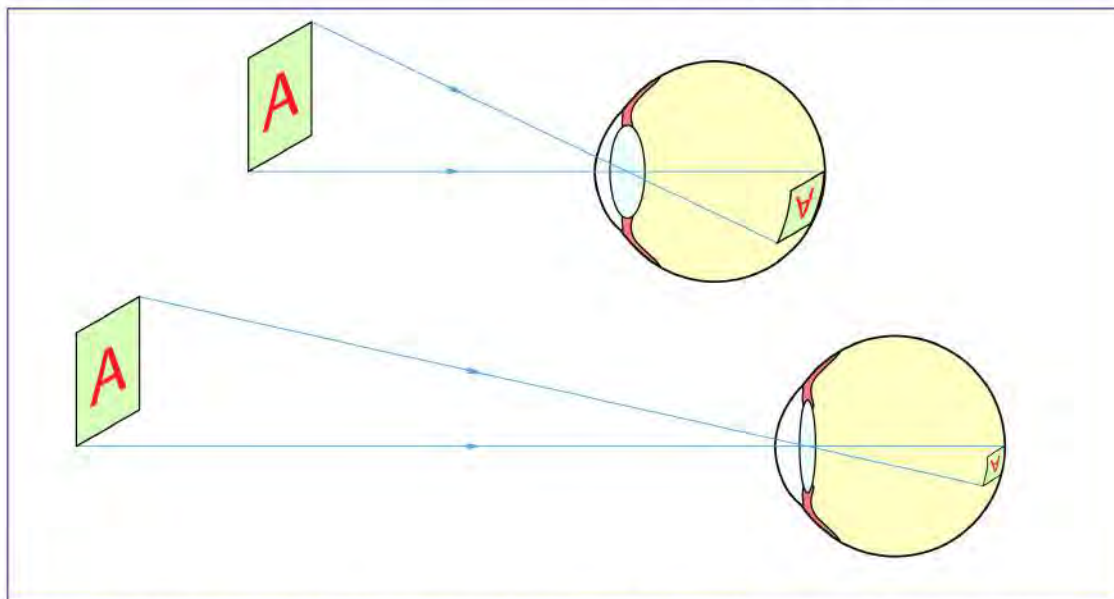


FIG. 7.15 Bij dichtbij kijken is het beeld groter en worden veel meer lichtgevoelige cellen op je netvlies gebruikt. Bij veraf kijken worden er maar weinig gebruikt.



## 7.3

Als je op het strand loopt en de wind waait zand in je ogen, reageren je ogen meteen. Je oogleden gaan bijna dicht, zodat je door een spleetje kijkt. En als je toch een korreltje in je oog krijgt, gaat dat oog meteen tranen. Je ogen zijn kostbaar en kunnen op veel manieren worden beschadigd. Gelukkig kan het oog zich hiertegen beschermen.

### IN DEZE LES LEER JE:

- wat gevaarlijk is voor je oog en hoe je oog zich daartegen beschermt:
  - droogte
  - stof
  - schadelijke stoffen en bacteriën
  - licht
  - een klap
- welke extra beschermingsmiddelen je kunt gebruiken

96

## Bescherming van je ogen

### DROOGTE

Als je een tijdje niet met je ogen knippert, voel je ze uitdrogen. Elke keer dat je knippert, vegen je **oogleden** een beetje water over je hoornvlies. Dat water wordt gemaakt in de **traanklieren**. Die hebben een buisje dat het **traanvocht** naar je oog brengt. Als je teveel traanvocht maakt, loopt het aan de zijkant van je oog via een ander buisje je neus in.



FIG. 7.16 Traanklieren maken traanvocht.

### STOF

Als je een stofje in je oog hebt, gaan je traanklieren hard werken om het stofje weg te spoelen. Nog beter is het natuurlijk als er helemaal geen stof op je oog komt.

Als je je oogleden bijna dicht doet, blijft er nog maar een spleetje over. Je **wimpers** zitten er dan als een netje voor.

## SCHADELIJKE STOFFEN EN BACTERIËN

Je traanklieren gaan ook hard werken, als er een schadelijke vloeistof of gas in je oog terechtkomt. Daardoor worden die stoffen meteen met vocht gemengd en worden ze weggespoeld. Bacteriën houden van vochtige hoekjes, dus ook van ooghoeken. Gelukkig zit in het traanvocht een speciale stof die bacteriën doodt.

## LICHT

Zonder licht zien we niets, maar teveel licht kan je oog ook beschadigen. Als je in de zon kijkt krijgen de puntjes op je netvlies zoveel licht dat ze kapot kunnen gaan. Je oog reageert daarom meteen op fel licht. De iris trekt samen, zodat je pupil heel klein wordt. Verder gaan je oogleden bijna dicht, zodat zelfs het kleine gaatje van je pupil gedeeltelijk wordt afgedekt. Je kijkt dan door een smalle spleet.



FIG. 7.17 Je oog reageert meteen op fel licht.

## KLAP

Als iemand een ongeluk heeft gehad of gevochten heeft, houdt die daar vaak een 'blauw oog' aan over. Rond het oog zie je dan een donkerpaarse ring. Dat is eigenlijk een spier die rond je oog zit. Als je een klap tegen je oog krijgt, trekt die spier heel snel samen en vormt een soort stootkussen. Net als een airbag in een auto. Die vangt de klap op, maar de bloedvaatjes in die spier gaan wel kapot. Daarom zie je paars rond je oog.

Je oog wordt ook nog op andere manieren tegen klappen beschermd. Je oog zit voor het grootste deel verstopt in de **oogkas**. Onder en boven je oog kun je bot voelen zitten. Een klap komt dan meestal tegen die botten aan en komt niet bij je oog. Ook de oogleden beschermen een beetje, al zijn ze maar dun.



FIG. 7.18 De spier rond je oog werkt als een airbag.



## EXTRA BESCHERMINGSMIDDELEN

Bij veel beroepen moet het oog extra beschermd worden. Lassers hebben een masker met donker glas, anders zouden ze verblind worden door de lasvlam. Scheikundigen werken vaak met veiligheidsbrillen, zodat er geen spatten of glas in het oog kunnen komen. En een zonnebril geeft

bescherming tegen teveel licht. Een enkele keer in je leven maak je misschien een zonsverduistering mee. Je moet dan een speciaal brilletje gebruiken, omdat je nooit direct in de zon kunt kijken. De zon is dan wel gedeeltelijk verduisterd, maar straalt nog heel veel licht uit. Ook deze hoeveelheid licht is erg schadelijk voor je ogen.



FIG. 7.19 Zelfs bij een zonsverduistering is het schadelijk voor je ogen om direct in de zon te kijken.

## 7.4

Ben je wel eens bij de oogarts geweest of zijn je ogen wel eens doorgemeten? Je moet dan kijken naar een bord met rijen letters die steeds kleiner worden. De oogarts laat je dan door verschillende lenzen kijken net zolang tot je de onderste rij met de kleinste lettertjes kunt lezen.

## IN DEZE LES LEER JE:

- hoe de oog lens werkt
- wat verziendheid is en hoe je dat kunt verhelpen
- wat bijziendheid is en hoe je dat kunt verhelpen

## Bij de oogarts

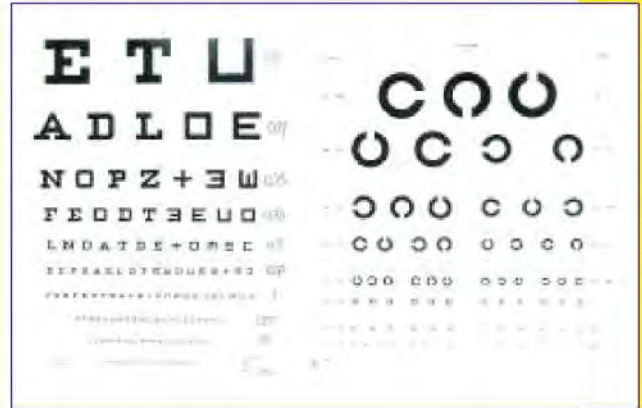


FIG. 7.20 Als je ogen gezond zijn kun je met gemak alle lettertjes lezen op het testbord.

Wat kan het resultaat van de test zijn?

1. Je kunt zonder bril alle letters op het bord goed lezen. Ook met het lezen van een boek op een gewone leesafstand (ongeveer 25 cm) heb je geen moeite. Je hebt dan twee *gezonde* ogen.
  2. Je kunt wel alle letters op het bord goed lezen, maar niet de letters in een boek op ongeveer 25 cm. Omdat je goed in de verte kunt kijken, maar niet dichtbij, ben je **verziend**.
  3. Je kunt niet goed in de verte kijken, maar wel heel goed dichtbij. Je bent **bijziend**.
- Bij 2 en 3 heb je waarschijnlijk een bril nodig. Maar wat voor één?

## HOE WERKT DE OOGLENS?

Je weet al, dat je een voorwerp scherp ziet als er een scherp beeld op het netvlies van gemaakt wordt. Er zitten twee soorten lenzen in het oog: het bolle hoornvlies aan de voorkant en de ooglenzen iets dieper in het oog.





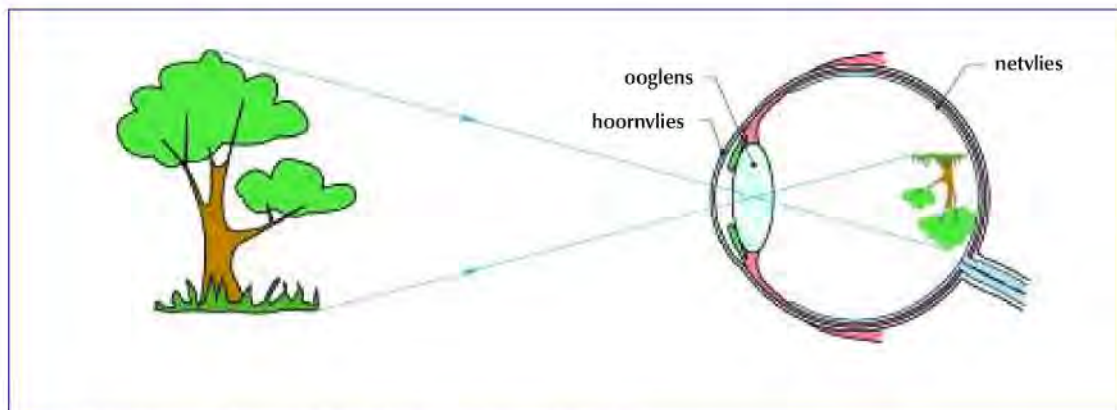


FIG. 7.21 Twee soorten lenzen in je oog: het hoornvlies en de ooglens.

In paragraaf 7.1 heb je gelezen dat de ooglens boller of platter kan worden. Dit kan door een kringspier te gebruiken. Hierdoor verandert de sterkte van de ooglens. Hoe boller, hoe sterker. Het hoornvlies heeft een vaste bolling. Het hoornvlies verandert niet en heeft een vaste sterkte. Als iemand in de verte kijkt, hoeft het oog zich niet in te spannen. De kringspier om de ooglens is in rust en de lens is plat.

In paragraaf 6.4 heb je geleerd dat de lichtstralen vrijwel evenwijdig zijn, als die van één punt komen van een voorwerp dat heel ver weg is. Ze komen precies samen in één beeldpunt op het netvlies.

Elk punt van het voorwerp in de verte wordt op deze manier in een punt afgebeeld. Al deze beeldpunten vormen samen een scherp beeld van het voorwerp op het netvlies.

Als het voorwerp dichterbij staat, lopen de lichtstralen niet meer evenwijdig, maar uit elkaar. Als de lens niet verandert, krijg je op het netvlies een vlekje in plaats van een punt (zie figuur 7.23).

De kringspier om de binnenste ooglens gaat nu werken en maakt de ooglens boller, zodat de lichtstralen toch scherp op het netvlies worden afgebeeld.

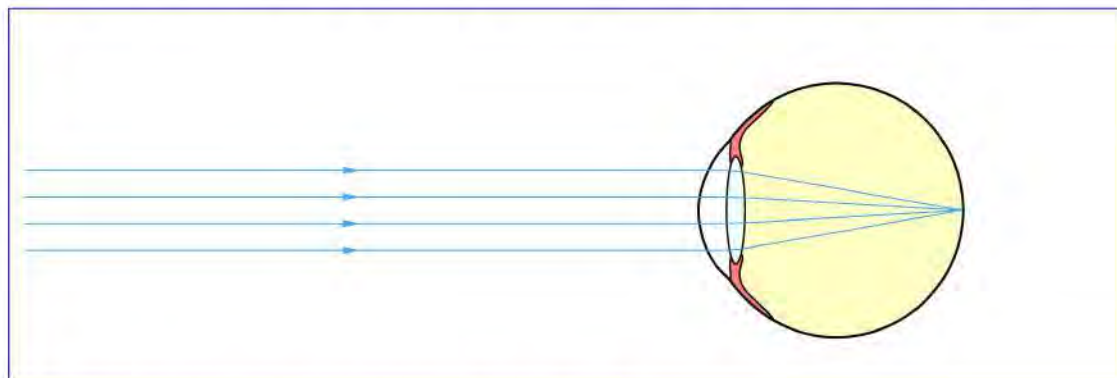


FIG. 7.22 Met een platte ooglens kun je iets in de verte scherp zien.

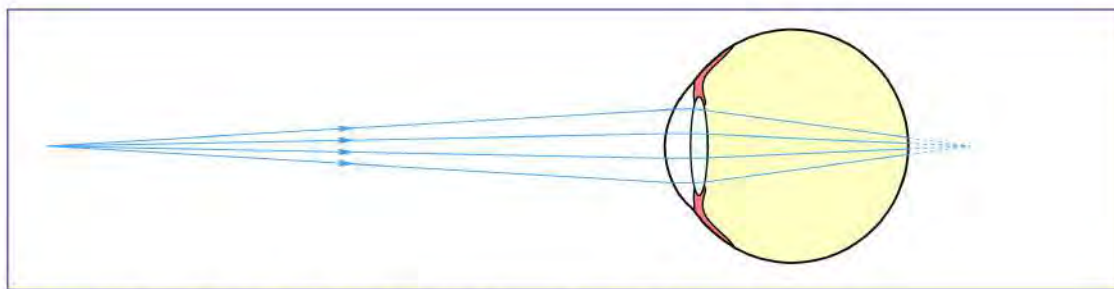


FIG. 7.23 Met een platte ooglenz kun je dichterbij niet meer zo scherp zien.

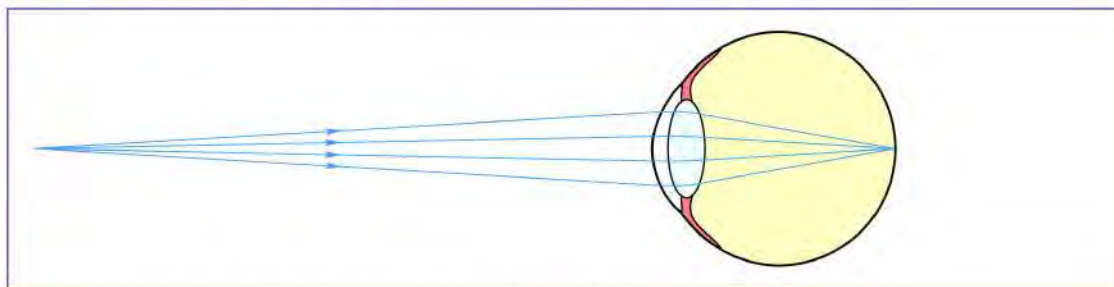


FIG. 7.24 Met een bollere ooglenz kun je dichterbij wel weer scherp zien.

Als een voorwerp steeds dichterbij komt, wordt de lens dus steeds bollere. Dat kan niet eindeloos doorgaan. Op een zeker moment kan de lens niet meer bollere worden. Het voorwerp is dichtbij en je oog kan er nog juist een scherp beeld van maken. Als je het voorwerp nu nog dichterbij brengt, kan de lens er geen scherp beeld meer van maken. De lichtstralen zouden elkaar achter het netvlies

snijden. Op het netvlies ontstaat dan een vlekje. Het punt het dichtst bij het oog waarop we het voorwerp nog net scherp zien heet **nabijheidspunt**. De afstand van het nabijheidspunt tot het oog heet dan de nabijheidsafstand. We hebben het hier al eerder over gehad in paragraaf 7.2.

## VERZIENDHEID EN WAT JE ERAAN KUNT DOEN

Als een verziend persoon in de verte kijkt, ziet hij alles wel scherp, maar hij moet zijn oog toch een beetje inspannen. Hij moet zijn ooglenz een beetje bollere maken. Dat kan komen doordat zijn hoornvlies niet bol genoeg is. Omdat de buitenlens dan niet bol genoeg is, moet hij zijn binnenlens dus wat bollere maken.

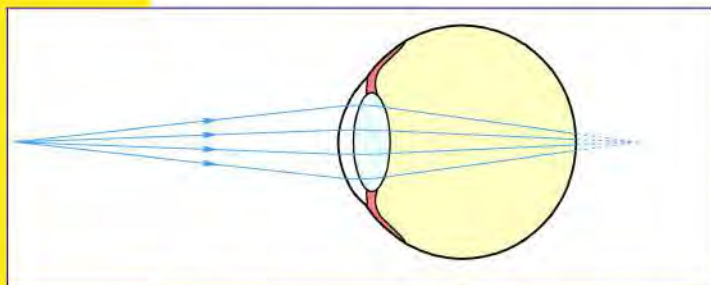


FIG. 7.25 Een voorwerp binnen de nabijheidsafstand wordt wazig.



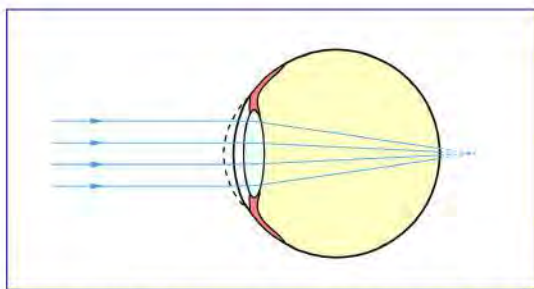


FIG. 7.26 Het ontspannen verziend oog ziet niet scherp. Door de ooglenz iets te bollen ziet hij wel scherp.

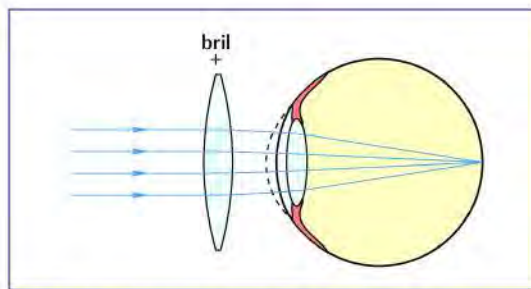


FIG. 7.27 Ontspannen verziend oog gericht op oneindig met positieve bril.

Als een voorwerp dichterbij komt, moet deze persoon dus al eerder dan normaal beginnen met de ooglenz nog boller te maken. Als het voorwerp dichterbij blijft komen, is de ooglenz al snel in zijn meest bolle vorm. Als het voorwerp nog dichterbij komt, gaat hij wazig zien. Het nabijheidspunt ligt daardoor ver van het oog, bijvoorbeeld op één meter. Je begrijpt dat lezen dan erg lastig wordt.

Als een verziend iemand naar een boek op de normale leesafstand van 25 cm zou kijken, zouden de lichtstralen van elk punt van het boek achter het netvlies samenkomen. De ooglenz is niet bol genoeg om ze op het netvlies af te beelden. Een verziend iemand heeft dus een hulplens nodig die bol is. Dit heet een bril met **positieve lenzen**. Met zo'n bril kan een verziend persoon zonder problemen zijn boek lezen.

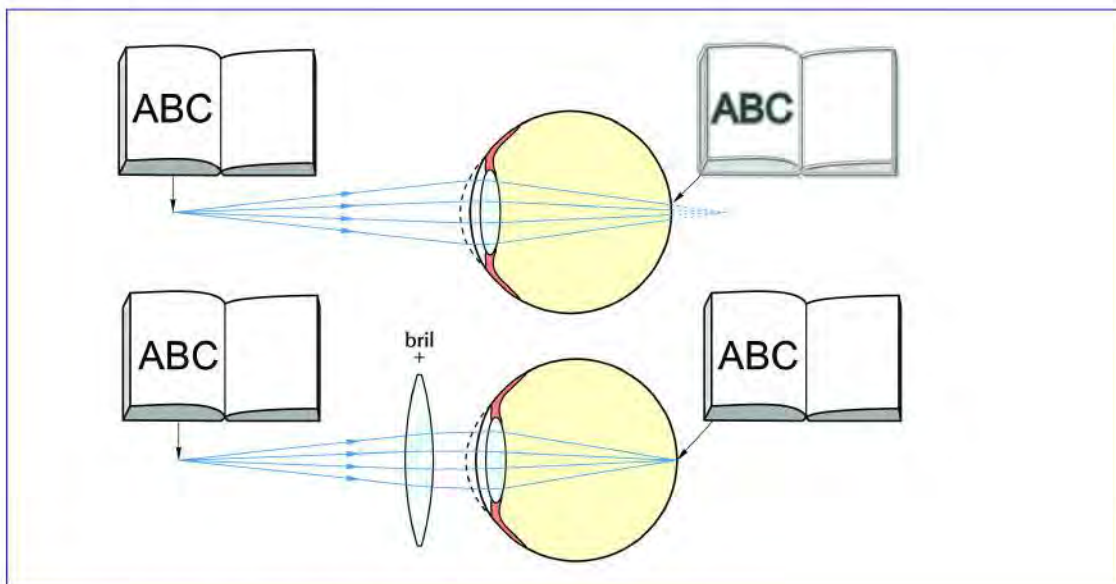


FIG. 7.28 Iemand met een verziend oog kan wel lezen met een positieve bril.

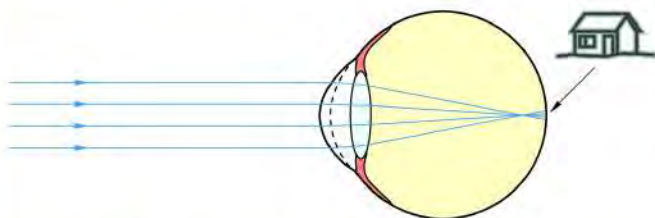


FIG. 7.29 Een ontspannen bijziend oog kijkt in de verte: het kan in de verte niet scherp zien. Zijn ooglenz is te sterk. De stippellijn geeft de positie aan van het normale oog.

## BIJZIENDHEID EN WAT JE ERAAN KUNT DOEN

Als je bijziend bent kun je wel goed dichtbij zien, maar niet goed in de verte. Als je in de verte kijkt, komen de evenwijdige lichtstralen niet op het netvlies samen, maar vóór het netvlies. Zie figuur 7.29.

Dat kan komen omdat het hoornvlies te bol is. Bij een verziende iemand was het hoornvlies juist niet bol genoeg!

Voor een bijziend iemand helpt het niet om zijn oog in te spannen. Dan zou de ooglenz binnen in het oog ook nog eens boller worden. De lichtstralen zouden dan nog verder vóór het netvlies samenkomen.

Het enige wat helpt is een lens met holle glazen. Dit heet een bril met **negatieve lenzen**. Je hebt dan bijvoorbeeld een bril met **sterkte -1**.

Daarmee kan een bijziend iemand weer uitstekend in de verte kijken.

Die te bolle lens kan ook handig zijn. Bij het lezen van een boek hoeft een bijziende zijn ogen niet zo in te spannen als een normaal ziend persoon.

Zonder bril kan hij met weinig moeite voorwerpen

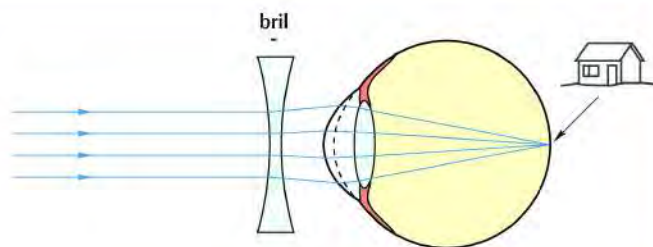


FIG. 7.30 Wat een bijziend persoon ziet met bril. De stippellijn geeft de positie aan van het normale oog.

van heel dichtbij, zeg 10 cm, nog scherp zien. Zijn nabijheidsafstand is dus heel klein.

In plaats van een bril kunnen ook contactlenzen gebruikt worden. Bolle voor een verziende en holle voor een bijziend iemand.



FIG. 7.31 Contactlenzen in plaats van een bril.





In plaats van een bril of contactlenzen wordt soms ook het oog met laserstralen behandeld. Daarbij

wordt de bolling van het hoornvlies (de oppervlakte lens) aangepast. In paragraaf 6.5 hebben we het hier ook over gehad.

Voor een verziend iemand is de lens niet bol genoeg, dus wordt de bolling groter gemaakt. Voor een bijziend iemand is de lens te bol, dus wordt het hoornvlies minder bol gemaakt.

FIG. 7.32 Het hoornvlies wordt met behulp van laserstralen platter of boller gemaakt.

## OUDEZIENDHEID

Oudere mensen hebben moeite om de krant te lezen. Met gestrekte armen houden ze de krant of een boek vast om het zonder bril nog te kunnen lezen. Hoe komt dat?

Als we ouder worden, kunnen we de ooglenzen niet meer zo gemakkelijk boller maken.

Langzamerhand krijgt iedereen daar last van. Het gevolg is dat ouderen met normale ogen nog wel goed in de verte kunnen kijken, maar minder goed dichtbij. Langzaam verschuift hun nabijheidspunt van 40 cm naar 1 meter en nog verder. Wat zij nodig hebben, is een positieve bril: een leesbril die ze af kunnen zetten als ze in de verte willen kijken.

Waarom zou in dit geval contactlenzen of een laserbehandeling geen goede oplossing zijn?

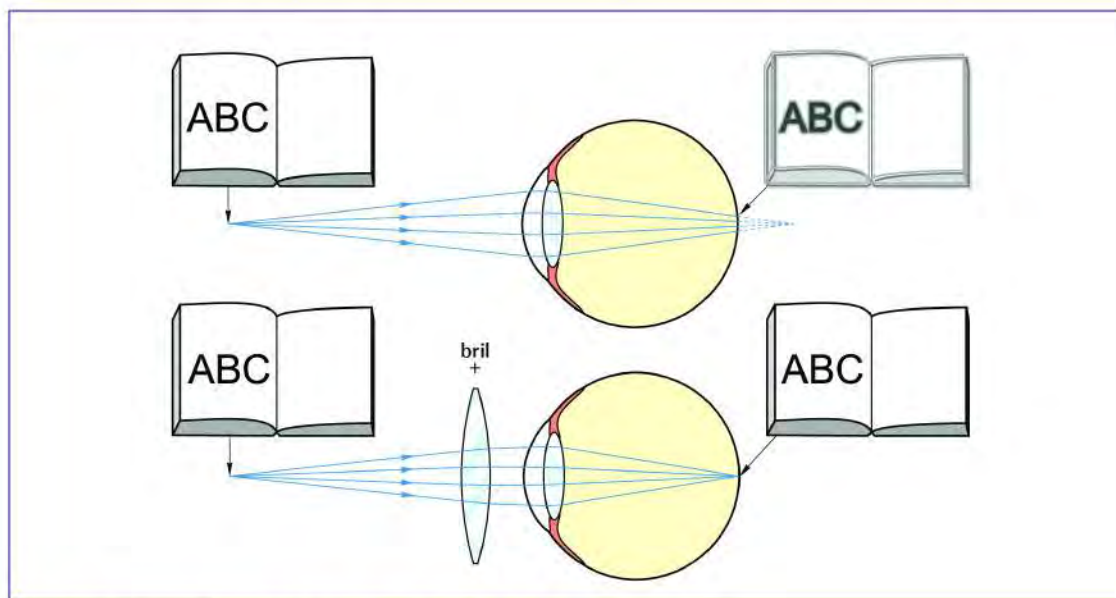


FIG. 7.33 Bij oudziendheid kun je je ogen ook helpen met een bril.

## STERKTE VAN EEN BRILLENGLAS

De sterkte van een brillenglas of van een lens wordt opgegeven in **dioptrie**. Een lens met een sterkte van 1 dioptrie heeft een brandpuntsafstand van 1 meter. Een lens met een sterkte van 2 dioptrie heeft een brandpuntsafstand van 1/2 meter. Dus hoe sterker de lens hoe kleiner de brandpuntsafstand.



FIG. 7.34 Hoe kun je zien welke brillenglazen het sterkst zijn?

Voor een positieve lens is dat een positief getal. Een bril van +2,50 dioptrie heeft sterkere glazen dan een lens van +0,50 dioptrie. Je kunt ook duidelijk voelen dat hij boller is.

Voor een negatieve lens is de sterkte negatief. Een bril van -3,0 dioptrie heeft sterkere glazen dan een bril van -0,5 dioptrie. Je kunt ook voelen dat de brillenglazen holler zijn.



# Alfabetische begrippenlijst

Begrip	Betekenis	§	Blz
<b>A</b>			
Absorberen	Opnemen, bijvoorbeeld een zwart T-shirt neemt al het licht op.	6.2	71
Afvalwater	Water dat na gebruik is verontreinigd.	3.1	32
Analoge meter	Een meter die met een wijzer een getal aanwijst.	1.4	14
Autofocus	Automatische scherpstelling in een camera.	6.4	80
<b>B</b>			
Balans	Instrument waarmee je de massa van iets meet in gram of kilogram.	1.4	15
Basiskleuren	De kleuren rood, groen en blauw. Met deze kleuren kun je alle andere kleuren maken.	6.1	69
Beeldafstand	De afstand tussen het beeld en de lens.	6.4	79
Bekisting	Houten wand die de vloeibare betonspecie op zijn plaats houdt.	5.1	55
Bereiding	Het maken van de ene stof uit de andere.	5.1	53
Betonspecie	Mengsel van cement, zand, stenen en water.	5.1	54
Bewapening	Dik ijzerdraad in het beton om het sterker te maken.	5.1	55
Bezinken	Het scheiden van een mengsel van een vloeistof en een vaste stof, als de vaste stof een grotere dichtheid heeft.	2.3	26
Bijziend	Als je goed dichtbij en slecht in de verte kan zien; te verhelpen met een negatieve bril.	7.4	99
Brak water	Water dat een beetje zout is.	3.2	35
Brandbaarheid	De eigenschap hoe goed een stof kan branden.	1.2	9
Brandpunt	Het punt waar de lichtstralen van een evenwijdige bundel achter de lens samenkomen.	6.4	80
Breking	Het van richting veranderen. Bijvoorbeeld een lichtstraal die van lucht naar water gaat, krijgt een knik.	6.2	73
Brievenweger	Een weegschaal waarmee je brieven kunt wegen.	1.4	15
<b>C</b>			
Cellulose	Stof die uit planten wordt bereid.	5.2	59
Cement	Mengsel van gebrande kalk en bepaalde soorten klei.	5.1	54
Chemische reactie	Een blijvende verandering, waarbij nieuwe stoffen ontstaan.	4.2	43

Begrip	Betekenis	S	Blz
Condenseren	De overgang van gasfase naar vloeistoffase. Bijvoorbeeld het ontstaan van regendruppels uit waterdamp.	3.1	31
Convergente lichtbundel	Een bundel lichtstralen die in één punt samenkomt.	6.1	68

## D

Dam	Afsluiting van een rooi waarachter het water blijft staan.	3.2	34
Destilleren (Destillatie)	Het scheiden van een mengsel van vloeistoffen door het verschil in kookpunt te gebruiken. Bijvoorbeeld bij destilleren van zeewater verdampt het water wel en het zout niet.	2.3	27
Diafragma	De opening in een camera die je groter of kleiner kunt maken. Hiermee kun je de hoeveelheid licht regelen.	6.4	79
Diffuse terugkaatsing	Licht dat in alle richtingen wordt teruggekaatst. Dit gebeurt bij de meeste voorwerpen.	6.2	70
Digitale meter	Een meter zonder wijzer, die meteen cijfers geeft.	1.4	14
Dioptrie	Eenheid van de sterkte van een lens.	7.4	105
Divergente lichtbundel	Een bundel lichtstralen, die vanuit één punt steeds breder wordt.	6.1	68

## E

Eenheid	De maat waarin je iets meet.	1.4	14
Elektronische balans	Een weegschaal waarmee je heel nauwkeurig kunt meten.	1.4	15
Emulgator	Een hulpstof die ervoor zorgt dat bijvoorbeeld olie en water gemengd blijven.	2.2	23
Emulsie	Vloeibaar mengsel van vloeistoffen die fijn verdeeld zijn en niet in elkaar oplossen. In mayonaise bijvoorbeeld zitten olie en azijn.	2.2	23
Evenwijdige lichtbundel	Een bundel lichtstralen, die steeds even breed blijft.	6.1	68
Extractie	Het scheiden van een mengsel door gebruik te maken van verschil in oplosbaarheid. Bijvoorbeeld bij het zetten van thee. De bladeren lossen niet op maar de thee wel.	2.3	26

## F

Fase	Vaste, vloeibare en gasvorm van een stof. Water kan bijvoorbeeld voorkomen als ijs, vloeistof of als waterdamp.	4.1	41
Filtratie	Het scheiden van een mengsel van een vloeistof en een vaste stof met behulp van een filter. Bijvoorbeeld met een theezakje kun je de blaadjes scheiden van de thee.	2.3	26



Begrip	Betekenis	§	Blz
Focus	Het punt waar de lichtstralen van een evenwijdige bundel achter de lens samenkomen. Hetzelfde als brandpunt.	6.4	80

## G

Gele vlek	Plaats op het netvlies, met erg veel lichtgevoelige cellen op een klein gebied.	7.1	89
Gezichtsveld	Het gebied dat een oog kan zien zonder te bewegen. Dit wordt beschreven als een hoek, dus in graden.	7.2	93
Grondwater	Dat deel van het regenwater dat in de grond zakt.	3.1	32
Grootheid	Een eigenschap die je kunt meten.	1.4	13

## H

Helder	Je kunt er doorheen kijken, tegenovergestelde van troebel.	2.2	22
Holle lens	Een lens die in het midden dunner is dan aan de randen.	6.4	79
Hoornvlies	Doorzichtig "raam" voor de pupil. Werkt door zijn halve bolvorm ook als een vaste lens.	7.1	91

## I

Indampen	Het scheiden van een vloeibaar mengsel. De stof met het hoogste kookpunt blijft achter. Bijvoorbeeld bij het maken van zout uit zeewater. Je laat het water verdampen en het zout blijft achter.	2.3	27
Iris	Gekleurde band om de pupil. Het kan de pupil groter en kleiner maken.	7.1	91

## K

Kegeltjes	Kleurgevoelige lichtontvangers op het netvlies.	7.1	91
Kijklijn	Rechte lijn waarlangs het licht zich beweegt van een punt van een voorwerp naar het oog.	7.2	93
Kleurloos	Helder en heeft geen kleur.	2.2	22
Kookpunt	De temperatuur waarbij een stof gaat koken.	1.2	10
Koolstofdioxide blusser	Brandblusapparaat waar koolstofdioxidegas uitkomt.	4.3	47
Kunstmatig	Door mensen gemaakt (uit materialen die wel in de natuur voorkomen).	1.1	7

## L

Levende natuur	Planten of dieren.	1.1	7
Levenloze natuur	Alles wat in de natuur voorkomt, behalve planten en dieren. Zoals bijvoorbeeld zand, klei, water, lucht, de maan.	1.1	7

Begrip	Betekenis	S	Blz
Lichtbron	Alles wat licht geeft, bijvoorbeeld de zon of een lamp.	6.1	66
Lichtgevoelige cellen	Cellen op het netvlies, die gevoelig zijn voor licht.	7.1	89
Lichtstraal	Rechte lijn waarlangs het licht beweegt. Je tekent een lichtstraal als een rechte lijn met een pijltje in de richting van het licht.	6.1	67
Liniaal	Instrument waarmee je lengte kunt meten in cm of dm of inches.	1.4	15
Lompen	Oude kleding of ander oud textiel.	5.2	59

## M

Maatbeker	Glazen beker waarmee je het volume van een vloeistof kunt meten in deciliters.	1.4	15
Maatcilinder	Smalle glazen beker waarmee je het volume van een vloeistof nauwkeuriger kunt meten in milliliter.	1.4	15
Massa	De hoeveelheid van een stof, uitgedrukt in gram of kilogram.	1.4	13
Meetlint	Een soort lange liniaal, die je kunt oprollen. Je kunt er de lengte van een kamer mee opmeten.	1.4	15

## N

Nabijheidsafstand	Kortste afstand voor het oog, waarop we een voorwerp nog scherp op het netvlies kunnen afbeelden.	7.2	94
Nabijheidspunt	Punt, het dichtst voor het oog, waarop we een voorwerp nog scherp op het netvlies kunnen afbeelden.	7.4	101
Negatieve lens	Holle lens. Doet lichtstralen meer uit elkaar lopen.	7.4	103
Netvlies	Vlies aan de binnenholte van het oog, bedekt met lichtgevoelige puntjes.	7.1	89

## O

Oogbol	Het totale oog. Dit is vrijwel een bol.	7.1	89
Oogkas	Holte in het hoofd, waar het oog in gelegen is.	7.3	97
Ooglens	Lens in het oog, die platter en bolter kan worden.	7.1	90
Ooglid	Lid, waarmee we het oog van de buitenwereld kunnen afsluiten. Bijvoorbeeld als we slapen.	7.3	96
Oogspiertjes	Spiertjes die de oogbol kunnen draaien.	7.1	89
Oogzenuw	Brengt de lichtindruk van het oog naar de hersenen.	7.1	89
Oplossing	Helder, vloeibaar mengsel van een vloeistof met een andere stof. Dit kan zijn een gas, een vloeistof of een vaste stof. Bijvoorbeeld suiker opgelost in water. Sputwater is een oplossing van koolstofdioxide gas in water.	2.2	22



Begrip	Betekenis	§	Blz
Oppervlakte water	Het water in rivieren, meren en rooien.	3.1	31
Organisme	Levend wezen.	4.4	51
Oudziend	Dit komt voor bij oudere mensen. De ooglenzen zijn te zwak geworden. Zij kunnen vaak nog goed in de verte kijken, maar niet dichtbij. Dit kun je verhelpen met een leesbril, deze heeft positieve lenzen.	7.4	104

## P

Pixels	Een klein blokje op een tv-scherm of monitor, waarin de basiskleuren voorkomen. De pixels vormen samen het beeld.	6.1	69
Positieve lens	Bolle lens. Doet lichtstralen meer naar elkaar toe lopen.	7.4	102
Prikkel	Een signaal uit de omgeving dat je waarneemt met je zintuigen. Bijvoorbeeld licht, geluid, geur, warmte, kou, druk, trilling.	1.3	12
Pulp	Mengsel van kleine houtvezels met water.	5.2	59
Pupil	Opening in het oog waardoor het licht binnenkomt.	7.1	89

## R

Reactieschema	Manier om een scheikundige reactie te noteren. De beginstoffen staan vóór de pijl en de producten na de pijl.	4.4	50
Rijpen	De verandering van water van de gasfase naar de vaste fase. Bijvoorbeeld in het vriesvak van een ijskast ontstaat ijs op de wand, doordat waterdamp rijpt.	4.1	42

## S

Schaalverdeling	De streepjes op een meetinstrument om een grootte af te kunnen lezen. Bijvoorbeeld op een liniaal of een maatcilinder of een weegschaal.	1.4	15
Schuifmaat	Een instrument om heel nauwkeurig een kleine lengte te meten. Bijvoorbeeld de dikte van een draad of de breedte van een spijker.	1.4	15
Smelten	De verandering van een stof van de vaste fase naar vloeistoffase. Bijvoorbeeld het smelten van een blokje ijs	4.1	40
Smeltpunt	De temperatuur waarbij een stof smelt. Bijvoorbeeld water smelt en stopt bij 0 graden Celcius.	1.2	10
Spectrum	De kleurenband rood, oranje, geel, groen, blauw en violet. Je kunt dit zien, als wit licht van de zon op een prisma valt en bij een regenboog (arco iris).	6.1	68
Spiegelbeeld	Het beeld van een voorwerp dat je achter de spiegel kunt zien.	6.3	75

Begrip	Betekenis	S	Blz
Staafjes	Zwart-wit lichtontvangers op het netvlies.	7.1	91
Stereoscopisch gezichtsveld	Het gebied dat door elk van de twee ogen gezien kan worden. Dit maakt het mogelijk om diepte te zien.	7.2	93
Sterkte van een lens	Dit geeft aan hoe goed een lens lichtstralen kan breken. Hoe bollor de lens, hoe sterker positief. Hoe holler, hoe sterker negatief. Bij een sterke lens hoort een korte brandpuntsafstand.	7.4	103
Stollen	De verandering van een stof van de vloeistoffase naar de vaste fase. Als vloeibare lava afkoelt, dan stolt het tot vaste lava.	4.1	42
Stopwatch	Instrument waarmee je de duur van de tijd kunt meten in minuten en seconden.	1.4	14
Sublimeren	De verandering van een stof van de vaste fase naar de gasfase. Bijvoorbeeld bij het verwarmen van de vaste stof jood ontstaat paarse jooddamp.	4.1	42
Suspensie	Vloeibaar mengsel van vloeistof en deeltjes vaste stof, die hierin zweven. Bijvoorbeeld modderwater.	2.2	23
Symmetrische terugkaatsing	De hoek tussen de invallende lichtstraal en de spiegel is even groot als die tussen de teruggekaatste lichtstraal en de spiegel.	6.3	76

## T

Tanki	Gat in de grond waarin het regenwater blijft staan.	3.2	34
Teststrookje	Strookje waarmee je een stoffeigenschap kunt waarnemen door een kleurverandering.	1.4	16
Thermometer	Instrument waarmee je de temperatuur kunt meten in graden Celcius of Fahrenheit.	1.4	16
Totale gezichtsveld	Het totale gebied dat beide ogen samen kunnen zien.	7.2	93
Traanklier	Een orgaan dat zich boven het oog bevindt en traanvocht produceert.	7.3	96
Traanvocht	Vocht uit de traanklier. Dit is nodig om de oogbol nat te houden.	7.3	96

## V

Verbranding	Chemische reactie tussen brandstof en zuurstof.	4.3	48
Verdampen	De verandering van een stof van de vloeistoffase naar de gasfase. Bijvoorbeeld een plas water kan in een paar uur verdampen. Het is dan waterdamp of gas geworden.	3.1	31
Verhitten	Het toevoeren van warmte aan een stof, hetzelfde als verwarmen.	4.1	41



Begrip	Betekenis	\$	Blz
Verziend	Als je goed in de verte kan zien, maar slecht dichtbij. Het is te verhelpen met een bril met positieve lenzen.	7.4	99
Vezel	Draadje stof, hetzelfde als fiber.	5.2	59
Virtueel	Het beeld dat je achter de spiegel of achter de lens ziet.	6.3	76
Volume	De uitgebreidheid van een stof. Dit is hetzelfde als inhoud.	1.4	13
Voorwerpafstand	Afstand tussen het voorwerp en de spiegel.	6.4	79
Vuur	Hete gassen die ontstaan door een verbrandingsreactie. Deze hete gassen geven licht.	4.3	47

## W

Waarnemen	Iets te weten komen van je omgeving. Dit doe je met behulp van je zintuigen. Bijvoorbeeld zien, horen, ruiken, proeven, voelen.	1.3	11
Warmtegeleiding	De eigenschap hoe snel een stof warm wordt of afkoelt. Een zilveren lepel wordt snel warm in de soep maar een houten lepel niet.	1.2	8
Waterdamp	Gasvormig water.	1.1	7
Weegschaal	Instrument waarmee je de massa van iets meet in gram of kilogram.	1.4	15
Wimpers	Haren aan het eind van de oogleden.	7.3	96

## Z

Zintuigen	Ogen, oren neus, tong en huid.	1.3	11
Zuurstof	Gas dat in de lucht voorkomt en nodig is bij verbranding.	4.3	48
Zweven	Als een stof niet omhoog en niet naar beneden gaat. Bijvoorbeeld een duikboot die onder in het water zweeft.	2.2	22

# NA BISTA

In dit leerboek kun je lezen  
over dingen die je tegenkomt in

je dagelijks leven: de voorwerpen op je tafel,  
je lichaam, planten en dieren, licht en  
warmte, stenen en sterren, wind en water.  
Maar het blijft niet bij lezen! Je leert al die  
dingen ook te onderzoeken. Onderzoeken  
betekent dat je afwisselend iets bedenkt en  
iets doet. De opdrachten die daarvoor krijgt  
staan in het werkboek.

Achterin het boek is een verklarende  
begrippenlijst opgenomen van moeilijke  
woorden. Hierin staat ook waar dit woord  
voor het eerst wordt gebruikt.

Je leert in Natuur en Techniek dus door te  
onderzoeken, door erover te lezen en door  
erover te discussiëren.

Natuur en Techniek bestaat uit NATuurkunde,  
Biologie, Scheikunde, Techniek en  
Aardrijkskunde: NA BISTA dus!



ISBN 99904-89-10-6

