



# Blok 4

## INHOUD

### BASISSTOF

T1	Water in de natuur	100
W1		101
T2	De herkomst van water	101
W2		103
T3	Het gebruik van water	103
W3		106
T4	Verdampen en koken	107
W4		108
T5	Zuiveringsmethoden	108
W5		110
T6	Actief zuiveren	110
W6		112
T7	Oplossingen	113
W7		116
T8	Drinkwaterbereiding	116
W8		120

### HERHAALSTOF

H1	Water in de natuur en het gebruik van water	120
H2	Zuiveringsmethoden	122
H3	Giftige stoffen en diverse 'oplossingen'	123
H4	Drinkwater maken	125

### EXTRASTOF

E1	Afvalwaterzuivering	127
E2	Een chromatogram maken	131
E3	Gezond water, een schone zaak	133
E4	Oefenvragen en opgaven	133

## LEERDOELEN

- 1 Je moet weten wáár op aarde water voorkomt en in welke vormen. [P1, T1, W1]
- 2 Je moet drie soorten water kennen en de verschillen in samenstelling en herkomst kunnen aangeven. [T2, W2]
- 3 Je moet weten wat we onder de kringloop van water verstaan. [T2, W2]
- 4 Je moet kunnen verklaren waarom het water van de zeeën en oceanen zout is. [T2, W2]
- 5 Je moet minstens zes toepassingen van water in het dagelijks leven kennen. [T3, W3]
- 6 Je moet minstens vier toepassingen kennen van water als spoelmiddel. [T3, W3]
- 7 Je moet weten op welke twee manieren we water gebruiken bij het klaarmaken van eten. [T3, W3]
- 8 Je moet het verschil kennen tussen een zuivere stof en een mengsel. [T4, W4]
- 9 Je moet weten wat indampen van een vloeistof is en een eenvoudige indamp-proef kunnen uitvoeren. [P4, T4, W4]
- 10 Je moet weten wat we met een mengsel bedoelen. [T4, W4]
- 11 Je moet weten wat bedoeld wordt met bezinken, filtreren en decanteren en hoe hiervan gebruik gemaakt wordt bij de bereiding van drinkwater. [P5, T5, W5]
- 12 Je moet weten wat we onder vergiftiging en giftige dosis verstaan. [T6, W6]
- 13 Je moet weten wat adsorptie is en hiervan voorbeelden kunnen noemen. [P6, T6, W6]

# Het gebruik van water



- 14** Je moet het verschil en de overeenkomst kennen tussen een oplossing, een emulsie en een suspensie en hiervan voorbeelden kunnen noemen. [P6, T6, W6]
- 15** Je moet weten wat we met een oplossing bedoelen. [P6, T6, W6, P7, T7, W7]
- 16** Je moet weten wat we bij een oplossing met 'het oplosmiddel' en 'de opgeloste stof' bedoelen. [P7, T7, W7]
- 17** Je moet weten wat we met de concentratie van een stof in een oplossing bedoelen. [T7, W7]
- 18** Je moet weten hoe je kunt onderzoeken of je met een zuivere stof of een oplossing te maken hebt. [P7, T7, W7]
- 19** Je moet weten aan welke eisen goed drinkwater moet voldoen en aan kunnen geven waarom 'helder water' geen goed drinkwater hoeft te zijn. [T7]
- 20** Je moet de twee redenen kunnen noemen waarom de toelaatbare hoeveelheid van schadelijke stoffen in drinkwater sterk verschilt. [T7]
- 21** Je moet weten wat met de oplosbaarheid van een stof in een oplosmiddel bedoeld wordt. [T7]
- 22** Je moet de belangrijkste grondstoffen voor de bereiding van drinkwater kennen met hun voor- en nadelen. [T8, W8, T2, W2]
- 23** Je moet weten hoe en waar drinkwater uit zeewater wordt gemaakt en waarom dit in Nederland niet aantrekkelijk is. [T8]
- 24** Je moet weten wat met infiltratie en zelfreiniging van grond- en oppervlaktewater bedoeld wordt en aan kunnen geven welke processen daarbij optreden. [T8, W8]
- 25** Je moet weten wat desinfecteren van drinkwater betekent. Je moet de drie methoden van desinfectie kennen met hun voor- en nadelen. [T8, W8]
- 26** Je moet weten welke gevolgen het gebruik van drinkwater heeft voor natuur en milieu. [T8, W8]
- 27** Je moet aan kunnen geven op welke manieren de gevolgen van het drinkwatergebruik voor natuur en milieu beperkt kunnen worden. [T8, W8]

## T1 Water in de natuur

### Waar tref je op aarde water aan?

Driekwart van de oppervlakte van de aarde is bedekt met *zeeën, meren* en *rivieren* (figuur 1).

Vlak onder het aardoppervlak zit een laag *grondwater*. In de lucht zit veel *waterdamp*. Daaruit kunnen mist, wolken en regen ontstaan. Op de poolkappen van de aarde en in het hooggebergte vind je water in de vorm van *sneeuw* en *ijs* (figuur 2).

### Water en het milieu

Ons milieu is de omgeving waarin wij leven. Denk aan de steden, de lucht, de weiden, de bossen, de meren, maar ook aan de zee. Water is een belangrijk onderdeel van ons milieu. Vooral in een waterrijk land als Nederland. Om ook in de toekomst te kunnen leven op aarde, moeten wij het milieu schoon houden. We moeten verontreiniging van het water voorkomen.

FIG. 1 De Niagara-waterval.



### Soorten water op aarde

Je kunt het water op aarde twee manieren indelen. Je kunt kijken naar de *herkomst* van het water ('Waar komt het water vandaan?') of naar het gebruik van het water.

### Samenvatting

*Driekwart* van de oppervlakte van de aarde is bedekt met water.

Het meeste van dit water is *zout* (in zeeën en oceanen). 'Zoet' water tref je aan in meren, rivieren en grondwater.

Water in *vaste vorm* (sneeuw en ijs) vind je vooral op de aard-polen en in het hooggebergte.

In *dampvorm* zit water in de lucht (waterdamp).

*Mensen, dieren en planten* hebben zoet water nodig. Maar 1,2% van al het water op aarde is zoet.

Water is een *belangrijk* onderdeel van ons milieu.

*Waterverontreiniging* bedreigt het leven op aarde.

Je kunt water op de volgende twee manieren indelen:

- Je kunt kijken naar de *herkomst* van water (zie T2).
- Je kunt kijken naar het *gebruik* van water (zie T3).

FIG. 2 Een ijsberg bij Groenland.



- 1 **a** In welke drie vormen (fasen) komt water op aarde voor?  
**b** In welke vorm komt water het meeste voor?  
**c** Schrijf op waar je de verschillende vormen van water op aarde aantreft.
- 2 **a** Wat is 'zoet' water?  
**b** Waar tref je op aarde zoet water aan?
- 3 **a** Voor wie of wat is zoet water belangrijk?  
**b** Noem drie diersoorten die zout water nodig hebben.  
**c** Noem ook drie diersoorten die zoet water nodig hebben.
- 4 **a** Op welke twee manieren kun je het water op aarde indelen?  
**b** Riool- en afvalwater van bedrijven verontreinigen het milieu. Hoe kan men dat voorkomen?

## T2 De herkomst van water

We onderscheiden grondwater, oppervlakte-water en zeewater. Die drie soorten hebben meestal een andere samenstelling. Vooral zeewater verschilt sterk van de twee andere soorten.

### Grondwater

Grondwater zit onder het aardoppervlak. Het valt eerst als regen of sneeuw op de aarde. Het dringt dan door in de bodem en stoot op grotere diepte op een waterdichte laag. Bijvoorbeeld een laag klei of steen. Daarboven ontstaat zo een laag grondwater (figuur 3).

FIG. 3 Boren naar grondwater.



Op de reis naar beneden lossen in het regenwater allerlei zouten uit de bodem op. Behalve kunstmest is dat vooral keukenzout.



### ZOUTEN

Keukenzout is één van de vele zoutsoorten op aarde. Je herkent een zout aan de zoute smaak. Bijna alle zouten lossen goed op in water.

Het grondwater komt terecht in sloten, vaarten, meren en rivieren. Via de grote rivieren komt het grondwater op den duur in de zee terecht. Dus ook de zouten die in het water zitten opgelost. De zon kan het zeewater wel verdampen, maar de zouten erin niet. In de loop van vele miljoenen jaren zijn de zeeën daardoor steeds zouter geworden.

### Oppervlakte-water

De bovenste laag van het 'zoete' water op aarde noemen we oppervlakte-water. Dat is dus de bovenste laag op meren, rivieren, vaarten en sloten.

### Zeewater

Dit is het zoute water in alle zeeën en oceanen. Zeewater is heel langzaam steeds zouter geworden.

### De kringloop van het water

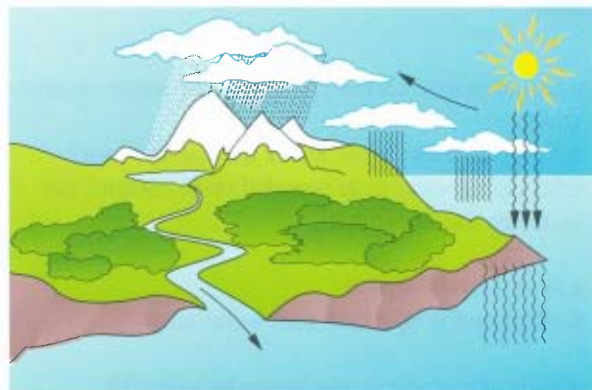
De zon verwarmt zeeën en oceanen. Daardoor verdamppt het zeewater. De waterdamp stijgt op en koelt af. Door het afkoelen ontstaan wolken. Uit de wolken valt het water als sneeuw of regen weer op aarde. Dit noemen we de *grote waterkringloop*.

Er is ook een *kleine waterkringloop*. Daarbij gaat het om de verdamping van het *zoete* water uit sloten, beken, rivieren en meren.

Beide kringlopen samen noemen we de kringloop van het water (figuur 4). Die kringloop herhaalt zich voortdurend.

Het water uit oceanen, zeeën en meren wordt tijdens de kringloop op *natuurlijke wijze* gezuiverd. Het zout verdamppt niet en blijft achter in zee.

FIG. 4 De grote en de kleine kringloop van het water.



### Samenvatting

Naar *herkomst* onderscheiden we grondwater, oppervlaktewater en zeewater.

Grondwater ontstaat uit *neerslag*. Het water sijpelt door de bodem naar een ondoordringbare laag. De in de bodem erin opgeloste zouten komen met het grondwater via de rivieren in zee terecht. Het gevolg is dat de zee langzaam steeds *zouter* wordt.

*Oppervlaktewater* is de bovenste laag van het zoete water in sloten, vaarten, meren en rivieren.

In *zeewater* zitten veel zouten, vooral *keukenzout*. De samenstelling van zeewater is heel anders dan van grond- en oppervlaktewater.

Zeewater en oppervlaktewater verdampen. De *waterdamp* stijgt op, koelt af en vormt *neerslag*. Uit de neerslag ontstaat weer *grondwater*, enzovoort.

Bij het zeewater noemen we dit proces de *grote waterkringloop*, bij het oppervlaktewater de *kleine waterkringloop*.

- 1 **a** Welke drie soorten water kun je onderscheiden als je let op de herkomst van het water?  
**b** Wat is de overeenkomst en het verschil tussen deze soorten water als je let op de samenstelling?
- 2 **a** Hoe en waaruit ontstaat grondwater?  
**b** Leg uit wat grondwater te maken heeft met het zoute zeewater.  
**c** Aan welke twee eigenschappen herken je een zout?
- 3 De waterspiegel van de Dode Zee (op de grens van Israël en Jordanië) ligt 394 m onder de zeespiegel. Het is de laagste zee ter wereld. Deze zee staat niet in verbinding met andere zeeën. Bovendien is het er heel heet. Het zoutgehalte van de Dode Zee is daardoor 26% (het hoogste ter wereld). Noem twee oorzaken voor het hoge zoutgehalte van de Dode Zee.
- 4 Op Texel werd tot voor kort drinkwater gemaakt uit zeewater. De drinkwaterfabriek werd gecombineerd met de elektriciteitscentrale. Tegenwoordig krijgt Texel zijn drinkwater via een leiding uit Noord-Holland.  
**a** Waarom is zeewater geen aantrekkelijke grondstof voor het maken van drinkwater?  
 Een elektriciteitscentrale heeft veel koelwater nodig voor de afvoer van warmte.  
**b** Waarom was het gunstig voor het energiegebruik van de drinkwaterfabriek om deze te combineren met een elektriciteitscentrale?
- 5 **a** Leg de kringloop van het water uit.  
**b** Wat is het verschil tussen de grote en de kleine kringloop?  
**c** Zeewater ondergaat bij verdamping een natuurlijk zuiveringsproces. Leg dit uit.

## T3 Het gebruik van water

FIG. 5 Water, het wonder uit de kraan.



FIG. 6 Een beregeningsinstallatie in werking.

Water heeft veel toepassingen. Water dient als *drinkwater* voor mens en dier (figuur 5). Drinkwater moet schoon genoeg zijn om het veilig te kunnen gebruiken.

In de land- en tuinbouw dient water als *bevoeiingsmiddel* voor gewassen. Denk aan de beregeningsinstallaties in de landbouw (figuur 6). We hebben het hier eigenlijk over 'drinkwater' voor planten.

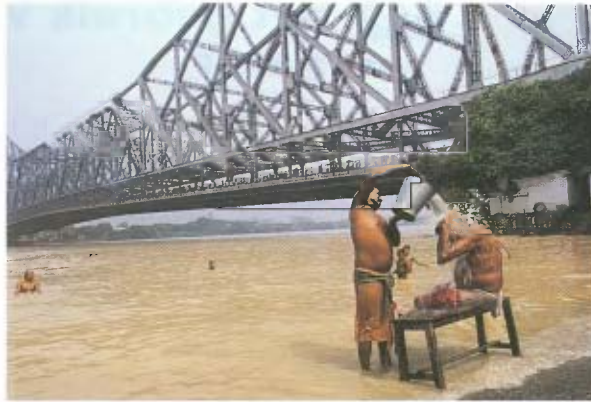


FIG. 7 Niet iedereen op de wereld kan comfortabel in bad.

Water wordt ook gebruikt als *was- en spoelmiddel*. Je doet de afwas, spoelt de WC door, wast de auto, de ramen, maar ook je lichaam (figuur 7), je kleding en groente en fruit.

Water is een belangrijk *transportmiddel van stoffen*. Die stoffen moeten dan fijn verdeeld zijn en niet in het water oplossen.



#### ZANDTRANSPORT

In Nederland wordt water als transportmiddel gebruikt voor zand. Het zand wordt dan als een brei (met water vermengd) door dikke buizen naar de juiste plek gespoten (figuur 8). Dat gebeurt ook bij de aanvoer van steenkoolpoeder naar grote elektriciteitscentrales.

Bij de scheepvaart over zee en op waterwegen maken schepen gebruik van het water. Hier is niet het water maar het schip het transportmiddel! (figuur 9).

Water kan ook dienen als *transportmiddel van warmte*. Denk aan koel- en verwarmingsinstallaties. Ook bij het koken van voedsel zorgt water voor het warmtetransport (figuur 10). Het brengt de warmte van de vlam via de bodem van de pan naar het voedsel. Het water verdeelt de warmte zodat het voedsel niet aanbrandt.

FIG. 8 Water als transportmiddel van zand.



FIG. 9 Transportschepen op de rivier.



#### WARMTETRANSPORT

Het water in de radiator van een auto voert de warmte van de motor af (figuur 11). De radiatoren van de centrale verwarming verdelen de warmte van de ketel over het huis. Ze voeren warmte toe.

FIG. 10 Warmtetransport: koken.



FIG. 11 Warmtetransport: autoradiator.



Voor het transport van stoffen kan water óók gebruikt worden als *oplosmiddel*. Denk aan het zetten van koffie en thee (figuur 12) en het innemen van medicijnen. Denk ook aan het transport van pekels door persleidingen.



#### ZOUTTRANSPORT

Bij de zoutwinning in Boekelo wordt het zout ondergronds opgelost in warm water. De 'pekelplossing' wordt naar boven gepompt. Door indampen wordt uit de pekelplossing zout gewonnen.

FIG. 13 Een stoomturbine in een elektriciteitscentrale.



Water is de *grondstof* voor het maken van *stoom* en *ijs*.

In stoom zit veel energie. In elektriciteitscentrales wordt deze energie gebruikt om elektrische energie op te wekken (figuur 13).

Aan ijs is juist veel energie onttrokken. Het kan gebruikt worden om te koelen, bijvoorbeeld bij het bewaren van voedsel.

Water is voor veel mensen belangrijk in hun vrije tijd. Denk aan de vele *water- en wintersporten* (figuur 14).

Een bijzonder toepassing is water als *blusmiddel*.

FIG. 12 Een koffiezetapparaat.



FIG. 14 Watersport.



## Samenvatting

Wij gebruiken water voor negen verschillende doeleinden.

- 1 Water als *drinkwater* voor mens en dier.
- 2 Water als *bevoeiingsmiddel* in de land- en tuinbouw.
- 3 Water als *was- en spoelmiddel* in het dagelijks leven.
- 4 Water als *transportmiddel van fijn verdeelde stoffen* die niet in water oplossen.
- 5 Water als *transportmiddel van warmte*. Dit geldt zowel voor afvoer van warmte (koeling van het motorblok) als de aanvoer (in de centrale verwarming).
- 6 Water als *oplosmiddel* voor stoffen (bijvoorbeeld thee en koffie).
- 7 Water als *grondstof voor stoom* (verwarming van ketels en productie van elektriciteit) en ijs (conservering van levensmiddelen).
- 8 Water voor *vrije-tijdsbesteding* (water- of wintersport).
- 9 Water als *blusmiddel* voor branden.

## BLOK 4 BASISSTOF

### W3

- 1 **a** Noem vijf voorbeelden van water als was- en spoelmiddel.  
Een autowasserette gebruikt erg veel water. Tegenwoordig wordt hierbij steeds meer een gesloten watersysteem aangebracht.  
**b** Waarom leveren autowasserettes problemen op voor het milieu?  
**c** Wat zou er met een gesloten watersysteem bedoeld worden?  
**d** Waarom is dit veel beter voor het milieu?
- 2 **a** Noem twee voorbeelden van water als transportmiddel voor (niet-opgeloste) vaste stof.  
**b** Noem een voorbeeld van water als transportmiddel voor de aanvoer van warmte.  
**c** Beantwoord dezelfde vraag voor de afvoer van warmte.
- 3 **a** Noem twee voorbeelden van water als transportmiddel van opgeloste stof.  
Bij de zoutwinning in Boekelo zijn geen mijngangen nodig. Er is wel veel energie nodig om het zout als vaste stof te winnen.  
**b** Welke energiesoort wordt hier bedoeld?
- 4 **a** Waarvoor dient het water bij het koken van eten?  
**b** Noem minstens vier toepassingen van water als spoelmiddel.
- 5 **a** Noem een toepassing van water in de vorm van stoom.  
**b** Noem een toepassing van water in de vorm van ijs.
- 6 Bij water- en wintersporten maak je gebruik van water, sneeuw of ijs.  
**a** Noem zes water- en wintersporten.  
**b** Geef bij elke sport aan welke functie het water heeft.

## T4 Verdampen en koken

### Zuivere stof en mengsel

Alles om ons heen bestaat uit stoffen. Water is zo'n stof, maar ook plastic, ijzer, lucht, hout, koper, enzovoort. Een stof kan in drie verschillende vormen of fasen voorkomen: *vast*, *vloeibaar* en *gasvormig*.

In water uit de natuur zijn meestal andere stoffen opgelost. Natuurlijk water is dus *géén zuivere stof*. In een zuivere stof zitten geen andere stoffen.

Een stof die uit verschillende stoffen bestaat noemen we een *mengsel*. Zo is lucht een mengsel van stikstof en zuurstof.

### Verdampen

Iedere vloeistof verdampt bij elke temperatuur. De snelheid van de verdamping hangt af van de hoogte van de temperatuur. Er wordt steeds vloeistof omgezet in damp. Boven de vloeistof hangt altijd een laagje damp. Niet alle vloeistoffen verdampen echter even snel (bij dezelfde temperatuur). Er zijn vluchtige vloeistoffen, die snel verdampen (ether) en minder vluchtige vloeistoffen (olie).

### Koken

Een vloeistof die kookt, gaat over in de gasfase. Overal in de vloeistof ontstaan dampbellen, die opstijgen en ontsnappen. Na enige tijd is de vloeistof helemaal verdampd.

Een zuivere stof kookt bij één bepaalde temperatuur: het kookpunt. Het kookpunt van zuiver water is 100 °C.

Door verdampen of koken kun je een opgeloste stof van een vloeistof scheiden. Als bij zout water het water verdampt, blijft er zout over. We noemen dit proces indampen.

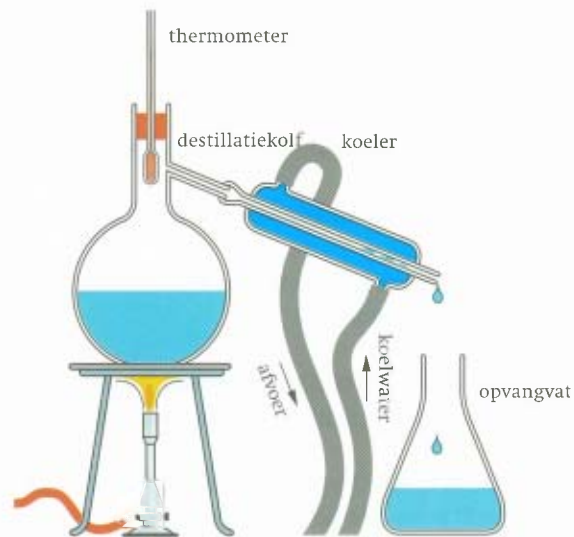


FIG. 15 Een destillatie-apparaat.



#### DESTILLATIE

Als je bij het indampen óók de vloeistof wilt terugwinnen, dan moet je dit proces uitvoeren in een destillatie-apparaat (figuur 15). In dit apparaat wordt de damp van de vloeistof afgekoeld. Daardoor condenseert de damp weer tot vloeistof. Deze vloeistof wordt opgevangen in een kolf. De vaste stof blijft achter in de destilleerkolf.



#### SALINES

Aan sommige stranden langs de Middellandse Zee wint men zout uit zeewater. Het zeewater wordt in bassins (salines) ingedampt. De zon levert de warmte die daarvoor nodig is.

### Samenvatting

Een *zuivere* stof bestaat uit één stof. Een *mengsel* bestaat uit verschillende stoffen.

Een *vloeistof* verdampt bij elke temperatuur.

Bij koken gaat een vloeistof over in de *gasfase*. Overal in de vloeistof ontstaan *dampbellen*.

Een zuivere stof kookt bij één bepaalde temperatuur: het *kookpunt*.

Bij *indampen* van een oplossing blijft de opgeloste stof achter.

- 1 **a** Wat is het verschil tussen een zuivere stof en een mengsel?  
**b** Noem een voorbeeld van een zuivere stof en een mengsel.  
**c** Wat is de overeenkomst en het verschil tussen ijs, water en waterdamp?
- 2 **a** Wat is het verschil tussen koken en verdampen?  
**b** Waaraan kun je zien dat een vloeistof kookt?
- 3 **a** Wanneer heeft een vloeistof één kookpunt?  
**b** Heeft zeewater hetzelfde kookpunt als kraanwater?  
 Licht je antwoord toe.
- 4 **a** Wat is 'indampen'?  
**b** Noem een toepassing van indampen.
- 5 In zeewater zit vooral keukenzout. Maar er zitten ook andere zouten in. In de ondergrondse zoutlagen in Boekelo zit zuiver steenzout (= grote stukken keukenzout).  
**a** Uit welke grondstof kun je het beste tafelsout maken?  
**b** Waarvoor zou je zeezout kunnen gebruiken? (Denk aan de winter.)

Het water op aarde is meestal niet geschikt als drinkwater. Natuurlijk water moet eerst gezuiverd worden. Deze paragraaf gaat over verschillende zuiveringsmethoden.

### Zuiveren van vloeistoffen

Voor het maken van drinkwater moeten kleine hoeveelheden verontreinigingen verwijderd worden. Die zweven als kleine deeltjes in het water of zijn erin opgelost.

*Zwevende deeltjes* kunnen verwijderd worden door bezinken en filtratie.

Als je water lange tijd met rust laat, zakken vuil en stofdeeltjes naar de bodem. Nog zwevende deeltjes kunnen daarna afgefiltreerd worden.

De vloeistof die uit het filter komt, heet het *filtraat*.

De stof die op het filter achterblijft, heet het *residu*.

*Opgeloste stoffen* kunnen verwijderd worden door er eerst onopgeloste stoffen van te maken. De onopgeloste stoffen kunnen daarna afgefiltreerd worden.

VOORBEELD: In zuurstofarm grondwater zitten zouten die de smaak bederven. Deze zouten kunnen door oxidatie met lucht omgezet worden in onoplosbare stoffen. De onopgeloste stoffen zijn daarna af te filtreren. Er blijft dan gezuiverd water over.

### Bezinken en filtreren

Veel waterleidingbedrijven gebruiken *oppervlaktewater* voor het maken van drinkwater. In oppervlaktewater zitten vuil- en stofdeeltjes die het water troebel maken. Daarom wordt het oppervlaktewater eerst een aantal maanden opgeslagen in grote spaarbekkens (figuur 16). Daarin bezinken vuil en stofdeeltjes. Zo verbetert de kwaliteit van het water door *zelfreiniging*.



FIG. 16 Spaarbekken in de Brabantse Biesbosch.

Ook op kleine schaal past men bezinken toe voor het zuiveren van vloeistoffen. In wijn die lange tijd bewaard is, zitten zwevende deeltjes. Door de fles enige tijd rechtop te laten rusten, zakken de zwevende deeltjes naar de bodem. Als de wijn voorzichtig in een karaf wordt geschonken, blijft het bezinksel achter. Deze manier van zuiveren heet *decanteren* (= afschenken).

Grote hoeveelheden water worden gezuiverd door het water door *zand- of grindfilters* te leiden. In de filters blijven de vaste deeltjes achter.

Tijdens het practicum heb je voor het filtreren een filter gebruikt van *filtreerpapier*. In het filtreerpapier zitten hele kleine openingen. Deeltjes groter dan de openingen worden door het filtreerpapier tegengehouden. Wat door het filter loopt, noem je het *filtraat*. Wat op het filter achterblijft, heet het *residu*.

### Samenvatting

*Natuurlijk water* is vaak verontreinigd met zwevende vaste deeltjes of kleine hoeveelheden opgeloste stof.

Voor het maken van drinkwater moeten deze verontreinigingen uit het water verwijderd worden.

*Vaste deeltjes* laat je zoveel mogelijk bezinken (zelfreiniging van het oppervlaktewater). Daarna worden ze gefiltreerd.

*Opgeloste stof* wordt eerst omgezet in een onoplosbare stof en daarna afgefiltreerd. Dat gebeurt bij het verwijderen van bepaalde zouten uit zuurstofarm grondwater.

Op grote schaal wordt met *zand- of grindfilters* gefiltreerd, op kleinere schaal met filterdoek of filtreerpapier.

Het *filtraat* is de vloeistof die door het filter loopt. Wat op het filter achterblijft is het *residu*.

- 1 Je moet slootwater zuiveren van zwevende deeltjes.
  - a Beschrijf hoe je dat doet.
  - b Hoe heet de toegepaste scheidingsmethode?
- 2 Op welke twee manieren kan een opgeloste stof uit een vloeistof verwijderd worden?
- 3 Bedenk een of meer eenvoudige manieren om de volgende mengsels te scheiden:
  - a loden bolletjes en even grote bolletjes piepschuim;
  - b aluminiumbolletjes en even grote ijzeren bolletjes;
  - c ijzeren spijkertjes en ijzerpoeder;
  - d houtmeel en koperpoeder;
  - e krijtpoeder en water.
- 4
  - a Noem minstens twee huishoudelijke bezigheden waarbij gefiltreerd wordt. Bedenk dat ook 'zeven' een (grove) vorm van filtreren is.
  - b Wat versta je bij filtreren onder het filtraat en wat onder het residu?
  - c Wat is decanteren?
  - d Hoe wordt decanteren op grote schaal gebruikt bij de bereiding van drinkwater?

### Giftige stoffen in water

In natuurlijk water komen vaak giftige stoffen voor. De opname van deze stoffen kan tot *vergiftiging* leiden. Processen in het lichaam verlopen dan niet zoals het hoort. Er treden storingen op die de dood tot gevolg kunnen hebben. Uiteraard mogen deze giftige stoffen niet in drinkwater voorkomen. Deze stoffen moeten bij de bereiding van drinkwater uit het natuurlijke water gehaald worden.

### Giftige werking

De giftige werking van een stof hangt af van de totaal ontvangen hoeveelheid stof. De totaal ontvangen hoeveelheid noemen we de *dosis*.

De *giftige dosis* is de hoeveelheid stof die vergiftiging tot gevolg heeft.

De giftige dosis is voor verschillende stoffen héél verschillend. Voor sommige stoffen is de giftige dosis vrij groot, voor andere stoffen heel klein. Hoe giftiger de stof des te kleiner is de giftige dosis.

We noemen een stof giftig als een kleine dosis al tot vergiftiging leidt.



#### HOEVEEL IS TE VEEL?

Een definitie van een giftige stof is niet te geven. Van veel stoffen is een kleine dosis onschadelijk. Een grote dosis tegelijk of met regelmaat kleine doses kan vergiftiging tot gevolg hebben (keukenzout en alcohol).

Keukenzout is niet giftig. Te veel keukenzout eten kan ernstige gevolgen hebben voor de gezondheid (figuur 17).

Geneesmiddelen zijn bedoeld om te genezen. Ze moeten bepaalde processen in ons lichaam beter laten verlopen. Geneesmiddelen zijn ook giftig. Inname van te grote hoeveelheden is gevaarlijk. De apotheker waarschuwt niet voor niets. Houd geneesmiddelen uit de buurt van kinderen.

Kinderen zien elke tablet aan voor een snoepje. Ook is de giftige dosis voor kinderen veel kleiner is dan voor volwassenen.



FIG. 17 Een giftige dosis keukenzout.

De giftige dosis wordt vaak stapje voor stapje opgebouwd. Giftige stoffen komen meestal maar met kleine beetjes tegelijk het lichaam binnen. Ze worden niet in het lichaam afgebroken of met de urine of ontlasting verwijderd. Daardoor neemt de dosis langzaam toe. Zo hopen zware metalen als lood en kwik zich op in het lichaam. Onkruidbestrijdingsmiddelen kunnen zich ophopen in vetweefsel. Door langdurige regelmatige inname kan de giftige dosis vrij snel bereikt worden.

### Adsorptie van stoffen

Heel kleine hoeveelheden opgeloste stoffen in water kunnen niet alleen een giftige werking hebben. Ze kunnen ook de smaak van het water bederven. Deze stoffen kunnen worden verwijderd door het water door filters met *actieve kool* te leiden (figuur 18). De opgeloste stoffen hechten zich aan de actieve kool. We noemen dit *adsorptie*.



**NORIT**

De Nederlandse merknaam voor actieve kool is Norit.

### Stoffen in vloeistoffen

In een vloeistof kunnen andere stoffen zitten.

We spreken van een *oplossing* als de vreemde stof heel fijn verdeeld is. Een opgeloste stof is door filtreren niet van de vloeistof te scheiden.

Veel gebruikte oplosmiddelen zijn water, alcohol en wasbenzine. De opgeloste stof kan als vaste stof, vloeistof of gas aanwezig geweest zijn.

Sommige *vloeistoffen* lossen slecht op in een bepaald oplosmiddel. Door te schudden wordt zo'n vloeistof in zeer kleine druppeltjes verdeeld. De kleine druppeltjes zweven in het 'oplosmiddel'. Je spreekt dan van een *emulsie* (figuur 19).



FIG. 18 Het effect van actieve kool.



FIG. 19 In een emulsie zweven kleine vloeistofdruppeltjes in een andere vloeistof.



FIG. 20 In een suspensie zweven kleine vaste deeltjes in een vloeistof.

Ook *vaste stoffen* lossen soms slecht op in een bepaalde vloeistof. Je kunt deze vaste stof toch in de vloeistof 'oplossen'. De vaste stof moet dan uit een zeer fijn poeder bestaan. Door goed te roeren worden de poederdeeltjes goed verdeeld. De poederdeeltjes blijven in de vloeistof zweven. Je spreekt dan van een *suspensie* (figuur 20).

### Samenvatting

In water opgeloste stoffen kunnen *vergiftiging* veroorzaken.

De totaal opgenomen hoeveelheid giftige stof heet de *dosis*.

Een *giftige dosis* veroorzaakt vergiftiging. De *grootte* van de giftige dosis is voor elke stof verschillend. Hoe giftiger de stof, hoe kleiner de giftige dosis is.

Soms wordt de giftige dosis in ons lichaam *langzaam* opgebouwd door *regelmatige* inname (bijvoorbeeld lood en kwik).

Kleine hoeveelheden opgeloste vaste stof of gas kunnen vaak uit een oplossing worden verwijderd door *adsorptie*.

Behalve *oplossingen* kennen we ook emulsies en suspensies.

*Emulsies* zijn vloeistoffen met fijn verdeelde vloeistofdruppeltjes.

*Suspensies* zijn vloeistoffen met fijn verdeelde deeltjes vaste stof.

- 1 Leg uit wat de volgende begrippen betekenen.
  - a vergiftiging;
  - b dosis;
  - c giftige dosis.
  
- 2 Welke giftige stof is gevaarlijker: een stof met een grote of een stof met een kleine giftige dosis? Licht je antwoord toe.
  
- 3 Lood is voor mensen en hogere dieren een giftige stof. Vroeger gebruikte men binnenshuis veel loden waterleidingen. Tegenwoordig zijn de waterleidingbuizen van koper. Koper is voor mensen en hogere diersoorten minder giftig. Voor schimmels is koper echter heel giftig. Oude gebouwen hebben vaak nog waterleidingen van lood.
  - a Waarom moet je in zo'n oud gebouw de kraan flink laten doorlopen, voordat je een glaasje drinkwater tapt?
  - In de land- en tuinbouw worden planten met oplossingen van koperzouten bespoten om schimmelziektes te bestrijden.
  - b Waarom is dit voor de gebruikers van land- en tuinbouwprodukten niet slecht?
  
- 4 Bij de fabricage van glas en glazuren wordt veel loodmenie gebruikt. Leg uit waarom bij deze fabricageprocessen een goede stofafzuiging en het gebruik van stofmaskers of verse-lucht-kappen van groot belang zijn (figuur 21).

FIG. 21 Werken met een verse-lucht-kap.



- 5 In gasmaskers zit een patroon met actief koolpoeder. Het koolpoeder adsorbeert de giftige gassen. Na enige tijd blootstelling aan giftige gassen moet het patroon worden vervangen.
- a** Geef hiervoor een verklaring.
- Norit is een koolpoeder. Door een speciale bewerking met stoom hebben de korrels veel hele kleine openingen gekregen. De oppervlakte van de korrels is daardoor honderden malen groter geworden.
- b** Leg uit waarom een grote oppervlakte zo belangrijk is voor een adsorptiemiddel.
- 6 **a** Welke verschillen zijn er tussen een oplossing, een emulsie en een suspensie?
- b** Welke overeenkomsten zijn er tussen een oplossing, een emulsie en een suspensie?

## BLOK 4 BASISSTOF

# T7 Oplossingen

### Oplossingen

Een oplossing is een vloeistof waarin een vaste stof of een gas is opgelost. De *opgeloste stof* is de stof die in de vloeistof is opgelost. De vloeistof zelf noemen we het *oplosmiddel*.

De hoeveelheid van een stof in een bepaalde hoeveelheid oplossing of mengsel wordt aangegeven met de *concentratie*. De concentratie kan op verschillende manieren berekend worden.

Je kunt aan een vloeistof vaak niet zien of er een andere stof in is opgelost. Dat komt doordat de opgeloste stof heel fijn verdeeld is. Ook is de kleur van de vloeistof meestal niet veranderd.

Bij oplossingen in water kun je vaak proeven of er een stof in zit. Voor suiker- en zoutoplossingen kan dat geen kwaad. Maar als er een onbekende stof is opgelost, kan dat zeer gevaarlijk zijn.

Vaak kun je goed ruiken of er een andere stof is opgelost. Zo kun je de aanwezigheid van ammoniak, chloor of azijnzuur in een oplossing duidelijk ruiken. Maar ook dáármee moet je voorzichtig zijn. Houd de reageerbuis eerst op enige afstand en waai een beetje damp uit de reageerbuis naar je neus toe. Niet meteen boven de reageerbuis 'vol opsnuiven'!

### Schadelijke stoffen in drinkwater

Drinkwater moet helder zijn (figuur 22). Maar helder water hoeft nog geen goed drinkwater te zijn. Er kunnen stoffen inzitten die het water giftig of onsmakelijk maken. Aan het water kun je dat vaak niet zien.

Drinkwaterbedrijven controleren de kwaliteit van het drinkwater voortdurend. Ze onderzoeken of bepaalde stoffen in het drinkwater voorkomen en zo ja in welke concentraties.

FIG. 23 Toelaatbare concentraties stoffen in drinkwater.

WAARDEN DIE NIET MOGEN WORDEN OVERSCHREDEN		WAARDEN DIE IN BEPAALDE GEVALLEN MOGEN WORDEN OVERSCHREDEN	
onderwerp	waarde	onderwerp	waarde
1 arseen	50 µg/l As	1 kleurintensiteit	20 mg/l Pt/Co-schaal
2 cadmium	5 µg/l Cd	2 troebelingsgraad	10 mg/l SiO <sub>2</sub> of de overeenkomende waarde in formazine-troebelingseenheden
3 cyaniden	50 µg/l CN	3 geurverduunningsfactor	2 bij 12 °C 3 bij 25 °C
4 chroom	50 µg/l Cr	4 smaakverduunningsfactor	2 bij 12 °C 3 bij 25 °C
5 kwik	1 µg/l Hg	5 temperatuur	25 °C
6 nikkel	50 µg/l Ni	6 zuurgraad	7 < pH < 9,5
7 lood	50 µg/l Pb	7 droogresten (bij 180 °C)	1000 mg/l
8 antimoon	10 µg/l Sb	8 sulfaat	150 mg/l So <sup>-2</sup>
9 seleen	10 µg/l Se	9 fluoride	1,1 mg/l F
10 pesticiden		10 ammonium	0,16 mg/l N
waaronder worden verstaan:		11 organisch gebonden stikstof	1 mg/l N
– organochloor-pesticiden en hun isomeren		12 nitriet	0,1 mg/l NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>
– choline-esterase-remmers		13 nitraat	50 mg/l NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
– carbamaten		14 fosfaat (totaal)	2 mg/l P
– andere bestrijdingsmiddelen alsmede polyhalogeen bi- en trifenylen		15 oxideerbaarheid met kaliumpermanganaat (bepaling uitgevoerd in zuur milieu)	5 mg/l O <sub>2</sub>
– per afzonderlijke stof	0,1 µg/l	16 natrium	120 mg/l Na <sup>+</sup>
– totaal	0,5 µg/l	17 kalium	12 mg/l K <sup>+</sup>
11 polycyclische aromatische koolwaterstoffen	0,2 µg/l	18 magnesium	50 mg/l Mg <sup>+2</sup>
12 bacteriën van de coligroep	– in drinkwater bij het verlaten van het pompstation minder dan 1 per 300 ml – in drinkwater in het distributiegebied minder dan 1 per 100 ml	19 aluminium	0,2 mg/l Al
		20 ijzer	0,2 mg/l Fe
		21 mangaan	50 µg/l Mn
		22 zilver	10 µg/l Ag
		23 barium	500 µg/l Ba
		24 minerale olie	10 µg/l



FIG. 22 Is het drinkwater wel helder?

De hoeveelheid *schadelijke stof* die in drinkwater mag voorkomen is per stof verschillend. Niet elke stof is even giftig. Van een minder giftige stof is de toegelaten concentratie in het algemeen hoger dan van een giftiger stof.

De toelaatbare concentratie hangt óók af van de tijd waarin de stof uit het lichaam verdwijnt. Sommige giftige stoffen komen maar in kleine concentraties voor. Maar zij hopen zich op in bepaalde organen van ons lichaam (bijvoorbeeld lood en kwik). De concentratie van deze stoffen mag natuurlijk maar heel erg klein zijn.

De overheid heeft voorgeschreven welke stoffen in drinkwater mogen voorkomen. Ook is de maximaal toelaatbare concentratie van die stoffen bepaald (figuur 23).



FIG. 24 De hoeveelheden zout en suiker die oplossen in 100 g water van 20 °C.

Niet alleen opgeloste stoffen in drinkwater kunnen een gevaar betekenen voor de gezondheid. De meeste gezondheidsproblemen ontstaan door de aanwezigheid van *schadelijke bacteriën*. Vooral in zuidelijke streken van Europa is het kraanwater vanwege bacteriën onbetrouwbaar. Door dat water te koken worden de bacteriën gedood.

### Oplosbaarheid

De hoeveelheid stof die maximaal in een bepaalde hoeveelheid vloeistof opgelost kan worden, heet de *oplosbaarheid* van die stof. De oplosbaarheid wordt meestal gegeven in 'het aantal gram stof dat oplost in 100 gram oplosmiddel' (figuur 24). Hoe groter de oplosbaarheid, des te groter is de concentratie van die stof in de oplossing.

Niet elke vaste stof is oplosbaar in iedere vloeistof. Zo lost vet niet op in water, wel in ether. Suiker en zout daarentegen lossen wel op in water, niet in ether.

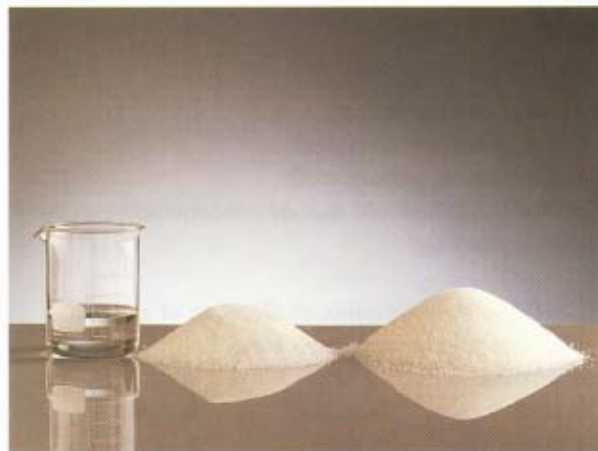


FIG. 25 De hoeveelheden suiker die oplossen in 100 g water van 20 °C en van 100 °C.

### Oplosbaarheid en temperatuur

De oplosbaarheid van een vaste stof in een vloeistof neemt meestal toe als de temperatuur stijgt (figuur 25). Maar de oplosbaarheid van een gas in een vloeistof neemt af als de temperatuur stijgt.

### Samenvatting

Een *oplossing* bestaat uit *oplosmiddel* en *opgeloste stof*.

De hoeveelheid opgeloste stof druk je uit in de *concentratie*.

De hoeveelheid van een schadelijke stof die in drinkwater mag voorkomen hangt af van de *giftigheid* en van de *verblijftijd* in ons lichaam.

De overheid heeft vastgesteld welke *concentraties* toelaatbaar zijn.

*Schadelijke bacteriën* in drinkwater bedreigen de gezondheid het meest.

De *oplosbaarheid* van een stof is het aantal gram van een stof dat maximaal oplost in 100 g oplosmiddel.

- 1 Pekel is een oplossing.
  - a Wat is het oplosmiddel?
  - b Wat is de opgeloste stof?
  - c Wat wordt bedoeld met de concentratie van de pekeloplossing?
  
- 2 Geef voor onderstaande stoffen aan of ze *goed*, *slecht* of *niet* in water oplossen.
 

a benzine	d krijt	g vet
b zout	e suiker	h zand
c koolpoeder	f zeep	i boter
  
- 3 a Leg uit hoe je zou onderzoeken of er in een vloeistof een vaste stof is opgelost.  
 b Beantwoord dezelfde vraag voor een gas.
  
- 4 Als het 's zomers lange tijd warm is, komen de vissen in ondiep water regelmatig boven om 'lucht te happen'. Geef hiervoor een verklaring.

FIG. 27 Drinkwater in Tanzania.

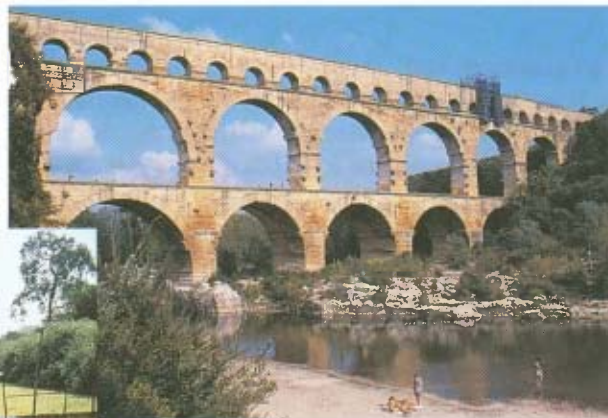
**Goed drinkwater**

Zo'n 70% van de mensheid gebruikt ongezuiverd water als drinkwater (figuur 26). De kans dat daar schadelijke stoffen in zitten is natuurlijk erg groot.

*Grondwater* is het meest geschikt om zonder zuivering te drinken. De bovenste aardlaag werkt als een soort filter voor verontreinigingen. Voor veel mensen is grondwater de belangrijkste bron voor drinkwater (figuur 27).

Goed drinkwater is van levensbelang. Voor het maken van drinkwater is een goede grondstof nodig. Het meest geschikt is grondwater (figuur 28). Grondwater is tamelijk schoon en vrij van ziektekiemen. Als er niet genoeg grondwater beschikbaar is, wordt *oppervlaktewater* gebruikt. Oppervlaktewater moet extra gezuiverd worden.

FIG. 26 In de oudheid werd het water over grote afstanden aangevoerd via aquaducten.



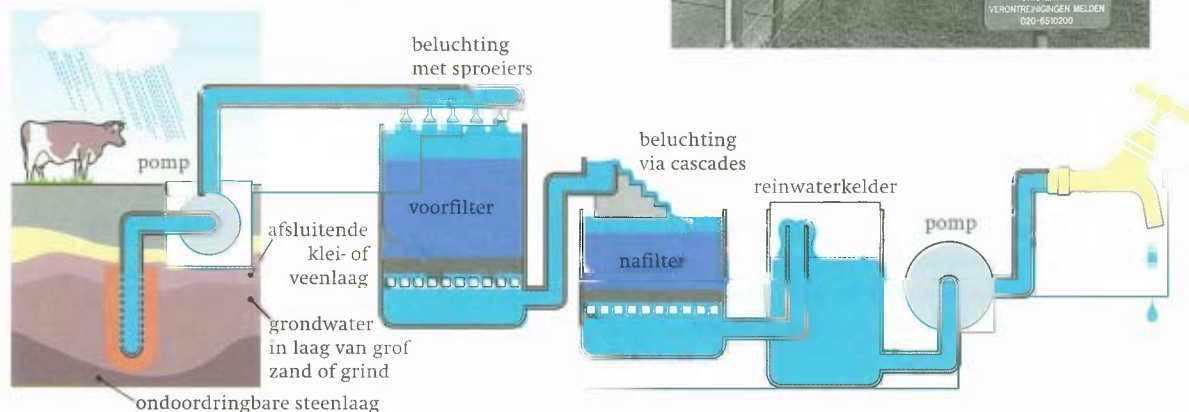
In landen als Saoedi-Arabië en de Emiraten rond de Golf van Aden is er alleen voldoende *zeewater*. Het drinkwater moet daar door *destillatie* worden bereid. Dat is de duurste methode. Voor destillatie is veel energie nodig.

## Zelfreiniging

Zowel grondwater als oppervlaktewater reinigen zich op natuurlijke wijze door *zelfreiniging* (zie T4). Bij zelfreiniging treden een aantal processen op:

- Troebel makende vaste stoffen bezinken.
- Water dat als koelmiddel werd gebruikt, geeft zijn warmte weer af aan de omgeving.
- Door een reactie met zuurstof worden veel plantaardige en dierlijke afvalstoffen afgebroken.
- Het aantal bacteriën daalt sterk.

FIG. 28 Schema van de winning van grondwater.



## INFILTRATIE

Voor de randstad werd vroeger al drinkwater gewonnen in de duinen. *Duinwater* is een uitstekende soort grondwater. Door de enorme toename van het waterverbruik is de beschikbare hoeveelheid duinwater niet voldoende meer. Het grondwaterpeil in de duinen mag echter niet te sterk dalen. Dat levert problemen op voor natuur en milieu. Daarom wordt tegenwoordig *infiltratie* toegepast (figuur 29). Oppervlaktewater (vaak uit spaarbekkens) wordt in de duinen of zandgronden gepompt. Door natuurlijke filtratie neemt de kwaliteit van het water toe.

## Twee soorten grondwater

Grondwater wordt opgepompt uit talrijke putten in een 'waterwingebied' (figuur 30). Dit opgepompte water kan *zuurstofrijk* of *zuurstofarm* zijn. Zuurstofrijk water hoeft alleen gefiltreerd te worden en is dan klaar voor consumptie. Bij zuurstofarm water is een extra bewerking nodig.

FIG. 30 Bord waarmee een waterwingebied wordt aangegeven.



FIG. 29 Een put voor diepinfiltratie in Noord-Holland.



## Bewerking van zuurstofarm grondwater

In zuurstofarm grondwater zitten ijzer- en mangaanzouten. Deze zouten geven het water een slechte smaak. Door beluchting en het werk van aerobe bacteriën worden de zouten omgezet in onoplosbare stoffen. De neerslag kan afgefiltreerd worden.

## Cascademethode

De beluchting van zuurstofarm grondwater gebeurt volgens de *cascademethode* (zie figuur 28). Cascade betekent letterlijk 'trap'. Bij de cascademethode stroomt het water over brede treden naar beneden. Door het intensieve contact met de lucht neemt het zuurstofgehalte toe.

Beluchting gebeurt ook door het water met lucht door grindfilters te persen. In de grindfilters zitten de aerobe bacteriën.

## Desinfectie van water

Behalve giftige stoffen kunnen in water ook ziektekiemen voorkomen. Ziektekiemen kunnen op verschillende manieren gedood worden:

- Bij *ozonisatie* wordt ozon door het water geleid.

Ozon doodt ziektekiemen door oxidatie.

- *Chlorering* door chloorgas werkt op dezelfde manier. Chlorering wordt vaak in zwembaden toegepast.

Ontsmetting van drinkwater met chloor heeft een belangrijk nadeel. Het water smaakt en ruikt niet lekker.

- Bij *UV-bestraling* wordt het water een bepaalde tijd blootgesteld aan sterke UV-straling. De UV-straling doodt de ziektekiemen zonder dat de smaak van het water verandert.



### WELKE DESINFECTIEMETHODE?

Desinfectie met chloor of ozon wordt al een eeuw lang toegepast. Nadelig zijn de schadelijke bijproducten zoals chloroform. Desinfectie met UV-straling heeft daarom de voorkeur.

## Opslag van water

Na desinfectie wordt het water in reinwaterkelders opgeslagen. Van daaruit wordt het door pompen in het waterleidingnet geperst.

Voor de bereiding van drinkwater uit oppervlaktewater is een extra behandeling nodig. Het oppervlaktewater wordt eerst een tijd in spaarbekkens opgeslagen. Het water ondergaat daar een natuurlijke reiniging.

## Drinkwater en ons milieu

Het gebruik van drinkwater en de vervuiling van dat water is de afgelopen eeuw enorm toegenomen (figuur 31). Het kost de waterleidingbedrijven steeds meer moeite om voldoende goed drinkwater te maken (figuur 32).

Door het onttrekken van grote hoeveelheden grondwater kunnen bepaalde gebieden verdrogen. Natuur en milieu zijn daarvan de dupe.

FIG. 31 De toename van het gebruik van drinkwater in de afgelopen 40 jaar.

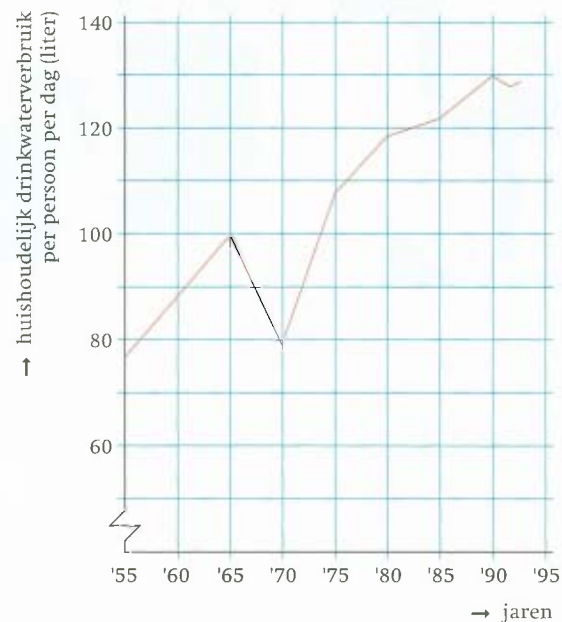
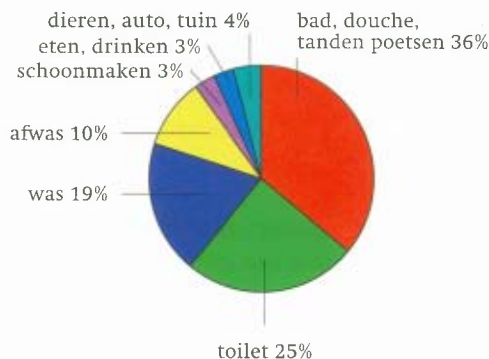


FIG. 32 De drinkwaterbereiding uit Rijnwater is door vervuiling een groot probleem geworden.

# Kwaliteit Commissie voorspelt crisis Drinkwater uit Rijn in gevaar van het Rijnwater slechter dan ooit tevoren Van Rijnsoep is nauwelijks drinkwater te maken slechter

FIG. 33 Het gebruik van drinkwater in Nederland.



## JAARLIJKS WATERGEBRUIK

De waterleidingbedrijven leveren jaarlijks zo'n 1300 miljard liter water aan huishoudens en bedrijven. Daarvan krijgen de huishoudens 700 miljard liter. Dat komt neer op zo'n 130 liter per persoon per dag. Figuur 33 laat zien wat er met dat water gebeurt.

We moeten zuinig zijn op het schaarse water. Dat is de beste manier om problemen voor natuur en milieu te voorkomen. Er komen steeds meer huishoudelijke apparaten zoals (vaat)wasmachines, douchekoppen (figuur 34) en toiletten waarmee water bespaard wordt. De waterleidingbedrijven geven allerlei tips hoe je minder water kunt gebruiken.

FIG. 34 Waterbesparende douchekoppen.



Ook steeds meer bedrijven besparen op het watergebruik. Bijvoorbeeld door het water zelf te zuiveren en opnieuw te gebruiken (gesloten waterkringloop). Er zijn ook bedrijven die nieuwe productieprocessen ontwikkelen waarvoor veel minder water nodig is.



## WATERGEBRUIK VERGELEKEN

Met die 130 liter water per persoon per dag doen we het als Nederlanders zo slecht nog niet. Het ligt in de buurt van de 120 liter die de Belgen gebruiken. Met 194 liter blijken de Duitsers grootverbruikers. Om over de 300 liter van de Zwitsers maar niet te spreken.

## Samenvatting

De meest geschikte grondstof voor drinkwater is *grondwater*. *Oppervlaktewater* eist meer bewerking, *zeewater* nog meer.

Bij *zelfreiniging* treden vier processen op.

Door *infiltratie* met ongezuiverd oppervlaktewater kan een te laag grondwaterpeil worden voorkomen.

Er zijn twee soorten grondwater. *Zuurstofrijk* grondwater hoeft alleen gefiltreerd te worden. Uit *zuurstof-arm* grondwater moet door oxidatie met aerobe bacteriën ijzer en mangaan worden verwijderd.

*Desinfectie* van het drinkwater kan door *ozonisatie*, *chlorering* of *UV-bestraling*. UV-bestraling geeft de minste problemen.

*Opslag* van drinkwater vindt plaats in *reinwaterkelders*. Van daaruit wordt het drinkwaternet gevoed. Het *drinkwatergebruik* is deze eeuw enorm toegenomen. De toegenomen vervuiling van het vele water is een probleem. Minder vervuiling en waterbesparing kan problemen voor natuur en milieu voorkomen.

- 1 Drinkwater mag geen schadelijke bacteriën of ziektekiemen bevatten. Welke soort water is daarom de meest geschikte grondstof voor het maken van drinkwater?
- 2 **a** Leg uit wat bedoeld wordt met de 'zelfreiniging' van water.  
**b** Bij welke soort water is zelfreiniging noodzakelijk? Leg uit waarom.  
**c** Welke processen kunnen er bij zelfreiniging optreden?
- 3 **a** Welke soort water is het meest geschikt voor het maken van drinkwater? Leg uit waarom.  
**b** Waarom mag het grondwaterpeil door grondwaterwinning niet te veel dalen?  
**c** Welke drie storende stoffen zitten in zuurstof-arm grondwater?  
**d** Wat zijn de nadelen van elk van die stoffen?  
**e** Beschrijf hoe je deze stoffen kunt verwijderen.
- 4 **a** Welke invloed heeft een periode van droogte op de concentratie van afvalstoffen in onze grote rivieren Rijn en Maas?  
**b** Welke drinkwaterbedrijven komen hierdoor in de problemen? Hoe lossen ze dit op?
- 5 **a** Welke gevolgen heeft de sterke toename van het gebruik van drinkwater op natuur en milieu?  
**b** Op welke manier kan het effect op natuur en milieu het best beperkt worden?  
**c** Hoe zou je daar zelf aan bij kunnen dragen?
- 6 De laatste stap bij het maken van drinkwater is desinfectie.  
**a** Welke drie methoden kunnen voor desinfectie worden toegepast?  
**b** Welke twee methoden zijn nadelig en waarom?

## Water in de natuur en het gebruik van water

Deze herhaalstof gaat over het water dat we in de natuur aantreffen. Maar ook over de manieren waarop wij water gebruiken.

Probeer eerst de vragen te maken. Als dat niet lukt, lees dan de tekst na de vragen door.

- 1 **a** Welk deel van de aardoppervlakte wordt door water bedekt?  
Water komt in drie fasen voor op aarde.  
**b** Schrijf op waar je elk van die fasen op aarde aantreft.  
**c** Wat zijn de drie belangrijkste soorten water die we op aarde aantreffen?  
**d** Wat verstaan we onder 'zoet water'?  
**e** Welk deel van de watervoorraad op aarde bestaat uit 'zoet water'?
- 2 **a** Wat verstaan we onder 'ons milieu'?  
**b** Wat heeft water met ons milieu te maken?
- 3 **a** Leg de kringloop van het water uit.  
**b** Wat is het verschil tussen de grote en de kleine kringloop?
- 4 **a** Voor welke zes verschillende doelen gebruiken we water?  
**b** Noem twee voorbeelden van water als oplosmiddel.  
**c** Waarom is water (bij sommige branden) een geschikt blusmiddel?

### Water in de natuur

Driekwart van de aarde is bedekt met water. Vloeibaar water vind je in de oceanen, zeeën, meren, rivieren, sloten en vaarten. Vast water (ijs en sneeuw) tref je aan op de poolkappen en in het hooggebergte. Waterdamp zit in de atmosfeer.

Zoet water is water dat (bijna) geen zout bevat. Ongeveer 1,2% van het water is zoet. Ongeveer 0,8% van het water zit in gesteenten of op zó'n grote diepte dat we er niet bij kunnen komen.

### ONS MILIEU

Ons milieu is de omgeving waarin wij leven. Daarbij horen de steden, bossen, lucht, meren, rivieren en zee. Door bodem-, lucht- en waterverontreiniging wordt ons milieu aangetast.

### DE WATERKRINGLOOP

Het water van zeeën, rivieren en meren verdampt onder invloed van de zonnewarmte. De waterdamp stijgt op en koelt op grotere hoogte af, omdat het daar kouder is. Er vormen zich wolken, waaruit regen, sneeuw en hagel kunnen ontstaan. Dat valt als neerslag weer op de grond, dringt in de bodem en komt in het grondwater terecht. In de bodem lossen er keukenzout en andere zouten (bijvoorbeeld kunstmest) in op. Het grondwater komt via sloten, vaarten en rivieren weer in zee terecht. Dan begint het spel opnieuw. Met de grote kringloop bedoelen we het verdampende zeewater.

De kleine kringloop gaat over het verdampende oppervlaktewater van rivieren en meren.



FIG. 35 Water als blusmiddel.

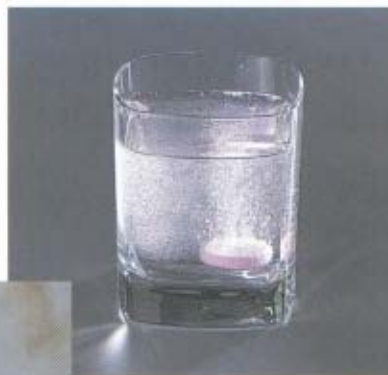
### Het gebruik van water

Water kan voor verschillende doeleinden gebruikt worden. We onderscheiden zes 'gebruiksmogelijkheden' van water.

- drink- en bevoeiingsmiddel (= drinkwater voor planten);
- warmtetransportmiddel voor koeling en verwarming;
- was- en spoelmiddel;
- blusmiddel (figuur 35);
- transportmiddel voor opgeloste stoffen en materialen;
- grondstof voor het maken van stoom en ijs.

Bij het zetten van thee en koffie en het innemen van medicijnen gebruiken we water als oplosmiddel (figuur 36).

FIG. 36 Gebruik van water als oplosmiddel.



## H2 Zuiveringsmethoden

Deze herhaalstof gaat over het zuiveren van stoffen. Probeer eerst de vragen te maken. Als dat niet lukt, lees dan de tekst na de vragen door.

- 1 **a** Wanneer verdampt een vloeistof?  
**b** Wanneer kookt een zuivere vloeistof?
- 2 **a** Wat is een 'stof'?  
**b** Wat is een zuivere stof?  
**c** Wat is een mengsel?
- 3 **a** Leg uit wat 'filtreren' is.  
**b** Wat is het 'filtraat' en wat het 'residu'?
- 4 In slootwater zweven allerlei deeltjes  
**a** Hoe kun je het slootwater zuiveren van die zwevende deeltjes?  
**b** Wat is in dit geval het filtraat en wat het residu?
- 5 Oppervlaktewater wordt gereinigd door bezinking en zelfreiniging.  
**a** Wat is 'bezinking'?  
**b** Wat houdt 'zelfreiniging' in?  
**c** Waarom spreken we van 'zelfreiniging'?  
**d** Wat is 'decanteren'? Geef hiervan een voorbeeld.

### Verdampen en koken

Een vloeistof verdampt bij elke temperatuur. Niet iedere vloeistof verdampt bij dezelfde temperatuur even snel.

Een vloeistof kookt als er in de hele vloeistof dampbellen ontstaan. Een zuivere vloeistof kookt bij één bepaalde temperatuur: het kookpunt.

### Zuivere stof en mengsel

Alles om je heen is opgebouwd uit stoffen. Een stof is zuiver als er geen andere stoffen in zitten. Als een stof uit verschillende stoffen bestaat, spreken we van een mengsel.

### Indampen

Een vaste stof opgelost in een vloeistof kun je terugwinnen door de vloeistof te laten verdampen. We noemen dit 'indampen'.

### Bezinken, decanteren en zelfreiniging

In oppervlaktewater en rioolwater zitten deeltjes van allerlei grootte. Als we zo'n vloeistof een tijd met rust laten, zakken de grotere deeltjes vanzelf naar de bodem. Door de vloeistof voorzichtig af te schenken (decanteren) blijft het 'bezinksel' op de bodem achter. Bij het bewaren van vervuild water in een open bassin treedt ook zelfreiniging op. Zelfreiniging is een proces dat 'vanzelf' verloopt. Het kan uit vier onderdelen bestaan.

- 6 Soms zit in een vloeistof een kleine maar storende verontreiniging opgelost. Je wilt die stof uit de vloeistof halen. Maar je hoeft de betreffende stof niet te bewaren. Dat kan op twee manieren. Via een chemische reactie of met actieve kool.  
**a** Wat gebeurt er met de opgeloste verontreiniging bij de eerste methode?  
**b** Op welke manier raak je de verontreiniging daarna kwijt uit je oplossing?  
**c** Van welk proces maak je gebruik bij de tweede methode?  
**d** Op welke manier raak je hierbij de verontreiniging kwijt uit je oplossing?
- 7 Je hebt een troebele vloeistof waarmee je verder moet werken. Je wilt de vloeistof eerst helder maken.  
**a** Welke twee bewerkingen moet je daartoe na elkaar uitvoeren?  
**b** Bij welke soort water worden deze bewerkingen toegepast voor de drinkwaterbereiding?  
**c** Welk filtermateriaal gebruiken we bij de drinkwaterbereiding om vaste stofdeeltjes af te filteren?

### Kleine hoeveelheden opgeloste stof verwijderen

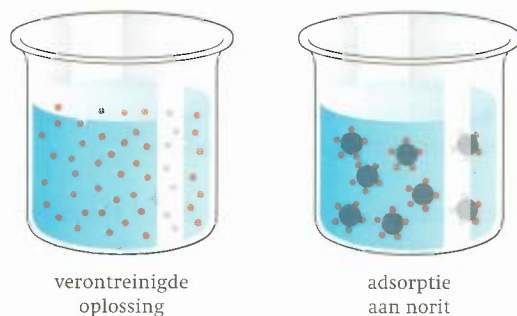
Soms moet je kleine hoeveelheden opgeloste stof uit een oplossing verwijderen. Meestal gaat het om een waardeloze verontreiniging. Die hoef je dus niet te bewaren. Er zijn twee manieren.

Je zorgt voor een chemische reactie waarbij de verontreiniging een onoplosbare stof wordt. Door te filtreren raak je de verontreiniging kwijt.

Je kunt ook gebruik maken van adsorptie. Daarbij hecht de verontreiniging zich aan het oppervlak van een actieve stof.

Een bekend adsorptiemiddel is norit, actieve koolstof (figuur 37). Actieve koolstof heeft een zeer grote actieve oppervlakte.

FIG. 37 Zuivering met actieve kool.



## BLOK 4 HERHAALSTOF

### H3

## Giftige stoffen en diverse 'oplossingen'

Deze herhaaltstof gaat over giftige stoffen, maar ook over oplossingen, emulsies en suspensies.

Probeer eerst de vragen te maken. Als dat niet lukt, lees dan de tekst na de vragen door.

- 1 **a** Wat versta je onder 'vergiftiging'?  
**b** Wat versta je onder de 'dosis'?  
**c** Wat wordt bedoeld met de 'giftige dosis' van een stof?
- 2 **a** Waarop berust de werking van de meeste giftige stoffen?  
**b** Welk gif is gevaarlijker, een met een kleine of een met een grote giftige dosis? Geef een toelichting.  
**c** Waarom kan een stof met een grote giftige dosis toch gevaarlijk zijn? Geef twee voorbeelden.
- 3 In de landbouw gebruikt men veel stoffen om plantenziekten en insecten te bestrijden. De meeste van die stoffen zijn giftig. Ze kunnen door de huid in het bloed terechtkomen.  
**a** Welke maatregelen moet een landbouwer nemen als hij zijn planten met die bestrijdingsmiddelen behandelt?  
**b** Waarop moet hij speciaal letten bij het bewaren van zijn voorraad van dit soort middelen?

### Vergiftiging en giftige stoffen

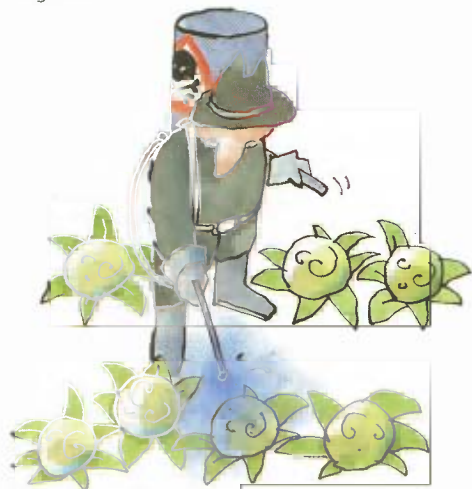
Bij vergiftiging worden processen in het lichaam van mens of dier verstoord. Dit kan zo ernstig zijn dat de dood het gevolg is. Dat hangt af van de dosis. De dosis is de totaal ontvangen hoeveelheid stof. De *giftige dosis* is de dosis die vergiftiging tot gevolg heeft.

De grootte van de giftige dosis bepaalt hoe giftig een stof is. Hoe kleiner de giftige dosis, hoe giftiger de stof is.

Het is ook belangrijk wat er met de giftige stof in het lichaam gebeurt. Sommige giftige stoffen hopen zich op in het lichaam. Door regelmatige opname van kleine hoeveelheden ontstaat zo op den duur een giftige dosis.

Bij het werken met giftige stoffen moet inademen en contact met de huid voorkomen worden (figuur 38).

FIG. 38 Het bespuiten van gewassen met insecticiden. Wat heeft deze man vergeten?



Giftige stoffen mogen niet in het milieu terechtkomen. Als deze stoffen toch de bodem vervuilen, kunnen ze door het grondwater over grote gebieden verspreid worden. Het grondwater is dan natuurlijk niet meer geschikt als grondstof voor de bereiding van drinkwater.

- 4 a Wat is het verschil tussen een 'zuivere stof' en een 'mengsel'?
- b Wat versta je onder een 'oplossing', het 'oplosmiddel' en de 'opgeloste stof'?
- c Wat wordt bedoeld met het 'indampen' van een oplossing?

- 5 a Wat versta je onder de 'concentratie' van een stof in een oplossing of mengsel?
- b Wat versta je onder de 'oplosbaarheid' van een vaste stof in een vloeistof?

### Scheikundige begrippen

Een *zuivere stof* bestaat uit maar één stof.

Een *mengsel* bestaat uit twee of meer vaste stoffen, vloeistoffen of gassen.

Een *oplossing* is een mengsel van vloeistof en vaste stof of van vloeistof en gas.

Met het *oplosmiddel* van een oplossing wordt de vloeistof bedoeld.

De *opgeloste stof* is de vaste stof of het gas dat in het oplosmiddel is opgelost.

*Indampen* is het verdampen van een vloeistof door deze te koken.

De *concentratie* geeft het gehalte van een stof in een oplossing of een mengsel aan.

De *oplosbaarheid* van een stof in een oplosmiddel geeft aan hoeveel gram van die stof maximaal opgelost kan worden in 100 gram oplosmiddel.

- 6 Zelfs een paar druppels van een vette vloeistof lossen niet op in water. Als je dit mengsel enige tijd krachtig schud, krijg je een melkachtige vloeistof.
- a Hoe heet het verkregen soort mengsel?
- b Is de vette vloeistof nu in het water opgelost?
- c In welke vorm is de vette vloeistof in het water aanwezig?
- De melkachtige vloeistof blijkt na vele uren staan weer te zijn gescheiden.
- 7 Een schepje poeder blijkt niet in water op te lossen. Na enige tijd schudden krijg je een ondoorzichtige vloeistof.
- a Hoe heet het nu verkregen soort mengsel?
- b Hoe is het poeder nu in het water aanwezig?
- c Noem een bekend voorbeeld van dit type mengsel.



FIG. 39 In een emulsie zweven kleine vloeistofdruppeltjes in een andere vloeistof.



FIG. 40 In een suspensie zweven kleine vaste deeltjes in een vloeistof.

### Stoffen in vloeistoffen

In een vloeistof kunnen andere stoffen zitten. Dat kan op verschillende manieren.

In een *oplossing* is de vreemde stof zo fijn verdeeld dat hij door filtreren niet van de vloeistof is te scheiden.

Een *emulsie* is een mengsel van twee vloeistoffen die niet in elkaar oplossen. De ene vloeistof is in de vorm van kleine druppeltjes over de andere vloeistof verdeeld (figuur 39). Een voorbeeld van een emulsie is melk.

Een *suspensie* is een mengsel van een vloeistof en een vaste stof die niet in de vloeistof oplost. De vaste stof is in de vorm van kleine poederdeeltjes over de vloeistof verdeeld (figuur 40). Een voorbeeld van een suspensie is verf.

FIG. 41 Kostelijk drinkwater.



Deze herhaalstof gaat over het maken van drinkwater (figuur 41).

Probeer eerst de vragen te beantwoorden. Als dat niet lukt, lees dan de tekst door na de vragen.

- 1
  - a Van welke drie soorten water kun je drinkwater maken? Welke soort water is het meest geschikt; welke het minst?
  - b Is drinkwater een 'zuivere stof'? Hoe weet je dat?
  - c Leg uit waarom helder water nog geen drinkwater hoeft te zijn.
- 2
  - a Wat is grondwater?
  - b Welke twee soorten grondwater ken je?
  - c Welk soort grondwater is de beste grondstof voor drinkwater en waarom?
- 3
  - a Waarom mag je verwachten dat regenwater een zuivere stof is?
  - b Leg uit waarom dat meestal niet zo is.
  - c Wat is 'oppervlaktewater'?
  - d Wat versta je onder de 'zelfreiniging' van oppervlaktewater?
  - e Welke vier processen kunnen daarbij optreden?

- 4 **a** Beschrijf kort de zuivering van zuurstofarm grondwater. Welke stoffen worden daarbij verwijderd?
- b** Wat wordt bedoeld met het desinfecteren van water?
- c** Op welke drie manieren kan water gedesinfecteerd worden? Noem voor- en nadelen van deze methodes.

### Grondstoffen voor drinkwater

Er zijn drie soorten water waarvan je drinkwater kunt maken:

- grondwater,
- oppervlaktewater,
- zeewater.

Drinkwater is geen zuivere stof. Er zitten allerlei stoffen in opgelost. Als je drinkwater indampst vind je die stoffen als residu. De opgeloste stoffen geven het drinkwater een bepaalde smaak.

Ook in helder water kunnen stoffen zijn opgelost. Helder water hoeft daarom nog geen goed drinkwater te zijn.

### GRONDWATER

Grondwater is het meest geschikt om drinkwater van te maken. Grondwater is regenwater dat door de bodem is gesijpeld. Het heeft zich boven een ondoordringbare aardlaag verzameld. Regenwater heeft door verdamping een 'natuurlijk destillatie-proces' ondergaan. Toch is regenwater meestal geen 'zuivere stof'. Door luchtverontreiniging kunnen er allerlei stof- en vuildeeltjes, maar ook gasen in terecht zijn gekomen. Dit gebeurt vooral boven industriegebieden. Op zijn weg door de bodem wordt het regenwater op natuurlijke wijze gefilterd en gezuiverd. Grondwater kan *zuurstofrijk* of *zuurstofarm* zijn. Zuurstofrijk drinkwater hoeft alleen te worden gefiltreerd. Het is de beste grondstof voor drinkwater.

Zuurstofarm grondwater moet nog een aparte bewerking ondergaan. In zuurstofarm drinkwater zitten ijzer- en mangaanzouten die een slechte smaak aan het water geven. Door beluchting worden de zouten omgezet in onoplosbare stoffen. Deze kunnen afgefilterd worden.

### OPPERVLAKTEWATER

Oppervlaktewater is de bovenste laag op meren, rivieren, sloten en vaarten. Het is zoet water.

Oppervlaktewater is vaak vervuild.

Bij gebrek aan voldoende grondwater gebruiken veel waterleidingbedrijven oppervlaktewater als grondstof. Het oppervlaktewater wordt eerst in spaarbekkens bewaard. Tijdens het bewaren treedt zelfreiniging op. Daarbij treden vier processen op.

- Troebel makende stoffen bezinken.
- Door een reactie met zuurstof worden veel plantaardige en dierlijke afvalstoffen afgebroken.
- Eventueel opgewarmd koelwater koelt af.
- Het aantal bacteriën daalt sterk.

Het tekort aan grondwater kan ook aangevuld worden. In de duinen wordt oppervlaktewater in de bodem gepompt (figuur 42). Er treedt dan een natuurlijke filtering op.

### ZEEWATER

Op sommige plaatsen gebruikt men zeewater voor het maken van drinkwater. Daar is geen grondwater en geen oppervlaktewater voorradig. Door destillatie van zeewater ontstaat zuiver water. Er moeten zouten aan toegevoegd worden om het water op smaak te brengen.

De bereiding van drinkwater uit zeewater kost veel energie. Gelukkig is deze energie op die plaatsen in ruime mate aanwezig dankzij de zon.

## E1 Afvalwaterzuivering

### Desinfectie

Gezuiverd water hoeft nog geen gezond drinkwater te zijn. Er kunnen nog allerlei ziektekiemen en schadelijke bacteriën in voorkomen. De laatste stap in het bereiden van drinkwater is desinfectie. Door desinfectie worden ziektekiemen en schadelijke bacteriën gedood. Desinfectie kan met ozon, chloor en UV-straling gebeuren. Bij ozonisatie en chlorering kunnen schadelijke stoffen ontstaan. Bestraling met UV is de beste methode. De smaak van het drinkwater blijft dan het lekkerst.

FIG. 42 De waterhuishouding in de duinen.

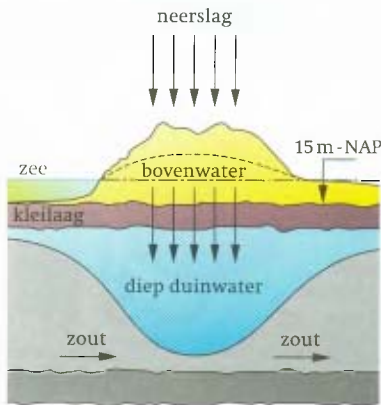


FIG. 43 Rechtstreekse lozing van afval(water) levert een 'bijdrage' aan de enorme vervuiling van de Rijn.



Elke dag hebben we veel afval. Al dat afval levert steeds meer problemen op (figuur 43). Voor de grote stromen afvalwater moeten steeds meer zuiveringsinstallaties gebouwd worden.

Als voorbeeld bespreken we hier de zuivering van rioolwater (figuur 44). De gegevens komen van de waterzuivering bij Tilburg.

Een zuiveringsinstallatie zuivert rioolwater afkomstig van huishoudens en bedrijven. Als het regent zit er ook veel regenwater bij. Die grote hoeveelheid kan de installatie niet op één dag verwerken.

- 1 Wat moet je doen om de grote hoeveelheid afvalwater op te vangen in een regenperiode?

FIG. 44 De rioolwaterzuiveringsinstallatie in Tilburg-Noord.



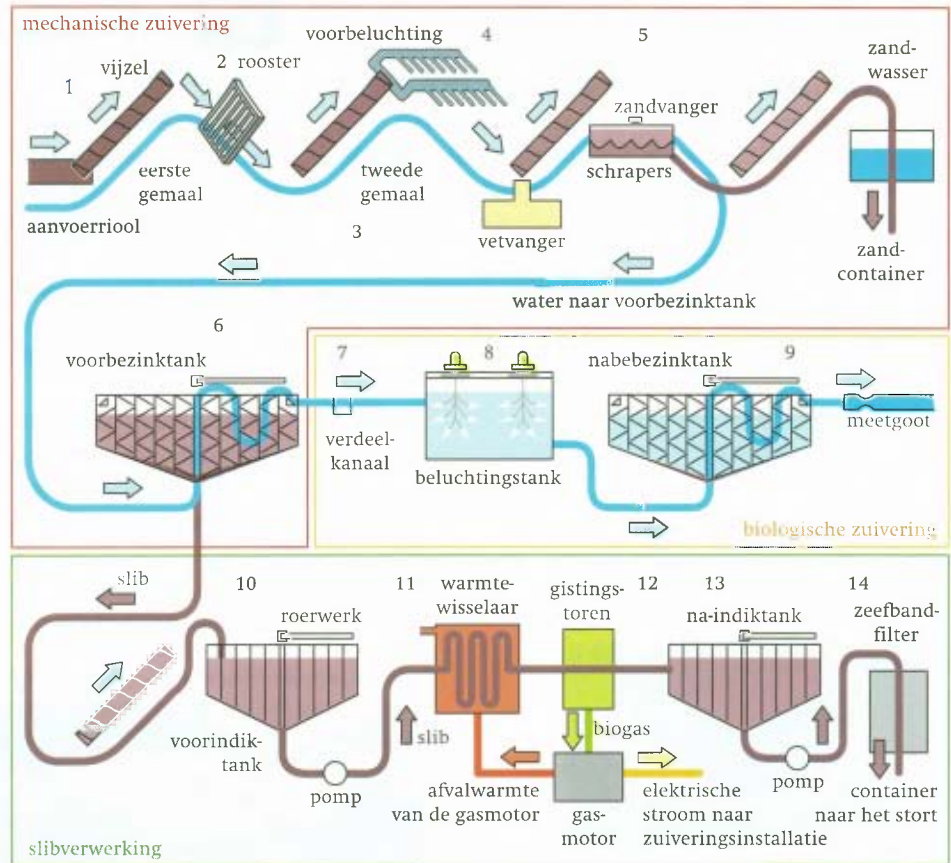


FIG. 45 Schema van het waterzuiveringsproces.

Een moderne methode om rioolwater te zuiveren is de *actiefslibmethode*. Dit proces bestaat uit de volgende drie stappen:

- Bij de *mechanische zuivering* worden veel apparaten met motoren gebruikt. Vandaar de naam ‘mechanisch’ (mechanisme = iets dat beweegt).
- Bij de biologische zuivering wordt het afvalwater gezuiverd door bacteriën.
- De slibbehandeling is de laatste stap van het zuiveringsproces. Het slib is de modderige stof die overblijft na de biologische behandeling. Dit slib bestaat uit afvalstoffen en bacteriën. Tijdens de biologische zuivering is het aantal bacteriën enorm toegenomen. Misschien begrijp je nu de naam ‘actiefslib-methode’.

In figuur 45 zie je de drie delen van het proces in een schema. De verschillende onderdelen (aangegeven met cijfers) worden hierna besproken.

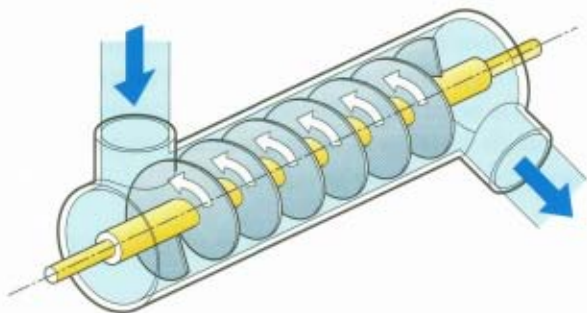
### Mechanische zuivering

De mechanische zuivering gebeurt in zes stappen.

Eerst wordt het rioolwater door vijzels (schroefpompen) omhoog gepompt (1).

Een schroefpomp is een lange cilinder in de vorm van een schroefdraad (figuur 46). De schroef draait in een licht hellende cilindervormige goot.

FIG. 46 Een vijzel of schroefpomp.



Automatisch werkende roosters verwijderen de grote vaste bestanddelen (zoals vezels, papier, hout en bladeren) uit het water (2). Dit vaste afval wordt in een container gestort.

Vervolgens wordt het rioolwater door vijzels hoog opgepompt. Het stroomt dan vanzelf door de rest van de installatie (3).

In de voorbeluchtingstanks (4) wordt lucht in het water geblazen. Vetdeeltjes hechten aan de luchtbelletjes. Ze gaan drijven en worden door een vetvanger verwijderd.

Het water komt dan in een zandvanger (5). Door deze tank stroomt het water met lage snelheid. Zandkorrels bezinken en nog resterende vetdeeltjes komen boven drijven. Het bezinksel wordt via een schraperconstructie verzameld en in een container gestort. Vetdeeltjes worden via een drijfslaagafstrijker verwijderd.

Hierna komt het water in de voorbezinktanks (6). Dit zijn heel brede vaten met een trechtervormige bodem. Het water komt in deze tanks tot rust. Slibdeeltjes zakken naar de bodem. Door een bodemschraper wordt dit 'primaire slib' naar de trechteropening geschoven. Door de druk van het water wordt dit slib naar de slib-indiktanks geperst.

Het water is nu mechanisch gezuiverd.

- 2 a** Schrijf op welke afvalstoffen bij de mechanische zuivering zijn verwijderd.  
**b** Welke scheidingsmethoden worden bij de mechanische zuivering toegepast?

### Biologische zuivering

De bovenste waterlaag uit de voorbezinktanks stroomt via een afvoergoot naar het verdeelkanaal (7).

Via dit kanaal gaat het water naar de tweede stap in het zuiveringsproces. Als er veel regenwater is, wordt een deel van het water opgeslagen in regenwaterbassins. Dit zijn grote vloeivelden met een dijkje eromheen. Dit water wordt later verwerkt.

In de beluchtingstanks (8) wordt het rioolwater behandeld met actief slib. In dit slib zitten aerobe bacteriën. Deze bacteriën verbruiken zuurstof. Puntbeluchters (een soort douchekoppen die het water met de bacteriën fijn verdelen) zorgen voor voldoende zuurstoftoevoer.

In deze eerste trap wordt in ongeveer vier uur een groot deel (80%) van de afvalstoffen door bacteriën afgebroken. Daarbij ontstaat het schadelijke nitraat. Dit proces heet daarom 'nitrificatie'.

Omdat de bacteriën zich snel vermenigvuldigen neemt de hoeveelheid slib toe. Water en slib worden naar andere beluchtingstanks gevoerd voor de tweede trap van de biologische zuivering. In deze tanks wordt het zuurstofgehalte verlaagd. Hierdoor krijgen andere in het slib aanwezige bacteriën hun kans. Deze (anaerobe) bacteriën werken bij een lager zuurstofgehalte. Ze zetten het schadelijke nitraat om in het onschadelijke stikstofgas. Dit proces heet daarom 'denitrificatie'.

In de nabezinktanks (9) wordt het gezuiverde water gescheiden van het actief slib. Het slib wordt voor een deel teruggevoerd naar de beluchtingstanks (en gebruikt voor de nitrificatie) en deels afgevoerd naar de slibverwerking.

**3** Maak een schema van de drie trappen van de biologische zuivering.

Het water uit de nabezinktanks is helder. Het wordt geloosd op het oppervlaktewater. Het bevat echter nog 75% van de schadelijke fosfaten. Deze bevorderen de groei van algen in het oppervlaktewater. Voor die algengroei is veel zuurstof nodig. Het water wordt dan zuurstofarm.

In Tilburg hoopt men in 1996 het fosfaatgehalte teruggebracht te hebben tot 25%.

Het teruggestorte water is zeker niet te gebruiken als zwem- of drinkwater. Er zitten nog te veel bacteriën in. Het rendement van de zuivering is niettemin 96%.

**4 a** Hoe komen fosfaten in het rioolwater terecht?

**b** Waarom zijn fosfaten in het afvalwater schadelijk voor het milieu?

### **Slibverwerking**

Het slib komt terecht in de voorindiktanks (10). Met behulp van een speciaal roerwerk wordt het slib hier 10 maal zo dik gemaakt.

Voordat het slib verder wordt ingedikt, kan er biogas uit gewonnen worden. De bacteriën die het biogas vormen, werken goed bij 34 °C. Daarom moet het slib eerst voorverwarmd worden.

Dat gebeurt in een warmtewisselaar (11). Dit is een systeem van in bochten 'opgevouwen' buizen die worden ontspoeld door warm water. Het warme water is ontstaan door het koelen van door biogas aangedreven gasmotoren. Deze gasmotoren drijven een generator (een groot soort dynamo) aan, die elektriciteit opwekt. Zo kan de waterzuivering voor 44% voorzien in de eigen behoefte aan elektrische energie. Met het opgewarmde koelwater worden ook de bedrijfsgebouwen verwarmd. Dit is een mooi voorbeeld van warmtekracht-koppeling, waarbij de energie heel nuttig gebruikt wordt.

In de gistingstorens (12) wordt het slib toegevoegd aan het reeds aanwezige slib. Al het slib wordt goed gemengd door het inblazen van reeds gewonnen biogas. In deze torens ontstaat nog meer biogas. Na 20 dagen is het slib goed uitgegist. Een gashouder dient om de variaties in de gasproductie en het verbruik van het gas op te vangen.

**5 a** Welke scheidingsmethoden worden bij de slibverwerking toegepast?

**b** Beschrijf kort de winning van biogas uit slib.

Het uitgegiste slib wordt verzameld in de na-indikkers (13).

Door een speciaal roerwerk wordt het verder ingedikt en getransporteerd naar het slibfiltergebouw (14). In het slib zit nog veel water dat niet door uitpersen te verwijderen is. Veel water is 'capillair gebonden' aan de slibdeeltjes (opgezogen in de fijne poriën). Om een groot deel van dit water kwijt te raken wordt een 'organisch polymeer' toegevoegd. Deze stof kan het gebonden water voor een groot deel vrijmaken. Het mengsel van slib en polymeer komt vervolgens in een zeefbandfilterpers. Deze pers bestaat uit twee transportbanden van filterdoek waarop het slib wordt uitgestort. De twee banden komen bij elkaar en worden tussen een aantal walsen doorgevoerd. Zo wordt het water uit de slibkoek geperst.

Het ontwaterde slib bevat 20% droge stof. Het wordt op dit moment nog afgevoerd naar de vuilstortplaats. Daar wordt het slib verwerkt als chemisch afval. In Tilburg gaat het om zo'n 60 ton (60 m<sup>3</sup>) slib per week. In de nabije toekomst wordt bij Moerdijk een installatie gebouwd om het slib van alle Brabantse zuiveringsinstallaties te verbranden. Hierbij komt energie vrij die nuttig gebruikt kan worden. Ook kan zo de afvalberg weer aanzienlijk verkleind worden.

Een probleem vormen de in het slib voorkomende zware metalen (lood, cadmium, kwik, enzovoort). Deze stoffen zijn heel erg schadelijk voor het milieu. Ze mogen niet in het grond- of oppervlaktewater terechtkomen.

- 6 a Beschrijf kort de indikking van het uitgeste slib.  
b Hoe kan de massa van het slib dat bestaat uit 20% droge stof verder verkleind worden?

Enkele gegevens van de rioolzuiveringsinstallatie in Tilburg:

- De biologische zuiveringscapaciteit is ongeveer 350 000 vervuilingseenheden.
- De jaarproductie is ongeveer 15 miljoen m<sup>3</sup> rioolwater.
- De oppervlakte van de regenwaterbassins is 26,7 ha.
- De regenwaterbassins zijn maximaal 2 meter diep en verspreiden stank in de omgeving. Omstreeks 1997 zullen die bassins verdwenen zijn. De installatie is dan aanzienlijk groter geworden, zodat al het afvalwater meteen kan worden verwerkt.
- De energieproductie uit biogas is ongeveer 3 miljoen kWh/jaar.
- De energiebehoefte is ongeveer 7 miljoen kWh/jaar.



#### DE VERVUILINGSEENHEID

De vervuilingseenheid is het zogenaamde inwonerequivalent (i.e.). Dit equivalent wordt bepaald door de hoeveelheid zuurstof die nodig is om de gemiddelde vervuiling per inwoner per dag in het afvalwater af te breken. Gemiddeld is dit 54 gram zuurstof.

- 7 Maak een poster over watervervuiling en waterzuivering. Je mag overal informatie en materiaal verzamelen. Denk aan de bibliotheek en het waterleidingbedrijf.  
Maak met de poster duidelijk hoe jij denkt over het (drink)waterprobleem.

## BLOK 4 EXTRASTOF

### E2 Een chromatogram maken

Een methode die vaak wordt toegepast voor het onderzoeken van mengsels, is de *chromatografie*. De naam chromatografie is opgebouwd uit twee Griekse woorden. 'Chromos' betekent kleur; 'grafein' betekent schrijven.

Dus 'schrijven met kleur'.

In dit blad ga je zelf een chromatogram maken. Je wilt onderzoeken of de inkt van twee viltstiften van dezelfde kleur (maar van verschillende merken) uit dezelfde kleurstoffen bestaat.

#### BENODIGD MATERIAAL:

- twee viltstiften van dezelfde kleur van verschillende merken
- een hoog bekerglas
- loopvloeistof
- ijzerdraadje
- filtreerpapier

#### WERKWIJZE:

- Doe in het hoge bekerglas een hoeveelheid loopvloeistof. Zorg dat de loopvloeistof ongeveer 0,5 cm hoog staat.
- Neem een strook filtreerpapier, iets smaller dan het bekerglas en ongeveer 3 cm langer dan de hoogte van het glas.
- Vouw de bovenste rand van het filtreerpapier dubbel.
- Zet onderaan het filtreerpapier op gelijke hoogte twee stippen: links met de ene viltstift en rechts met de andere viltstift. Plaats de stippen minstens 1 cm van de onderrand.
- Hang het filtreerpapier voorzichtig aan een ijzerdraadje dat over het bekerglas is gelegd (figuur 47). Zorg ervoor dat de stippen niet in de loopvloeistof komen!

FIG. 47 Het gevouwen filtreerpapier met stippen.



Wacht af wat er gebeurt. De loopvloeistof stijgt op en passeert de stippen. De afzonderlijke kleurstoffen in de inkt blijken met verschillende snelheden mee te bewegen. Tijdens het opzuigen van de loopvloeistof in het filtreerpapier worden de kleurstoffen in de inkt als het ware 'uit elkaar getrokken'.

Als de inkt uit drie verschillende kleurstoffen bestaat, zullen er op het papier drie gescheiden vlekken ontstaan (figuur 48).

Laat op het einde van de les je chromatogram drogen. Je kunt het bij je verslag van deze extrastof plakken.

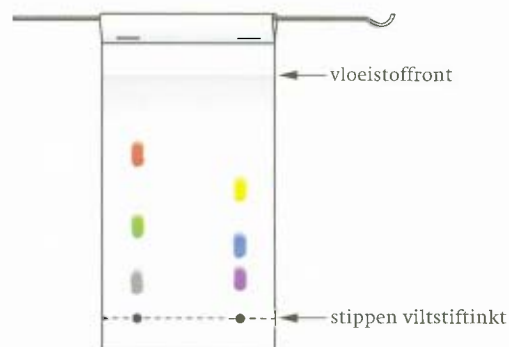
### Hetzelfde of niet?

Als de kleurstoffen hetzelfde zijn dan:

- moeten de stippen 'gesplitst' zijn in dezelfde kleurvlekken;
- moeten dezelfde kleurvlekken dezelfde afstanden hebben afgelegd.

Anders gezegd: als de twee inktsoorten hetzelfde zijn, zien hun chromatogrammen er precies hetzelfde uit.

FIG. 48 Chromatogram van twee soorten viltstiftinkt.



### Wat gebeurt er?

De loopvloeistof bestaat uit twee of meer vloeistoffen die niet goed met elkaar mengen. De oplosbaarheid van de kleurstoffen in deze vloeistoffen is verschillend. Ook worden de vloeistoffen niet even snel opgezogen door het filtreerpapier. Zo ontstaan de verschillende chromatogrammen.

Je ziet dat je met eenvoudige middelen kunt bepalen of twee stoffen hetzelfde zijn. En dat is een verrassend resultaat.

Chromatografie is ook toepasbaar op andere stoffen dan kleurstoffen. Je moet ze dan wel achteraf in een kleurstof kunnen omzetten, zodat de vlekken zichtbaar worden.

Je kunt ook andere 'dragers' toepassen dan filtreerpapier. De loopvloeistof kan ook door een gas vervangen worden. We spreken dan van 'gaschromatografie'. De moderne chromatografie is een techniek met tal van mogelijkheden, die in het scheikundig onderzoek een belangrijke plaats inneemt.

Maak van je bevindingen een verslag.

## E3 Gezond water; een schone zaak

Gezond water is schaars. Niet in alleen in Nederland maar in een groot aantal landen op de wereld. In veel Derde Wereld landen moeten mensen uren lopen om aan drinkwater te komen. Het is dan nog maar de vraag of dat water goed is.

In andere landen worden grote stuwdammen gebouwd om water te verzamelen voor het bevoeien van gewassen.

Maak een poster over dit (drink)waterprobleem. Je mag overal informatie en materiaal verzamelen. Probeer met de poster in beeld te brengen wat het probleem is en welke oplossingen er mogelijk zijn.

## E4 Oefenvragen en opgaven

- 1 Ons lichaam is ingesteld op een temperatuur van  $37^{\circ}\text{C}$ . Als het te warm wordt, regelen we onze temperatuur door te zweten. Meestal is het te koud en moeten we 'bijstoken' om op  $37^{\circ}\text{C}$  te blijven.
  - a Leg uit hoe je door te zweten kunt afkoelen.
  - b Hoe heet het geheel van processen, dat ervoor zorgt dat we ook in een veel koudere omgeving op temperatuur blijven?
- 2 Water waarin groenten gekookt zijn, wordt meestal weggegooid in de gootsteen.
  - a Hoe kun je eenvoudig (zonder indampen) vaststellen dat dit kookwater een oplossing is?
  - b Welk soort gerecht kun je vaak van dit kookwater bereiden?  
Groenten worden in water (gaar) gekookt om te zorgen dat ze beter verteerd worden in je maag en darmen.
  - c Waar gaat het om bij het bereiden van groente: het koken van het water of de temperatuur die bij dat koken bereikt wordt? Licht je antwoord toe. Water kookt bij een lage (lucht)druk bij minder dan  $100^{\circ}\text{C}$  en bij hoge (lucht)druk boven de  $100^{\circ}\text{C}$ .
  - d Leg uit waarom je op een hoge berg niet op 'normale' wijze warm eten kunt bereiden (figuur 49).
  - e Welk hulpmiddel kun je gebruiken om op die hoge berg een potje te koken? Geef kort uitleg waarom het nu wèl lukt.

FIG. 49 Eten koken in het hooggebergte.



FIG. 50 Salines aan de monding van de Rhône.



- 3** Zowel in de zee als in de bodem komt keukenzout voor. In zeewater zitten nog andere zouten. In de bodem zitten al deze zouten vaak in aparte lagen. Het (bijna) zuivere keukenzout in de bodem heet 'steenzout'. Als de zoutlagen in de bodem door plooiing van de aardlagen dicht bij het aardoppervlak liggen, kan het zout in 'dagbouw' worden gewonnen. In Nederland vind je diep gelegen steenzoutlagen onder Twente en in de Achterhoek bij Boekelo.
- a** Wat wordt bedoeld met 'dagbouw'?
- b** Verklaar waarom de zoutlagen onder Nederland niet door het grondwater zijn opgelost. Het Nederlandse zout zit op te grote diepte om dit door mijnbouw te winnen.
- c** Op welke manier wordt dit zout goedkoop gewonnen?
- d** Waarom kost deze manier van zoutwinning veel energie?
- In Zuid Frankrijk (Rhône-monding), Spanje en Portugal wint men zout uit zeewater in 'salines' (figuur 50). Dat zijn ondiepe bekkens waarin zeewater wordt gepompt. Als het water verdampt is, wordt het zout met bulldozers opgescheept.
- e** Waar haalt men in Zuid-Frankrijk de benodigde energie voor de verdamping vandaan?
- f** Verklaar waarom het zout uit de salines minder keukenzout bevat dan het zout dat in Boekelo wordt gewonnen.
- 4** Per seconde stroomt er bij Lobith gemiddeld  $2\,300\text{ m}^3$  Rijnwater ons land binnen. Volgens metingen van de Rijncommissie Waterleidingbedrijven zit daar  $1146\text{ kg}$  zout in.
- a** Bereken hoeveel g zout er in 1 liter Rijnwater zit.
- b** Bereken het percentage zout in een kg Rijnwater. 1 liter zeewater bevat ongeveer 30 gram zouten. Vergelijk het zoutgehalte van het Rijnwater met dat van de zee.
- d** Bereken hoeveel keer zo zout het zeewater is.
- 5** De Rhône krijgt zijn water van de Rhônegletsjer en van bergstroompjes. Het Rhônewater stroomt bij Montreux aan de oostzijde in het meer van Genève. Het water is daar grijsgroen gekleurd door meegevoerd rotsslijpsel. Verklaar waarom dit Rhônewater het meer bij Genève aan de westzijde weer kristalhelder verlaat.

FIG. 51 De oplosbaarheid van lucht in water bij verschillende temperaturen.

temperatuur (°C)	oplosbaarheid van lucht (liter lucht per liter water)
0	0,0288
5	0,0255
10	0,0227
15	0,0205
20	0,0187
25	0,0173

- 6** In een visvijver zit 500 m<sup>3</sup> water. In de tabel van figuur 51 staat de oplosbaarheid van lucht bij verschillende temperaturen.

**a** Teken een grafiek die het verband geeft tussen de oplosbaarheid van lucht in water en de temperatuur.

**b** Bepaal aan de hand van de grafiek of de oplosbaarheid van lucht in water:

- recht evenredig afneemt met de temperatuur;
- steeds minder afneemt bij stijgende temperatuur;
- steeds meer afneemt bij stijgende temperatuur.

Licht je antwoord toe.

Water moet minstens 1,9 volumeprocent opgeloste lucht bevatten om de vissen voldoende zuurstof te geven.

**c** Hoeveel liter opgeloste lucht moet 1 liter water dan minstens bevatten?

**d** Bepaal aan de hand van de grafiek bij welke watertemperatuur de vissen nog voldoende zuurstof krijgen.

Tijdens een hittegolf stijgt de temperatuur van al het water in de visvijver van 10 tot 25 °C.

**e** Bereken hoeveel liter lucht er dan per liter water is vrijgekomen.

**f** Bereken hoeveel liter lucht er uit de hele vijver is ontsnapt.

- 7** Drinkwater kan op drie manieren gedesinfecteerd worden.

**a** Wat is 'desinfectie'?

**b** Welke drie manieren van desinfecteren ken je?

Een van de manieren wordt niet alleen bij drinkwater, maar ook in zwembaden gebruikt. Deze methode heeft twee belangrijke voordelen. Het is de meest effectieve en de goedkoopste methode.

**c** Welke methode is hier bedoeld?

**d** Welk nadeel zit er aan deze methode vast als het gaat om drinkwater?

**e** Noem drie redenen waarom men deze methode in Nederland bij zwembaden vaker toepast dan bij drinkwater.