

Blok 3

INHOUD

BASISSTOF

T1	Soorten water	86
W1		89
T2	Zuiveringsmethoden	90
W2		92
T3	Actief zuiveren	93
W3		95
T4	Drinkwaterbereiding	96
W4		100

HERHAALSTOF

H1	Zuiveringsmethoden	101
H2	'Giftige herhaalstof'	103
H3	Drinkwaterbereiding	104

EXTRASTOF

E1	Waterverbruik in Nederland	106
E2	Zure regen, zure grond	109
E3	Oefenvragen en opgaven	112



LEERDOELEN

- 1 Je moet minstens zes functies van water in het dagelijks leven kennen. [P1, T1, W1]
- 2 Je moet drie soorten water kennen en de verschillen in samenstelling en herkomst kunnen aangeven. [P1, T1, W1]
- 3 Je moet weten aan welke eisen goed drinkwater moet voldoen en aan kunnen geven waarom 'helder water' geen drinkwater hoeft te zijn. [P1, T1, W1]
- 4 Je moet weten wat we onder de kringloop van het water verstaan en kunnen verklaren waarom het water van de zeeën en oceanen zout is. [T1, W1]
- 5 Je moet weten dat je een mengsel kunt scheiden en zuiveren door extractie of adsorptie. [P2, T2, W2, P3, T3, W3]
- 6 Je moet weten wat bedoeld wordt met bezinken, filtreren en decanteren en hoe hiervan gebruik gemaakt wordt bij de bereiding van drinkwater. [P2, T2, W2]

De bereiding van drinkwater

- 7** Je moet weten wat we onder vergiftiging en giftige dosis verstaan en waarom er geen definitie van een giftige stof te geven is. [T3, W3]
- 8** Je moet weten wat desinfecteren van drinkwater betekent. Je moet de drie methoden van desinfectie kennen met hun voor- en nadelen. [T3, W3]
- 9** Je moet weten wat adsorptie is en hiervan voorbeelden kunnen noemen. [P3, T3, W3]
- 10** Je moet het verschil en de overeenkomst kennen tussen een oplossing, een emulsie en een suspensie en hiervan voorbeelden kunnen noemen. [P3, T3, W3]
- 11** Je moet de belangrijkste grondstoffen voor de bereiding van drinkwater kennen met hun voor- en nadelen. [T4, W4]
- 12** Je moet weten wat met infiltratie en zelfreiniging van grond- en oppervlaktewater bedoeld wordt en aan kunnen geven welke processen daarbij optreden. [T4, W4]
- 13** Je moet weten hoe en waar drinkwater uit zee-water wordt gemaakt en waarom dit in Nederland niet aantrekkelijk is. [T4]
- 14** Je moet de twee redenen kunnen noemen waarom de toelaatbare hoeveelheid van schadelijke stoffen in drinkwater sterk verschilt. [T4, W4]
- 15** Je moet weten welke gevolgen het gebruik van drinkwater heeft voor natuur en milieu. [T4, W4]
- 16** Je moet aan kunnen geven op welke manieren de gevolgen van het drinkwatergebruik voor natuur en milieu beperkt kunnen worden. [T4, W4]

T1 Soorten water

De kringloop van het water

De zon verwarmt zee en oceanen. Daardoor verdampt zeewater. De damp stijgt op en koelt af. Door het afkoelen ontstaan wolken. Vanuit de wolken komt het water als sneeuw of regen weer op aarde terecht. Dit is de 'grote kringloop' van het water, die zich eindeloos herhaalt.

Er is ook een 'kleine waterkringloop'. Daarbij gaat het om de verdamping van het 'zoete' water uit beken, rivieren, meren, enz. Beide kringlopen samen vormen de kringloop van het water (figuur 1).

FIG. 1 De grote en de kleine kringloop van het water.



Het water uit oceanen, zeeën en meren wordt door zonnestraling in waterdamp omgezet. Het water ondergaat zo een *natuurlijk destillatieproces*. Toch is *regenwater* vaak geen zuivere stof. Er kunnen stof- en vuildeeltjes inzitten. Sommige stoffen lossen op in de waterdamp in de lucht. Deze stoffen spelen een belangrijke rol bij de vorming van zure regen. Uiteraard zal dit vooral gebeuren boven grote industriegebieden met veel luchtverontreiniging.

Soorten water op aarde

Je kunt het water op aarde op twee manieren indelen in soorten. Je kunt kijken naar *het gebruik* van het water en naar de *herkomst* van het water. Afhankelijk van de indeling zijn er overeenkomsten en verschillen aan te geven tussen de soorten.

VERSCHILLEN NAAR HERKOMST

We onderscheiden grondwater, oppervlaktewater en zeewater.

Als regen of sneeuw komt het water op aarde terecht. Het dringt door het aardoppervlak en lost in de aardkorst allerlei stoffen op. Behalve kunstmest (dat ook uit zouten bestaat) is dat vooral keukenzout. De waterige oplossing blijft boven aardlagen staan die weinig of geen water doorlaten (gesteenten). Dit ondergrondse water noem je *grondwater*.



ZOUTEN

Keukenzout is één van de vele zoutsoorten op aarde. Je moet wat meer van scheikunde weten om te begrijpen waarom een stof een zout genoemd wordt. Je kunt een zout herkennen aan de smaak. Een zout smaakt als keukenzout en lost meestal goed op in water.

Het grondwater staat in verbinding met sloten, vaarten, meren en rivieren. Het 'zoete' water op aarde dat in contact staat met de dampkring, noem je *oppervlakte-water*. Het is de bovenste laag op meren, rivieren, sloten en vaarten.

Het grondwater stroomt via het oppervlakte-water geleidelijk naar zee. De zouten in het grondwater komen zo in het zeewater terecht. Deze zouten verdampen niet. Steeds meer zouten uit de aardkorst komen in zee terecht. In de loop van vele miljoenen jaren is de zee steeds zouter geworden.



FIG. 2 Water, het wonder uit de kraan.

VERSCHILLEN NAAR GEBRUIK

Water dient als *drinkwater* voor mens en dier en als *bevoeiingsmiddel* voor planten (figuur 2).

Water wordt gebruikt als *was- en spoelmiddel*.

Water dient voor het *transport van stoffen*. Dat kan als *oplosmiddel* maar ook als mengsel.

Water zorgt voor het *transport van warmte*. Het kan dienen als *koelmiddel* voor de afvoer van warmte. Het kan ook gebruikt worden voor de toevoer van warmte. Water is ook de *grondstof voor het maken van stoom en ijs* (figuur 3).

Keuze van de grondstof voor drinkwater

Voor het maken van drinkwater is 'water uit de natuur' nodig. Lang niet al het water is daarvoor even geschikt. Het liefst kiest men natuurlijk water waaraan weinig of niets hoeft te gebeuren. In de praktijk is er weinig keus. Het water dat in voldoende mate aanwezig is, moet gebruikt worden (figuur 4).

Zeewater is niet drinkbaar. Er zit te veel zout in. Er kunnen ook allerlei schadelijke stoffen in zitten die op zee zijn geloosd.

Veel mensen op aarde gebruiken ongezuiverd oppervlakte-water als drinkwater (figuur 5). De kans dat daar schadelijke stoffen in zitten is natuurlijk erg groot.

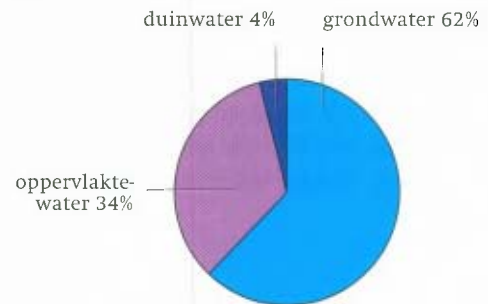
FIG. 3 De schoepen van een stoomturbine.



ANDERE BENAMINGEN

Andere namen voor drinkwater zijn leidingwater en kraanwater.

FIG. 4 'Grondstoffen' voor het maken van drinkwater in Nederland.



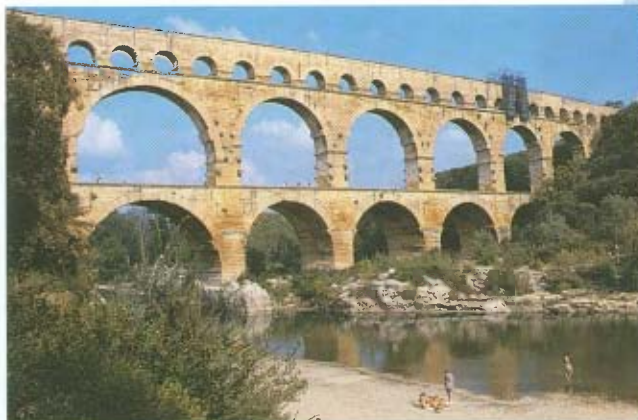


FIG. 5 In de oudheid werd het oppervlakte-water over grote afstanden aangevoerd via aquaducten.



FIG. 6 Drinkwater in Tanzania.



FIG. 7 Is het drinkwater wel helder?

Grondwater is nog 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 6).

Drinkwater mag geen schadelijke stoffen, ziektekiemen of bacteriën bevatten. Het moet aan bepaalde kwaliteitsnormen voldoen. De maximale concentraties van bepaalde stoffen zijn door de overheid voorgeschreven (zie figuur 18 van blok 2). Het RIVM (Rijks Instituut voor Volksgezondheid en Milieu) voert controles uit.

Drinkwater moet ook helder zijn (figuur 7). Maar helder water hoeft nog geen drinkwater te zijn. Er kunnen stoffen in zitten die het water giftig of onsmakelijk maken. Aan het water kun je dat vaak niet zien.

Zuiver water bestaat alleen uit de stof water. Het water op aarde is nooit zuiver. Bij het bereiden van drinkwater uit natuurlijk water moeten kleine hoeveelheden verontreiniging verwijderd worden. Daarvoor worden algemeen gangbare zuiveringsmethoden toegepast. Zuiveren door destillatie is voor de bereiding van drinkwater meestal te duur. Destilleren wordt pas toegepast, als er geen andere keus is.

Ook drinkwater uit de kraan is geen 'zuivere stof'. Er zit bijvoorbeeld kalk in. De opgeloste stoffen geven het water een bepaalde smaak. Echt zuiver water (gedestilleerd water) is niet lekker om te drinken. Het smaakt écht naar niets.



TEXEL

Tot voor kort werd het eiland Texel voorzien van drinkwater door destillatie van zeewater. Jaarlijks werd 1 miljard liter zeewater omgezet in drinkwater. Sinds kort is het eiland via een pijpleiding aangesloten op het drinkwaterleidingnet.

BLOK 3 BASISSTOF

W1

- 1** **a** Noem zes doeleinden waarvoor je water kunt gebruiken.
b Welke twee functies heeft water bij het koken van aardappelen?
c Geef twee voorbeelden van water als transportmiddel van warmte.
- 2** **a** Aan welke eisen moet drinkwater voldoen?
b Leg uit waarom helder water geen goed drinkwater hoeft te zijn.
c Waaruit blijkt dat drinkwater geen 'zuivere stof' is?
d Welke stoffen zijn de 'smaakmakers' in drinkwater?
- 3** In sommige landen wordt drinkwater gemaakt door zeewater te destilleren.
a Waarom is dat geen aantrekkelijke methode?
b Is dat gedestilleerde water direct als drinkwater te gebruiken? Licht je antwoord toe.
c Waarom is deze methode in Saoedie-Arabië toch aantrekkelijk?
- 4** **a** Leg uit wat met 'de kringloop van het water' bedoeld wordt.
b Wat is het onderscheid tussen de kleine en de grote kringloop?
- 5** Leg uit wat 'de kringloop van het water' te maken heeft met het zoutgehalte van zeewater.
- 6** **a** Welke soorten water kun je onderscheiden als je let op de herkomst?
b Geef van elke soort minstens drie gebruiksmogelijkheden.
- 7** **a** Is regenwater een 'zuivere stof'? Geef een toelichting.
Je wilt drinkwater maken. Je hebt de keus tussen grondwater, oppervlaktewater en regenwater.
b Welke soort water is het meest geschikt? Licht je antwoord toe.
- 8** In Scandinavië wordt gekapt hout in stromende beken gegooid. Het hout komt zo als vlotten in de havens terecht.
a Wat is hier het transportmiddel?
b Wie of wat levert de energie voor dit transport?

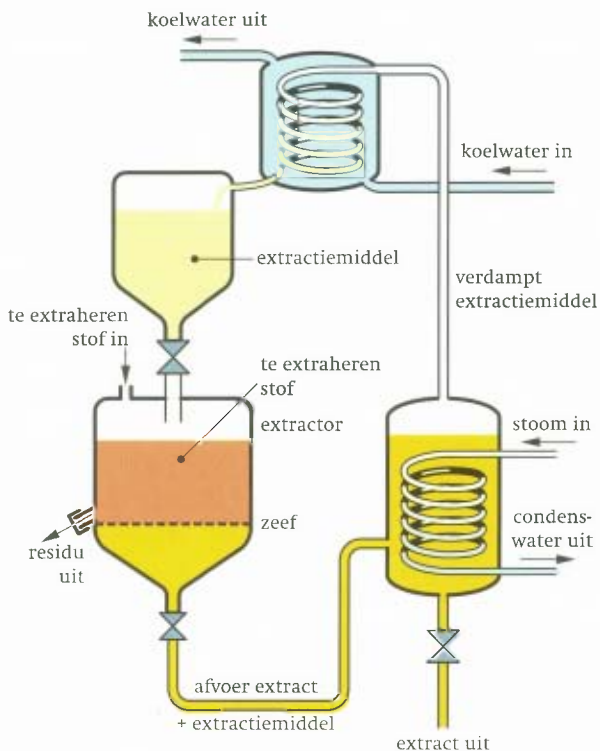
T2 Zuiveringsmethoden

Drinkwater is voor mens en dier een eerste levensbehoefte. Het water op aarde is meestal niet geschikt als drinkwater. Het natuurlijke water moet eerst geschikt gemaakt worden. Het water moet gezuiverd worden van storende stoffen. Deze paragraaf gaat over verschillende zuiveringsmethoden.

Scheiden van mengsels van vaste stoffen

Niet elke vaste stof lost even goed op in een bepaalde vloeistof. Sommige vaste stoffen lossen zelfs helemaal niet op in die vloeistof. Je kunt deze eigenschap gebruiken om mengsels van vaste stoffen te scheiden. We noemen dit *extraheren* (figuur 8). Je kiest een oplosmiddel waarin de ene stof goed en de andere stof niet of heel slecht oplost.

FIG. 8 Een extractieapparaat.



WELK OPLOSMIDDEL KIEZEN?

Vet lost niet op in water, maar wel in benzine. Suiker en zout lossen wél op in water en bijna niet in benzine.



EXTRAHEREN

Extraheren betekent *uittrekken*.

VOORBEELD 1: Je kunt een mengsel van zout en zand scheiden door het in water te verwarmen. Daarna moet je het mengsel filtreren. Het zout lost op in water en blijft dus in het *filtraat*. Het zand blijft als *residu* op het filter achter. Door het filtraat in te dampen kristalliseert het zout uit.

VOORBEELD 2: Op een vergelijkbare manier wordt suiker uit suikerbieten gewonnen. De bieten worden tot pulp gesneden en in water gekookt. De pulp wordt afgefiltreerd. De suikeroplossing wordt gezuiverd. De suikeroplossing wordt daarna ingedampt. De suiker kristalliseert uit.

Zuiveren van vloeistoffen

Extraheren wordt bij het maken van drinkwater niet toegepast. Bij extraheren gaat het om het scheiden van grote hoeveelheden vaste stoffen. Voor het maken van drinkwater moeten juist kleine hoeveelheden storende stoffen verwijderd worden.

Vloeistoffen kunnen gezuiverd worden door bezinken en *filtratie*. Onopgeloste stoffen zoals vuil en stofdeeltjes kunnen direct afgefiltreerd worden. Opgeloste stoffen kunnen verwijderd worden door ze eerst om te zetten in onopgeloste stoffen en ze daarna af te filtreren.

VOORBEELD: In zuurstofarm grondwater komen zouten voor 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 een gezuiverd product over. Voor de oxidatie met lucht zijn aerobe bacteriën nodig.



ZUIVEREN MET HULP VAN BACTERIËN

Bacteriën kunnen chemische processen veroorzaken. Ze spelen een rol bij de afbraak van organische resten van planten.

Je spreekt van *aerobe bacteriën* als de bacteriën voor hun werk zuurstof nodig hebben.

Andere bacteriën hebben voor hun werk juist géén zuurstof nodig. Je spreekt dan van *anaerobe bacteriën*.

Zo is aardgas ontstaan uit plantaardig materiaal onder invloed van anaerobe bacteriën.

Bezinken en filtreren

Veel waterleidingbedrijven gebruiken oppervlaktewater voor het maken van drinkwater. Het oppervlaktewater wordt eerst een aantal maanden opgeslagen in grote spaarbekken (figuur 9). Daarin bezinken vuil en stofdeeltjes die het water troebel maken. Zo verbetert de kwaliteit van het water door *zelfreiniging* (zie ook T4).

Ook op kleine schaal wordt bezinken toegepast voor het zuiveren van vloeistoffen. In wijn die lange tijd bewaard is, zit tanine. Door de fles enige tijd rechtop te laten rusten, zakt de tanine naar de bodem. Als de wijn voorzichtig in een karaf wordt geschonken, blijft de tanine als bezinksel achter. Deze manier van zuiveren heet *decanteren*.

FIG. 9 Spaarbekken 'De Petrusplaat' in de Brabantse Biesbosch.



Grote hoeveelheden water worden gezuiverd door het water door *zand- of grindfilters* te leiden. Na een bepaalde tijd moet het vuil uit zo'n filter worden verwijderd. Dat gebeurt door er water door te persen in tegengestelde richting. Daarna wordt dit water gefilterd (figuur 10).

Tijdens het practicum heb je voor het filtreren een filter gebruikt van *filtreerpapier*. In het filtreerpapier zitten hele kleine openingen, die *poriën* genoemd worden. Deeltjes groter dan de poriën worden door het filtreerpapier tegengehouden.



SOORTEN FILTERMATERIAAL

Filtreerpapier is in allerlei *hardheden* te koop. Hoe harder het papier, des te kleiner zijn de poriën en des te kleiner zijn de deeltjes die je er mee tegenhoudt.

Voor vloeistoffen die papier aantasten, gebruik je filters van gesinterd glas.

Bij filtraties in de fabriek gebruikt men filterdoek. Het filterdoek kan na uitwassen opnieuw worden gebruikt.

FIG. 10 Het afgefilterde neerslag.



- 1** Waarom is het begrijpelijk dat mens en dier zo veel drinkwater nodig hebben? (Zie blok 2, T1.)
- 2**
 - a** Wat betekent *extractie*?
 - b** Op welk soort mengsels pas je dit toe?
 - c** Wat is het principe van extractie?
 - d** Waarom wordt extractie niet bij drinkwaterbereiding toegepast?
- 3** Rietsuiker wordt gemaakt uit suikerriet. Suikerriet wordt in sommige derde-wereld-landen verbouwd. In suikerriet zitten geen verontreinigingen. Het hoeft dus niet gezuiverd te worden.
 - a** Wat betekent dit voor de produktiekosten van rietsuiker als je deze vergelijkt met bietsuiker? Toch is rietsuiker duurder dan bietsuiker.
 - b** Bedenk hiervoor twee redenen.
- 4** Je hebt een mengsel van krijtpoeder en suiker. Je moet het mengsel scheiden in krijt en suiker. De oplosbaarheid van krijt en suiker in water is erg verschillend.
 - a** Beschrijf de bewerkingen die je moet uitvoeren om suiker en krijt te scheiden.
 - b** Hoe heet de toegepaste scheidingsmethode?
 - c** Wat zit er in het filtraat, en wat in het residu?
 - d** Hoe kun je de vaste stof uit het filtraat winnen?
- 5** Je moet een mengsel van keukenzout en sla-olie scheiden. Beschrijf hoe je dat zou doen.
- 6** 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
- 7** Welke nadelen heeft het gebruik van oppervlaktewater voor de drinkwatervoorziening?
- 8**
 - 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* en hoe wordt dit op grote schaal gebruikt bij de bereiding van drinkwater?

T3 Actief zuiveren

Giftige stoffen in water

In natuurlijk water komen vaak stoffen voor die giftig zijn voor levende organismen. De opname van deze giftige stoffen kan *vergiftiging* tot gevolg hebben. Het organisme werkt dan niet zoals het hoort. Er treden storingen op die de dood tot gevolg kunnen hebben. De giftige werking van een stof hangt af van de totaal ontvangen hoeveelheid stof. De totaal ontvangen hoeveelheid noemen we de *dosis*.

Vaak noemen we een stof giftig als een kleine dosis al tot vergiftiging leidt. De *giftige dosis* is de hoeveelheid stof die vergiftiging tot gevolg heeft.

De giftige dosis is voor verschillende stoffen zéér 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.

Een apotheker moet goed op de hoogte zijn van de werking van de verschillende stoffen. Hij maakt medicijnen die moeten genezen. Maar medicijnen hebben niet alleen een genezende werking. Als de dosis te groot is, kan er vergiftiging optreden.



HOEVEEL IS TEVEEL?

Keukenzout noemen we niet giftig. Maar te veel keukenzout innemen kan ernstige schadelijke gevolgen hebben (figuur 11).

Geneesmiddelen moeten de werking van organismen verbeteren. Geneesmiddelen zijn ook giftig. Inname van te grote hoeveelheden kan levensbedreigend zijn. De apotheker waarschuwt niet voor niets om geneesmiddelen uit de buurt van kinderen te houden. Kinderen zien elke tablet aan voor een snoepje. Daar komt bij dat de giftige dosis voor kinderen veel kleiner is.

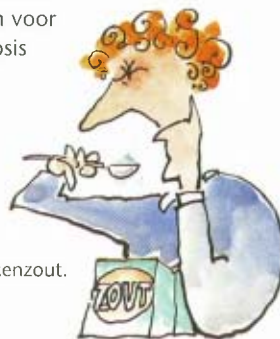


FIG. 11 Een giftige dosis keukenzout.

Vaak belemmeren giftige stoffen in het lichaam de werking van enzymen. *Enzymen* zorgen voor allerlei belangrijke processen in een organisme. Als de enzymen hun werk niet goed meer kunnen doen, raakt het organisme ontregeld. Dat kan de dood tot gevolg hebben.

De 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.

Desinfectie van water

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

- Bij *ozonisatie* wordt het gas 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.



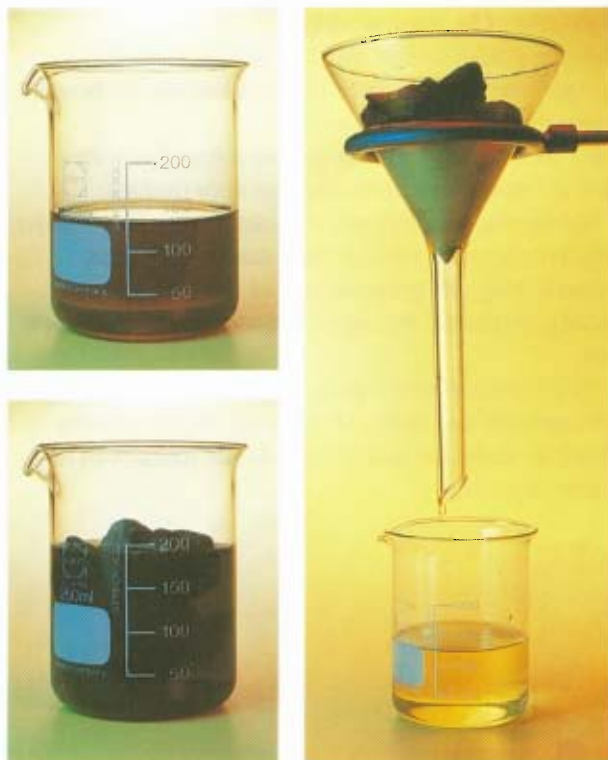
WELKE METHODE?

Desinfectie met chloor of ozon wordt al een eeuw lang toegepast. Het nadeel is dat hierbij schadelijke bijproducten zoals chloroform kunnen ontstaan. Desinfectie met UV-straling heeft daarom de voorkeur.

Adsorptie van stoffen

Heel kleine hoeveelheden opgeloste vaste stoffen of gassen kunnen de smaak van het water onaangenaam beïnvloeden. Deze stoffen kunnen worden verwijderd door het water door filters met *actieve kool* te leiden (figuur 12). De opgeloste stoffen hechten zich aan de actieve kool. We noemen dit *adsorptie*. De adsorberende stof noem je het *adsorbens*.

FIG. 12 Het effect van actieve kool.



NORIT

De Nederlandse merknaam voor actieve kool is norit.



AD- EN ABSORPTIE

Bij *adsorptie* hecht een stof zich vast aan het oppervlak van een andere stof. Door de temperatuur te verhogen kan de stof weer vrij gemaakt worden.

Zo adsorbeert actieve kool in een gasmasker giftige gassen.

Je moet *adsorptie* niet verwarren met *absorptie*. Bij absorptie wordt een vloeistof opgezogen in de poriën van een vaste stof. Zo kun je met vloeipapier of een stukje krijt een gemorste druppel inkt absorberen.

Stoffen in vloeistoffen

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

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 13).

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 14).



FIG. 13 In een emulsie zweven kleine vloeistofdruppeltjes in een andere vloeistof.

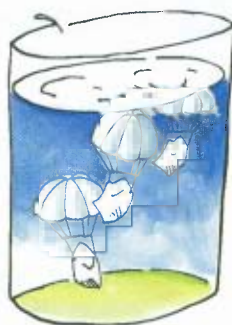


FIG. 14 In een suspensie zweven kleine vaste deeltjes in een vloeistof.



ONTMENGING

Een emulsie kan op den duur weer ontmengen in twee vloeistoffen. Als je dat niet wilt moet je een emulgator toevoegen. De emulgator zorgt ervoor dat de emulsie langere tijd stabiel blijft.

Een bekend voorbeeld van een emulsie is melk. Melk bevat vet, dat als zeer kleine druppeltjes in de waterige eiwitoplossing is *geëmulgeerd*.

Ook een suspensie die lange tijd staat kan ontmengen. De vaste stofdeeltjes bezinken dan. Je moet dan weer stevig roeren om de vaste stof goed te verdelen. Een bekend soort suspensie is verf. De kleurstofdeeltjes zijn in de vloeistof *gesuspendeerd*.

- 1 Leg uit wat de volgende begrippen betekenen.
 - a vergiftiging
 - b giftige dosis

- 2 a Welke giftige stof is gevaarlijker: een stof met een grote of een stof met een kleine giftige dosis? Licht je antwoord toe.
 - b Wat zijn enzymen en welk effect kan een giftige stof hebben op de werking van enzymen?

- 3 Lood is voor mensen en hogere diersoorten 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 schimmelsziektes te bestrijden.
 - b Waarom is dit voor de gebruikers van land- en tuinbouwproducten niet slecht?

- 4 Drinkwater wordt gedesinfecteerd met UV-straling. Daarvoor wordt het langs een UV-buis geleid. Op de plaats van de stralingsbuis is de leiding veel breder dan ervoor en erna.
 - a Wat gebeurt er met de stroomsnelheid van het water op de plaats waar de leiding veel breder is?
 - b Waarom is dit van belang?

- 5 Leg uit waarom regelmatig vis eten tegenwoordig minder gezond is.
- 6 In gasmaskers zit een patroon met actief koolpoeder. Het koolpoeder adsorbeert de giftige gassen. Nadat hij enige tijd aan giftige gassen is blootgesteld, moet de patroon worden vervangen.
- a** Geef hiervoor een verklaring.
Norit is een koolpoeder. Door een speciale bewerking met stoom hebben de korrels veel poriën gekregen. De oppervlakte van de korrels is daardoor honderden malen groter geworden.
- b** Leg uit waarom een grote oppervlakte zo belangrijk is voor adsorbtie.
- 7 **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?
- 8 Bij de fabricage van glas en bij glazuren wordt veel loodmenie gebruikt.
Leg uit waarom bij deze fabricageprocessen een degelijke stofafzuiging en het gebruik van stofmaskers of verse-lucht-kappen van groot belang zijn (figuur 15).

FIG. 15 Werken met een verse-lucht-kap.



Goed drinkwater is van levensbelang. Voor het maken van drinkwater is een goede grondstof nodig. De meest geschikte grondstof is grondwater (figuur 16). Grondwater is tamelijk schoon en vrij van ziektekiemen.

Als er niet genoeg grondwater beschikbaar is, wordt oppervlaktewater als grondstof gebruikt.

In landen als Saoedië-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. We noemen dit *zelfreiniging* van het water. Oppervlaktewater moet daarvoor enkele maanden in spaarbekkens bewaard worden (figuur 17). Pas daarna kun je er drinkwater van maken.

Bij zelfreiniging treden een aantal processen op:

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

FIG. 16 Schema van de winning van grondwater.

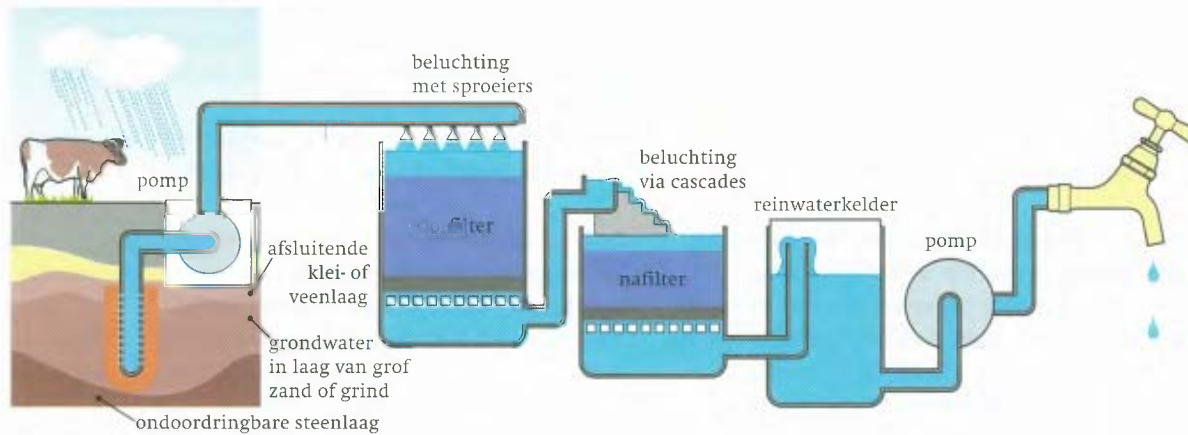


FIG. 17 In de Biesbosch liggen de ingedijkte spaarbekkens voor de drinkwatervoorziening van Rotterdam.



FIG. 18 Een put voor diepinfiltratie in Noord-Holland.

Infiltratie

In de randstad werd vroeger al het 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. Voorkomen moet worden dat het grondwaterpeil in de duinen te sterk daalt. Dat levert problemen op voor natuur en milieu. Daarom wordt tegenwoordig *infiltratie* toegepast (figuur 18). 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' (zie figuur 23 van blok 2). 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.

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 (figuur 19). Dit neerslag kan afgefilterd worden. Door beluchting verdwijnt ook het teveel aan kooldioxidegas dat in het grondwater zit opgelost. Dit kooldioxidevormend gas tast de stalen transportleidingen aan.

FIG. 19 Beluchting van zuurstofarm grondwater.



DE CASCADEMETHODE

De beluchting van zuurstofarm grondwater gebeurt eerst met sproeiers en daarna volgens de cascademethode (zie figuur 16). 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.

Desinfectie en opslag

Het geschikt gemaakte grondwater wordt nog *gedesinfecteerd*. Daarna wordt het in reinwaterkelders opgeslagen. Van daaruit wordt het door pompen in het waterleidingnet geperst. Voor de bereiding van drinkwater uit spaarbekkens is een extra chemische behandeling nodig.

Schadelijke stoffen in drinkwater

De hoeveelheid *schadelijke stof* die in drinkwater mag voorkomen is per stof sterk verschillend. Niet elke stof is even giftig. Van een minder giftige stof is de toelaatbare concentratie in het algemeen hoger dan van een giftigere 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 hebben de onaangename eigenschap dat ze zich ophopen in bepaalde organen van ons lichaam. De concentratie van deze stoffen moet natuurlijk heel erg klein zijn.

Drinkwater en ons milieu

Het gebruik van drinkwater en de vervuiling van dat water is de afgelopen eeuw enorm toegenomen (figuur 20). Het kost de waterleidingbedrijven steeds meer moeite om voldoende goed drinkwater te maken (figuur 21).

Door het onttrekken van grote hoeveelheden grondwater kunnen bepaalde gebieden verdrogen. Natuur en milieu zijn daarvan de dupe. 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 22 laat zien wat er met dat water gebeurt.

FIG. 20 De toename van het gebruik van drinkwater de afgelopen eeuw.

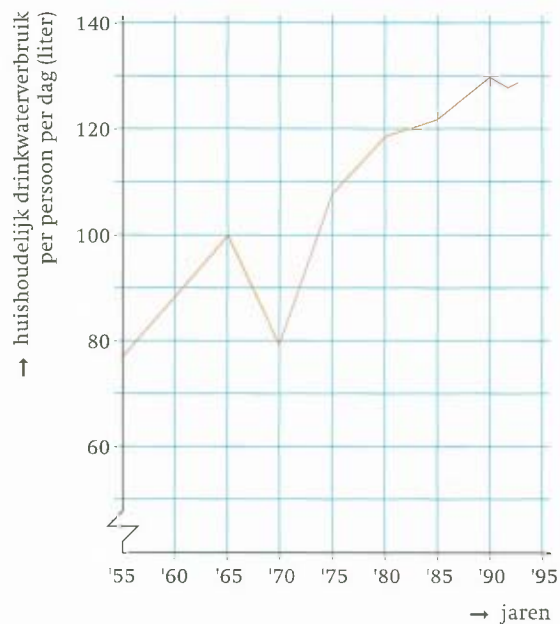
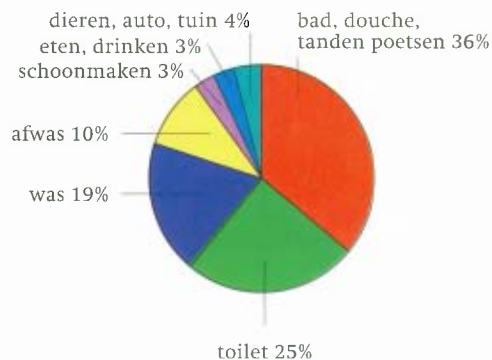


FIG. 21 De drinkwaterbereiding uit Rijnwater is door vervuiling een groot probleem geworden.

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

FIG. 22 Het gebruik van drinkwater in Nederland.



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 en toiletten die water besparen (figuur 23). De waterleidingbedrijven geven allerlei tips hoe je minder water kunt gebruiken.

FIG. 23 Waterbesparende douchekoppen.



Ook steeds meer bedrijven besparen op het watergebruik. Bijvoorbeeld door het water zelf te zuiveren en opnieuw te gebruiken (gesloten waterkring) of door productieprocessen te ontwikkelen die veel minder water vragen.



GEBRUIK PPPD

Met die 130 liter water per persoon per dag (pppd) 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 te zwijgen.

- 1** Drinkwater mag geen schadelijke bacteriën of ziektekiemen bevatten. Welke soort water is daarom de meest veilige 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** Wat wordt bedoeld met infiltratie?
 - b** Waar wordt deze methode in ons land het meest toegepast? Leg uit waarom.
 - c** Waarom mag de grondwaterspiegel door de waterwinning niet te sterk dalen?
 - d** Welke twee voordelen heeft infiltratie, als je dit vergelijkt met het gebruik van water uit spaarbekkens?
- 4**
 - a** Welke soort water is het meest geschikt voor het maken van drinkwater? Leg uit waarom.
 - b** Welke drie storende stoffen zitten in zuurstofarm grondwater?
 - c** Wat zijn de nadelen van elk van die stoffen?
 - d** Beschrijf hoe je deze stoffen kunt verwijderen.
- 5**
 - 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?
- 6**
 - 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 kunnen bijdragen?
- 7** De meeste moderne wasmachines hebben een 'spaarknop'
 - a** Wat zou daarmee bedoeld worden?
 - b** Wanneer kun je deze knop gebruiken?
 - c** Op welk schaars artikel bespaar je ook met deze knop?
- 8** De toelaatbare hoeveelheid van een schadelijke stof in drinkwater kan sterk verschillen.
 - a** Waarom hebben sommige schadelijke stoffen een grote toelaatbare concentratie?
 - b** Waarom hebben andere schadelijke stoffen een heel kleine toelaatbare concentratie?
 - c** Noem twee voorbeelden van de bij vraag **b** bedoelde stoffen.
- 9** 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?

H1 Zuiveringsmethoden

Dit blok gaat niet alleen over drinkwater. Het gaat ook over het scheiden van mengsels van vaste stoffen. En over methoden om kleine hoeveelheden opgeloste stof uit een oplossing te verwijderen.

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

- 1 Je wilt een mengsel van twee vaste stoffen scheiden. Je maakt gebruik maken van een eigenschap die voor beide stoffen verschillend is ten opzichte van een derde stof.
 - a Van welk eigenschap maak je gebruik?
 - b In welke fase verkeert de 'derde stof'?
 - c Hoe noem je die 'derde stof'?
 - d Noem een drietal voorbeelden van zo'n (mogelijke) 'derde stof'.
 - e Hoe heet de scheidingsmethode die je zo uitvoert?

- 2 Soms zit in een vloeistof een kleine maar storende verontreiniging opgelost. Je wilt die stof uit de vloeistof halen. Maar je hoeft de verontreinigende stof niet te bewaren.

Je kunt dat op twee manieren doen. Bij de eerste methode treedt een chemische reactie op. De tweede methode berust op een natuurkundig proces.

 - a Wat gebeurt er met de verontreiniging bij de eerste methode?
 - b Op welke manier raak je de verontreiniging daarna kwijt uit je oplossing?
 - c Van welk soort proces maak je gebruik bij de tweede methode?
 - d Noem de soort stof die je hiervoor het meest toepast.
 - e Op welke manier raak je hierbij de verontreiniging kwijt uit je oplossing?

- 3 Soms heb je 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 bij de drinkwaterbereiding?
 - c Welk filtermateriaal wordt bij de drinkwaterbereiding gebruikt om vaste stofdeeltjes af te filteren?

In chemische fabrieken ontstaat vaak een hoeveelheid neerslag die waardevol is om te winnen.

 - d Welke soort filtermateriaal zullen chemische fabrieken gebruiken?

Het scheiden van mengsels

Een mengsel van twee vaste stoffen wordt meestal gescheiden door gebruik te maken van het *verschil in oplosbaarheid* in een vloeistof. Die vloeistof noem je het *oplosmiddel*. Daarin moet één stof uit het mengsel zeer goed oplossen; de ander niet of zeer weinig. Voorbeelden van zulke oplosmiddelen zijn water, alcohol, ether, aceton en benzine (figuur 24).

FIG. 24 Oplosmiddelen.



Een mengsel van zout en olie kun je scheiden met ether. Daarin lost olie zeer goed op; zout bijna niet. Daarna kun je de vloeistof filtreren. Het zout blijft als residu achter op het filter. Uit het filtraat kun je de olie terugwinnen door de ether te destilleren. Het kookpunt van ether is veel lager dan van olie. De olie blijft in je destilleerkolf achter. Deze scheidingsmethode heet *extractie*.

Kleine hoeveelheden opgeloste stof verwijderen

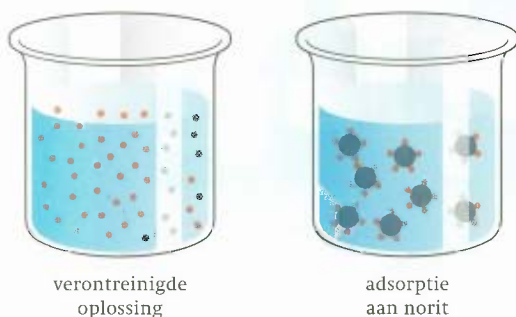
Soms moet je kleine hoeveelheden opgeloste stof uit een oplossing verwijderen. Meestal gaat het om een waardelose verontreiniging. Die hoeft je dus niet te bewaren. Er zijn twee methoden.

Je zoekt naar een *chemische reactie* waarbij de verontreiniging een *onoplosbare stof* vormt. Door te filtreren raak je de verontreiniging kwijt. De vloeistof of een eventuele andere opgeloste stof mogen natuurlijk *niet* reageren.

Je kunt ook gebruik maken van *adsorptie*. Daarbij hecht de verontreiniging zich aan het oppervlak van een actieve stof. De actieve stof wordt *adsorbens* genoemd.

Een bekend adsorbens is actieve kool (figuur 25). Actieve koolnorit heeft een zeer groot actief oppervlak.

FIG. 25 Zuivering met actieve kool.



Helder maken van een troebele vloeistof

Je kunt een troebele vloeistof helder maken door *bezinken* gevolgd door *filtratie*. Bij het bezinken zakken grotere vaste deeltjes naar de bodem. Door voorzichtig te *decanteren* kan de vloeistof afgeschonken worden. Bij de filtratie worden de fijnere deeltjes uit de vloeistof verwijderd.

Bij het maken van drinkwater wordt deze methode toegepast op oppervlaktewater uit spaarbekkens. Dit water wordt gefilterd over grindbedden. De grindbedden zijn opgebouwd uit lagen grind van verschillende groottes. Ook de zouten uit zuurstofarm grondwater worden zo verwijderd.

Na enige tijd wordt het filter gezuiverd door water in omgekeerde richting door het filter te persen. Bij fabricageprocessen waarbij de neerslag bewaard moet worden, gebruikt men filterdoek. Daarop ontstaat een *filterkoek* van vaste stof, die mechanisch of met de hand wordt verwijderd.

H2 'Giftige herhaalstof'

Deze herhaalstof gaat over giftige stoffen, giftige dosis en vergiftiging.

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 versta je onder de giftige dosis van een stof?
d Wanneer noem je een stof giftig?

- 2 **a** Waarop berust de werking van de meeste giftige stoffen?
b Wat is een enzym?
c Waarom kan een stof met een kleine 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 doordringen.
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?
c Welke gevolgen heeft het gebruik van deze stoffen voor de bereiding van drinkwater?

Vergiftiging en giftige stoffen

Giftige stoffen kunnen de werking van een organisme verstoren. Meestal belemmeren ze de werking van enzymen. Enzymen zijn noodzakelijk voor allerlei chemische processen in een organisme.

Met de dosis bedoelen we de totale hoeveelheid stof die is opgenomen. *De giftige dosis* is de hoeveelheid die ernstige gevolgen heeft voor de werking van het organisme. We spreken dan van vergiftiging.

Vergiftiging kan de dood tot gevolg hebben.

De giftigheid van een stof hangt af van de grootte van de giftige dosis. Hoe kleiner de giftige dosis des te giftiger is de stof. Het is ook belangrijk wat er met de giftige stof in het organisme gebeurt. Sommige giftige stoffen hopen zich op. Door regelmatige opname van kleine hoeveelheden ontstaat zo op den duur een giftige dosis. De werking van een giftige stof kan voorkomen worden met een anti-stof.

Bij het werken met giftige stoffen moet voorkomen worden dat ze in contact komen met de huid. Ook het inademen van deze stoffen is gevaarlijk (figuur 26).

FIG. 26 Bespuiten van gewassen. Wat heeft deze man vergeten?



Giftige stoffen moeten zorgvuldig bewaard worden. Voorkomen moet worden dat deze stoffen het milieu bevuilen. Als deze stoffen toch in de bodem terecht komen, kunnen ze door het grondwater over grote gebieden verspreid worden. Het grondwater is dan natuurlijk niet meer geschikt om drinkwater van te maken.

H3 Drinkwaterbereiding

FIG. 27 Kostelijk drinkwater.



Deze herhaalstof gaat over het maken van drinkwater (figuur 27).

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

- 1 Voor welke verschillende doeleinden kan water gebruikt worden?
- 2 **a** Welke drie soorten water kun je onderscheiden als je let op de herkomst?
b Is drinkwater een 'zuivere stof'? Hoe weet je dat?
c Leg uit waarom helder water nog geen drinkwater hoeft te zijn.
- 3 **a** Wat is grondwater?
b Welke twee soorten grondwater ken je?
c Welk verband is er tussen grondwater en het zoutgehalte van zeewater?
d Leg uit wat we onder de 'kringloop van het water' verstaan.

- 4 **a** Waarom mag je verwachten dat regenwater een zuivere stof is?
b Leg uit waarom dat meestal niet zo is.
c Wat versta je onder oppervlaktewater?
d Wat versta je onder de 'zelfreiniging' van oppervlaktewater?
e Welke processen treden daarbij op?
- 5 **a** Wat versta je onder infiltratie in de duinen?
b Waarom wordt dat gedaan?
c Welke voordelen heeft infiltratie?
- 6 **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.

Soorten water

Je kunt water onderscheiden naar gebruik en naar herkomst.

Als je let op het gebruik dan kun je een aantal soorten water onderscheiden.

- water als drinkwater en bevoeiingsmiddel (drinkwater voor planten);
- water als was- en spoelmiddel;
- water voor transport van stoffen; in opgeloste en niet-opgeloste vorm;
- water voor transport van warmte; voor koeling en verwarming (figuur 28);
- water als blusmiddel;
- water als grondstof voor het maken van stoom en ijs.

FIG. 28 Het koelsysteem van een automotor.



Als je let op de herkomst dan kun je drie soorten water onderscheiden:

- grondwater;
- oppervlaktewater;
- zeewater.

Grondwater is regenwater of water van rivieren, beken of meren dat door de bodem is gesijpeld. Het heeft zich boven een ondoordringbare aardlaag verzameld. Het grondwater staat in verbinding met sloten, vaarten, meren en rivieren.

De bovenste laag op meren, rivieren, sloten en vaarten is het oppervlaktewater. Het is zoet water. Via het oppervlaktewater stroomt het grondwater geleidelijk naar zee. Zeewater is zout.

De kringloop van het water

Zeewater verdampt onder invloed van zonnestraling. De waterdamp stijgt op, koelt af en vormt wolken. Uit de wolken komt neerslag in de vorm van sneeuw, hagel of regen. De neerslag dringt door in de bodem en lost daar allerlei zouten op. Het grondwater komt via sloten, rivieren en meren weer in zee terecht. Het zeewater verdampt weer. De zouten blijven achter. Het gevolg is dat er in de loop der tijden steeds meer zout uit de aardkorst in zee terechtgekomen is.

Er verdampt ook water uit meren, kanalen en rivieren. Via neerslag en grondwater komt dit water weer terug in de meren, kanalen en rivieren.

We noemen dit geheel van processen: *de kringloop van het water*.

Door het verdampen heeft regenwater een 'natuurlijk destillatieproces' 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.

Drinkwater maken

Grondwater is het meest geschikt om drinkwater van te maken. Grondwater kan *zuurstofrijk* of *zuurstof-arm zijn*. In zuurstofarm grondwater zitten te veel zouten en te veel kooldioxidegas. Het kooldioxidegas wordt verwijderd door beluchting. De zouten worden door aerobe bacteriën omgezet in onoplosbare stoffen. Deze stoffen kunnen gefiltreerd worden. Door *desinfectie* worden ziektekiemen en schadelijke bacteriën in het water gedood. Desinfectie kan met ozon, chloor en UV-straling.

E1 Waterverbruik in Nederland

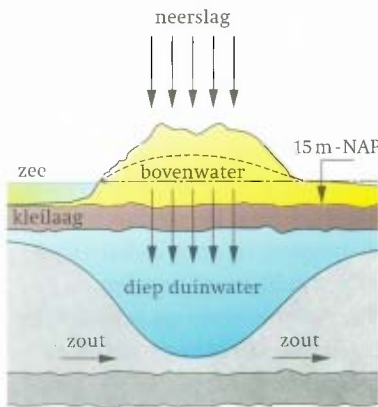
Bij gebrek aan voldoende grondwater moeten veel waterleidingbedrijven oppervlaktewater als grondstof gebruiken. Het oppervlaktewater wordt in *sparbekkens* verzameld. Tijdens het bewaren treedt *zelfreiniging* op. Daarbij treden drie processen op:

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

Het tekort aan grondwater kan ook aangevuld worden. In de duinen wordt oppervlaktewater in de bodem gepompt (figuur 29). Er treedt dan een natuurlijke filtering op. Deze infiltratie in de bodem heeft een aantal voordelen.

- Het grondwaterpeil zal minder sterk dalen.
- Door de natuurlijke filtering door het duinzand verbetert de kwaliteit.
- Zelfreiniging van het oppervlaktewater is bij infiltratie niet nodig.

FIG. 29 De waterhuishouding in de duinen.



Enkele cijfers over de wereldvoorraad aan water

De *totale hoeveelheid water op aarde* wordt geraamd op 1650 miljoen km³. (1 km³ = 1 miljard m³). Daarvan is nog geen 7 miljoen km³ zoet water. Dat is minder dan 1 %!

Van het zoete water zit 97 % in de bodem (grondwater). De rest (200 000 km³) zit in meren en rivieren (oppervlaktewater) en in de dampkring.

Van het grondwater zit de helft dieper dan 800 m. Daar is moeilijk bij te komen.

De hoeveelheid zoet water waarover we kunnen beschikken is beperkt. Er is 4,36 miljoen km³ grondwater en 0,27 miljoen km³ oppervlaktewater.

Dat is de totale wereldvoorraad aan grondstoffen voor drinkwaterbereiding. Daar moeten we zuinig op zijn! Figuur 30 toont een van de manieren om dat te doen.

Over de hele wereld is maar 30 % van de mensen aangesloten op een waterleidingnet. De overige mensen moeten hun drinkwater halen uit een regenton, welput, sloot of gracht. De kwaliteit van dit water is meestal onvoldoende. Via dit water kunnen allerlei ziektes verspreid worden.

In de tabel van figuur 31 vind je gegevens over de drinkwatervoorziening in verschillende landen.

FIG. 31 Aantal woningen aangesloten op het waterleidingnet.

land	aangesloten op waterleidingnet
Nederland	99,9 %
België	90 %
Duitsland	80 %
Frankrijk	80 %
Verenigde Staten	80 %

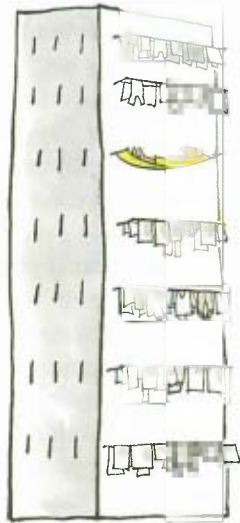


FIG. 30 Om piekbelasting te voorkomen kun je de traditionele maandagse wasdag beter vermijden.



FIG. 32 Regenwater als grondstof voor drinkwater.

Enkele cijfers over Nederland

Nederland telde in 1990 negenenveertig drinkwaterbedrijven. Die leverden samen 1334 miljoen m³ drinkwater aan huishoudens en bedrijven.

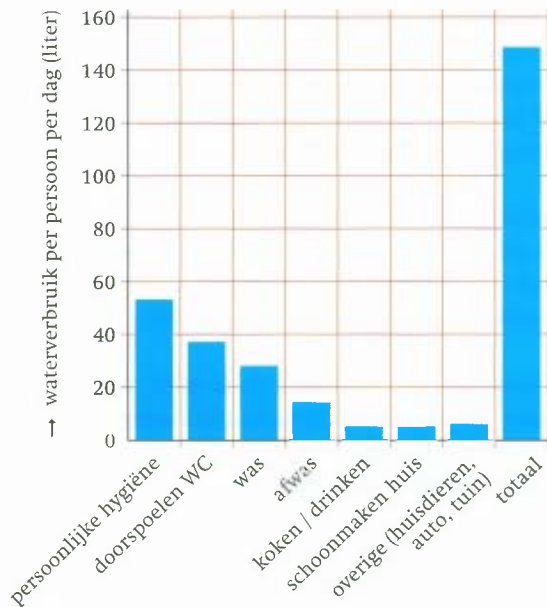
Tweederde deel werd gewonnen uit grondwater en eenderde deel uit oppervlaktewater.

Drinkwaterbereiding in Nederland (in miljoen m³/jaar):

1 uit oppervlaktewater:	
- zonder voorraadvorming:	28
- met spaarbekkens:	218
- met infiltratie:	<u>188</u> +
	434
2 uit grondwater:	<u>900</u> +
totale produktie drinkwater	1334

Het gemiddeld verbruik was in 1990: 148 liter per persoon per dag (figuur 33). De gemiddelde prijs was f 1,60 per m³.

FIG. 33 Het watergebruik per persoon per dag in 1990.



- a** Hoe groot is de wereldvoorraad aan grondstof voor het maken van drinkwater?

b Waarom is dat veel minder als de totale wereldvoorraad aan zoet water?

c Welke twee soorten water zijn geschikt voor het maken van drinkwater?

d Welke soort is daarvan het meest geschikt? Licht je antwoord toe.
- a** Hoeveel procent van de mensheid is niet aangesloten op een waterleidingnet?

b Hoe komen deze mensen dan aan drinkwater?

c Welke risico's zijn daaraan verbonden? In Nederland is het aantal gezinnen dat is aangesloten op het waterleidingnet veel groter dan in andere Westeuropese landen (zie figuur 31).

d Geef hiervoor een verklaring.

Niet alleen huishoudens gebruiken water. Ook de industrie en agrarische bedrijven hebben water nodig. Bij elkaar zo'n 4000 miljoen m^3 per jaar. De waterleidingbedrijven leveren hiervan ongeveer 10 % in de vorm van drinkwater óf als voorgezuiverd water. De resterende 90 % verzorgen de bedrijven zelf. Een groot deel van dit water wordt gebruikt om te koelen (elektriciteitscentrales) of voor het schoonspelen van ketels en filters (proces-industrie). Aan dit water worden geen hoge kwaliteitseisen gesteld. Het totale Nederlandse waterverbruik bedraagt dus $1334 + 4000 =$ ongeveer 5334 miljoen m^3 per jaar.

- 3** Grondwater is de beste grondstof voor drinkwater.
- a** Waarom wordt niet al het drinkwater in Nederland uit grondwater gemaakt?
 - b** Hoeveel keer zo groot is het waterverbruik van de industrie ten opzichte van dat van de huishoudens?
 - c** Hoeveel m^3 /jaar was het gemiddeld verbruik aan drinkwater per inwoner in 1990?
 - d** Ga na hoeveel water er bij jou thuis per jaar gebruikt wordt. Reken dit om in m^3 per persoon per jaar.
 - e** Vergelijk de situatie bij je thuis met het gemiddeld jaarverbruik voor Nederland. Probeer een eventueel verschil te verklaren.

Het koelwater dat de industrie gebruikt, wordt geloosd op het oppervlaktewater. Door de hogere temperatuur zit er in dit water minder zuurstof. Dit is slecht voor dieren en planten in het water.

- 4** In Nederland probeert men op twee manieren verhoging van de temperatuur van het oppervlaktewater te voorkomen.
- Welke twee manieren zijn dat?

Per dag heeft ons lichaam ongeveer 2,5 liter water nodig. Dat komt niet allemaal uit de kraan. Het zit ook in ons voedsel; in frisdrank, thee, koffie enz.

Het waterverbruik per persoon per dag in Nederland is lager dan in enkele andere Westeuropese landen. In Zwitserland, Italië, Noorwegen en Zweden is het waterverbruik 200 liter per persoon per dag of meer!

Onze *grootste zoetwater-importeurs* zijn de Rijn en de Maas. De Rijn is een gletsjerrivier. De Maas vervoert regenwater. Met de Rijn komt iedere seconde gemiddeld $2200 m^3$ zoet water ons land binnen. Dat is per jaar ruim 69 miljard m^3 . In droge tijden kan dit teruglopen tot eenderde deel van de gemiddelde waarde. De Maas levert gemiddeld $250 m^3$ water per seconde. Per jaar is dat ongeveer 8 miljard m^3 . In droge tijden kan dit teruglopen tot minder dan 5 % van de gemiddelde waarde. Kleinere rivieren leveren samen nog zo'n 3 miljard m^3 per jaar. Daarmee komt ieder jaar in totaal 80 miljard m^3 *zoet rivierwater ons land binnen*. Met dat rivierwater komen ook veel afvalstoffen ons land binnen. Vooral de chemische industrie in het Ruhrgebied en de zoutmijnen in Noord-Frankrijk zijn grote vervuilers. De Nederlandse overheid probeert door overleg met Duitsland, België en Frankrijk de vervuiling van de rivieren terug te dringen.

- 5**
- a** Hoeveel m^3 oppervlaktewater gebruikt Nederland per jaar voor de drinkwaterbereiding?
 - b** Hoeveel procent is dit van het zoete rivierwater dat jaarlijks ons land instroomt?

Grondwater is het meest geschikt voor het maken van drinkwater:

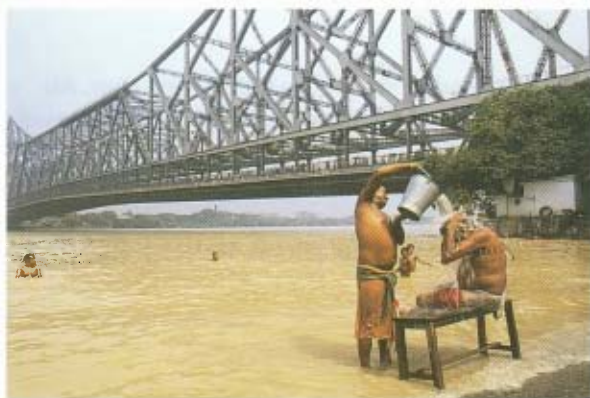
- In grondwater zitten geen bacteriën en virussen.
- Grondwater heeft een constante lage temperatuur.

De voorraad grondwater wordt ieder jaar aangevuld met ongeveer 6000 miljoen m^3 neerslag. Hiervan kan bijna 2000 miljoen m^3 gebruikt worden zonder dat dit ernstige problemen oplevert voor natuur en milieu. In 1990 gebruikten de waterleidingbedrijven 890 miljoen m^3 grondwater. De industrie haalde zelf ongeveer 250 miljoen m^3 uit de grond. Dus het totale grondwaterverbruik was in 1990 1140 miljoen m^3 .

- 6 Hoeveel procent van de beschikbare hoeveelheid grondwater wordt jaarlijks gebruikt?

Veel grondwater wordt onbruikbaar door allerlei verontreinigingen. Denk aan verontreiniging door overbemesting en het gebruik van bestrijdingsmiddelen. Denk ook aan verontreinigingen onder industrieterreinen, oude gasfabrieken en vuilstortplaatsen. Als we onze drinkwatervoorziening veilig willen stellen, zullen overheid en burgers alles in het werk moeten stellen om verontreiniging van het grondwater te voorkomen (figuur 34).

FIG. 34 Niet iedereen op de wereld kan comfortabel in bad.



BLOK 3 EXTRASTOF

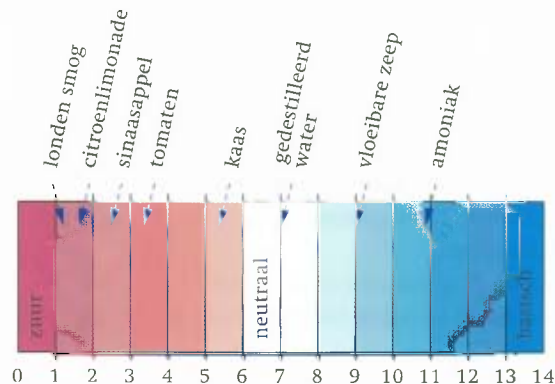
E2 Zure regen, zure grond

Deze extrastof gaat over zure regen en het effect van zure regen op de grond. Je gaat zelf de *zuurgraad* van grond bepalen.

Zure regen ontstaat door luchtvervuiling. Industrie – in het bijzonder elektriciteitscentrales, vuilverbrandingovens, intensieve veehouderij en het verkeer – zijn de grote boosdoeners. De verontreinigende stoffen in de lucht lossen op en komen met de neerslag op de grond terecht.

Wat is zuur? Het begrip zuur ken je van de smaak van bijvoorbeeld azijn of citroensap. Hoe zuur iets is, wordt aangegeven met de *zuurgraad*, symbool *pH*. Hoe zuurder een oplossing is des te lager is de *pH* (figuur 35).

FIG. 35 De *pH* van een aantal bekende oplossingen.



Er wordt wel eens gezegd dat zure regen net tomatensap is. Daarmee wordt bedoeld dat zure regen dezelfde zuurgraad heeft als tomatensap.

- 1 Bepaal met behulp van figuur 35 de zuurgraad van zure regen.

Zure regen valt op de grond en trekt de bodem in. Zure regen zorgt zo voor verzuring van de bodem. Er zitten dan aan de bodemdeeltjes te veel zuurdeeltjes vast.

Je kunt de zuurgraad van de grond bepalen door de zuurdeeltjes vrij te maken en op te lossen. De zuurgraad van de oplossing is een maat voor de zuurgraad van de grond.

BENODIGD MATERIAAL:

- *pH*-meter met elektrode; eventueel *pH*-papier
- bekeerglas 150 ml
- magnetische roerder met vlo
- maatcilinder van 10 ml
- maatcilinder van 50 ml
- balans of bovenweger
- gedroogde potgrond
- brandergaasje
- kaliumchloride-oplossing
- verdund zoutzuur
- kalk

Proef 1

Zeef de gedroogde potgrond door een brandergaasje. Weeg 5 g gezeefde potgrond af in een bekeerglas van 150 ml.

Voeg 75 ml van de kaliumchloride-oplossing aan de potgrond toe. Deze oplossing maakt de gebonden zuurdeeltjes vrij.

Gebruik de magnetische roerder met vlo om het geheel goed te mengen. Meng gedurende 10 minuten (figuur 36).

- 2 Meet met de *pH*-meter (of het *pH*-papier) de *pH* van het mengsel. Noteer de *pH*. Bewaar dit mengsel voor proef 2!

FIG. 36 Opstelling voor het bepalen van de *pH*.



Proef 2

Landbouwgrond werkt als een buffer voor zuur. Als een beetje zuur wordt toegevoegd, zal de *pH* niet veel veranderen.

We gaan met deze proef de bufferende werking van potgrond bepalen.

Neem de tabel van figuur 37 over. Noteer je meetresultaten in deze tabel.

Doe 10 ml zoutzuuroplossing in een maatcilinder en voeg dit toe aan het mengsel van proef 1.

- 3 Meet de *pH* vóór en onmiddellijk na toevoeging van het zuur. Meet daarna om de minuut gedurende 10 minuten. Roer voortdurend tijdens de hele meting. Bewaar je mengsel voor proef 3.
- 4 Teken een grafiek die het verband geeft tussen de *pH* en de tijd.

Proef 3

Op (te) zure grond wordt vaak kalk gestrooid. Kalk kan zuur wegnemen. De grond wordt dan minder zuur. In deze proef ga je dit proces nabootsen. Voeg ongeveer 1 g kalk toe aan het mengsel van proef 2.

FIG. 37 Meetresultaten bij potgrond zonder kalk.

tijd na toevoegen zuur (minuten)	pH
0 (vóór toevoegen zuur)
0 (na toevoegen zuur)
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10

FIG. 38 Meetresultaten bij potgrond mét kalk.

tijd na toevoegen zuur (minuten)	pH
0 (vóór toevoegen zuur)
0 (na toevoegen zuur)
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10

- 5** Roer voortdurend en meet na 10 minuten de *pH*. Noteer de gemeten *pH*. Bewaar het mengsel voor proef 4.
- 6** Leg uit waarom de *pH* van de vloeistof gestegen is.

Proef 4

Kalk strooien heeft vaak gevolgen voor de bufferende werking van de grond. In deze proef ga je onderzoeken of de bufferende werking van de grond is verbeterd door de toevoeging van kalk.

Neem figuur 38 over en noteer je meetresultaten in deze tabel.

Doe 50 ml zoutoplossing in een maatcilinder en voeg dit toe aan het mengsel van proef 3.

- 7** Meet de *pH* vóór en onmiddellijk na toevoeging van het zuur. Meet daarna om de minuut gedurende 10 minuten.

- 8** Geef de resultaten van proef 4 weer door middel van een grafiek.

Als je de grafiek van proef 4 vergelijkt met die van proef 2 kun je zien of de bufferende werking van de grond veranderd is.

- 9** Is de bufferende werking van de grond veranderd door de toevoeging van kalk? Licht je antwoord toe.

E3 Oefenvragen en opgaven

- 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.
- In een visvijver zit 500 m^3 water. In de tabel van figuur 39 staat de oplosbaarheid van lucht in water bij verschillende temperaturen.

FIG. 39 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

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;
- de oplosbaarheid van lucht in water steeds minder afneemt bij stijgende temperatuur;
- de oplosbaarheid van lucht in water 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.

- Bij de fabricage van kunstmest ontstaat 1000 kg mengsel (figuur 40). Dat mengsel bestaat voor 95 (massa)procent uit kaliumnitraat en 5 (massa)procent kaliumsulfaat. Uit het mengsel moet de kunstmeststof kaliumnitraat afgescheiden worden.

De oplosbaarheid in 100 g water van kaliumnitraat is bij 20 °C 32 g en bij 100 °C 245 g. Voor kaliumsulfaat is dat bij 20 °C 11,1 g en bij 100 °C 24 g.

a Bereken hoeveel water van 100 °C minimaal nodig is om 950 kg kaliumnitraat op te lossen.

b Bereken hoeveel water van 100 °C minimaal nodig is om 50 kg kaliumsulfaat op te lossen.

In een ketel wordt onder voortdurend roeren 1000 kg mengsel opgelost in 400 liter water van 100 °C. Niet al het mengsel lost op. Er ontstaat een verzadigde oplossing. De inhoud van de ketel wordt gefiltreerd door een verwarmd filter zodat de temperatuur van de oplossing 100 °C blijft.

c Waarom moet de temperatuur van de oplossing 100 °C blijven?

d Waarom zal de filterkoek niet alleen kaliumsulfaat, maar ook kaliumnitraat bevatten?

Uit een onderzoek van het filtraat van 100 °C blijkt dat dit 99,5 massaprocent kaliumnitraat en 0,5 massaprocent kaliumsulfaat bevat. Het filtraat wordt afgekoeld tot 20 °C. Hierbij kristalliseert een vaste stof uit, die wordt afgefiltreerd.

e Bereken hoeveel kaliumnitraat er bij 20 °C maximaal opgelost zal blijven.

f Waarom zal dit in werkelijkheid minder zijn?

FIG. 40 Een kunstmestfabriek.



- 4** Drinkwater kan op drie manieren worden gedesinfecteerd.
- a** Wat versta je onder 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.

- 5** De heer G. Ifmenger wil een dodelijk lokaas gaan maken voor de bestrijding van ratten in graanpakhuizen. Als giftige stof wil hij cumarinepoeder gebruiken. Deze stof levert weinig risico op voor mens en huisdier. In zijn vaktijdschrift 'De Gifkop' vond hij de volgende gegevens.
- De twee meest voorkomende rattensoorten zijn de bruine rat (lichaamsgewicht 200 tot 550 gram) en de zwarte rat (150 tot 220 gram).
 - De dodelijke giftige dosis van cumarinepoeder is voor ratten 5 mg per kg lichaamsgewicht.
 - De gemiddelde 'maaltijd' die ratten verorberen is 10 tot 40 gram.
- a** Van welk lichaamsgewicht moet Ifmenger uitgaan? Licht je antwoord toe.
 - b** Hoeveel g moet de maaltijd zijn? Licht je antwoord toe.
 - c** Bereken hoeveel mg cumarinepoeder er minstens in die maaltijd moet zitten.
- Om van 'succes' verzekerd te zijn kiest Ifmenger de dubbele hoeveelheid cumarinepoeder.
- d** Bereken hoeveel gram cumarinepoeder er in 1 kg van Ifmengers lokaas zit.
 - e** Waarom zal dit lokaas zeker dodelijk zijn voor zwarte ratten?