

Blok 3 Bereiding van drinkwater

INHOUD

PRACTICUM	
P1	Wat je al weet
P2	Zuiveringsmethoden
P3	Actief zuiveren
BASISSTOF	
TW1	Soorten water
TW2	Zuiveringsmethoden
TW3	Actief zuiveren
TW4	Drinkwater bereiden
HERHAALSTOF	
H1	Zuiveringsmethoden
H2	'Giftige herhaalstof'
H3	Drinkwaterbereiding
EXTRASTOF	
E1	Waterverbruik in Nederland
E2	Zure regen, zure grond
E3	Oefenvragen en opgaven

SAMENVATTING BLOK 3

TIJDSINDELING

P1	1 lesuur
T1, W1	1 lesuur
P2	1 lesuur
T2, W2	1 lesuur
P3	1 lesuur
T3, W3	1 lesuur
T4, W4	1 lesuur
D-toets	½ à 1 lesuur
H/E-stof	1½ à 1 lesuur (afhankelijk van tijdsduur D-toets)
E-toets	1 lesuur
Totaal	10 uren

ALGEMEEN

In samenhang met de bereiding van drinkwater worden in dit blok een aantal chemische werkwijzen en begrippen behandeld. Zoals het scheiden van mengsels van vaste stoffen door gebruik te maken van verschil in oplosbaarheid. Ook het afscheiden van kleine hoeveelheden opgeloste verontreinigingen uit een vloeistof door een chemische reactie ('neerslag maken') en door adsorptie worden besproken. Al deze methoden spelen een rol bij de drinkwaterbereiding.

De adsorberende werking van actieve koolstof (norit) wordt gedemonstreerd. De begrippen gif, dosis en giftige dosis komen aan de orde, alsmede desinfectiemethoden van drinkwater.

Het afscheiden van vaste stof uit een vloeistof door bezinking en filtratie speelt óók een belangrijke rol bij drinkwaterbereiding.

De begrippen emulsie en suspensie worden gedemonstreerd en kort besproken. Emulsies en emulgatoren komen bij het wasproces in blok 4 uitgebreider aan de orde.

Er is geen P4, omdat de in T4 en W4 behandelde zaken grootschalige processen betreffen. De chemische reacties bij de bereiding van drinkwater uit grondwater verlopen praktisch alleen met behulp van bacteriën. Het enige chemische 'imitatieproefje' over de zuivering van drinkwater staat in P2: de verwijdering van ijzer-2-zout door oxidatie. Dit lukt ook zonder bacteriën.

De chemische behandeling van oppervlaktewater bij de drinkwaterbereiding wordt niet besproken. Wel zelfreiniging in spaarbekkens en infiltratie van oppervlaktewater in zandgronden.

NME-doelen komen weer verschillende malen ter sprake.

De practicumproefjes kunnen bij grote klassen goed door groepjes van twee leerlingen worden uitgevoerd.

BASISVORMING

Aan de orde komen de kerndoelen B 2.1, B 2.2 en B 2.3.

BIJ BLOK 3

P1

Dit werkblad bevat geen practicum. Door middel van een invulverhaaltje (keus uit 37 gegeven woorden) testen de leerlingen hun tot nu toe opgedane kennis over water.

Om tijd te winnen kunt u P1 ook als huiswerk opgeven.

BIJ BLOK 3

P2

Het scheiden van mengsels van vaste stoffen door extractie wordt met een eenvoudig proefje gedemonstreerd. De verwijdering van ijzer- en mangaanzouten uit zuurstofarm grondwater wordt besproken. Dit zijn bij drinkwaterfabricage beide bacteriële processen. Het verwijderen van ijzer-2-zout door oxidatie met lucht demonstreert het principe van de methode. Het afscheiden van grovere vaste-stofdeeltjes door bezinken, decanteren en filtreren wordt in een proefje met slootwater en wat modder (zand) onderzocht.

Benodigd materiaal (per groep van 2 leerlingen;
1 opstelling bij demoproef)

Proef 1: zie blz. 34 van het practicumboek.

Proef 2: zie blz. 35 van het practicumboek.

Gebruik als ijzer-2-zout FeSO_4 . Door het doorblazen van lucht ontstaat een lichtbruin vlokkelig neerslag van $\text{Fe}(\text{OH})_3$. (Bij het waterleidingbedrijf is dit een proces dat m.b.v. aerobe bacteriën verloopt in een grindfilter. Hierdoor wordt in tegenstroom lucht geblazen. Nadat het ijzer is verwijderd worden de mangaan-2-zouten o.i.v. aerobe bacteriën geoxideerd tot zwart mangaan-4-oxide.)

Proef 3: zie blz. 36 van het practicumboek.

Het glazen staafje is een hulpmiddel bij het decanteren. De vloeistof uit de buis met bezinksel wordt voorzichtig langs het glazen staafje in het filter op de tweede reageerbuis geschonken. Door de adhesie loopt de vloeistof langs het staafje af.

Bij een goede voorbereiding zijn deze drie proefjes makkelijk binnen één lesuur te doen.

BIJ BLOK 3

P3

In proef 1 wordt de adsorptie van fuchsine (uit een alcoholische oplossing) aan norit gedemonstreerd. Daarna wordt weer wat geadsorbeerde fuchsine aan de norit onttrokken.

De norit moet tevoren goed zijn geprepareerd, want aan de geleverde norit is meestal veel lucht geadsorbeerd. Om het adsorptievermogen te verhogen moet de lucht worden verwijderd door verhitting ('activering'). Plaats daarom minstens een dag tevoren een met norit gevulde glazen fles zonder stop in een droogstoof en verhit deze ca. 1 uur op 150 °C. Schakel dan de droogstoof uit en laat de norit in de gesloten droogstoof afkoelen. Open daarna de droogstoof en doe meteen de stop op de fles, zodat er geen nieuwe lucht bij de norit kan komen.

Verdunde alcoholische fuchsine-oplossing blijkt op den duur te bederven. Dus maak geen grote voorraad!

Benodigd materiaal:

Proef 1: zie blz. 37 van het practicumboek.

Proef 2: reageerbuis, half gevuld met gedestilleerd water; druppelflesje met lichte smeerolie, voorzien van een dun uitlooptuitje; reageerbuisrekje.

Proef 3: reageerbuis, half gevuld met gedestilleerd water; mespuntje noritpoeder (hoeft geen geactiveerde norit te zijn); reageerbuisrekje.

De norit zakt uiteindelijk uit, maar dit gaat langzaam.

BIJ BLOK 3

T1

De natuurlijke destillatie van zee- en oppervlaktewater bij de 'kringloop van het water' wordt besproken. De soorten water naar herkomst (zeewater, oppervlaktewater en grondwater) worden kort herhaald. Het steeds stijgende zoutgehalte van de zee wordt verklaard.

De soorten water naar gebruik worden kort herhaald (drinkwater, bevoeiingsmiddel, was- en spoelmiddel, transport van stoffen en warmte, grondstof voor stoom en ijs).

De keuze van de geschiktste grondstof voor drinkwater wordt toegelicht.

Tenslotte worden de eisen besproken die aan goed drinkwater gesteld moeten worden.

De vragen in het werkblad grijpen terug op bovengenoemde leerstof.

BIJ BLOK 3

T2

Gezien de noodzaak van het toepassen van zuiveringen bij de drinkwaterbereiding worden een aantal zuiveringsmethoden besproken. Ook extractie (hoort bij normale onderbouwstof), ofschoon dit bij drinkwaterbereiding niet wordt toegepast.

Het verwijderen van kleine hoeveelheden vaste stof (door bezinken en filtratie) wordt besproken. Ook verwijdering van kleine hoeveelheden opgeloste stof door omzetting in een onoplosbaar neerslag.

Het verschil tussen bacteriologische zuivering m.b.v. aerobe en anaerobe bacteriën wordt uitgelegd, evenals filtratie met zand- en grindfilters. Deze methoden worden bij de drinkwaterbereiding toegepast en komen in T4 uitgebreider ter sprake.

BIJ BLOK 3

T3

De begrippen giftigheid, dosis en giftige dosis worden uitgelegd. Ook de stapsgewijs bereikbare giftige dosis (chronische dosering), die bij vergiftiging door DDT en zware metalen een grote rol speelt (kerndoel 2.3).

Besproken wordt dat de aantasting van enzymen het meest voorkomende mechanisme is bij vergiftigingsprocessen.

De drie toegepaste desinfectiemethoden bij drinkwaterbereiding (ozonisatie, chlorering en UV-bestraling) met hun voor- en nadelen worden behandeld.

Adsorptie met actieve kool wordt besproken als methode om kleine hoeveelheden storende opgeloste vaste stof of gas te verwijderen.

Tenslotte komen de vorming van emulsies en suspensies ter sprake. Het begrip emulsie komt in blok 4 uitgebreider aan de orde bij het wasproces, evenals emulgatoren.

Het werkblad grijpt op deze kennis terug, maar vereist toch ook enig combinatievermogen en fantasie.

BIJ BLOK 3

T4

In dit blad worden alle zaken die bij drinkwaterbereiding belangrijk zijn nog eens op een rijtje gezet en nader aangevuld.

De chemische reiniging van oppervlaktewater wordt niet besproken, wel zelfreiniging in spaarbekkens (plus de 4 processen die zich daarbij afspelen) en infiltratie in zandgronden.

De verwerking van zuurstofrijk en zuurstofarm grondwater tot drinkwater wordt besproken. Op desinfectie is al eerder uitgebreid ingegaan.

Het begrip 'toelaatbare concentratie' van schadelijke stoffen en de factoren waarvan dit afhangt wordt behandeld.

De gevolgen van ons watergebruik voor natuur en milieu worden nog eens belicht. Ook wordt verwezen naar methoden om op het waterverbruik te besparen. Het werkblad vraagt naar de opgedane kennis, maar niet op een puur reproducerende manier.

BIJ BLOK 3

E1

In dit extrastofblad komen de wereldvoorraad van watersoorten en het waterverbruik in diverse landen – speciaal in Nederland – ter sprake. De tussen de tekst staande vragen vereisen dat de tekst kritisch is gelezen. Ook de rol van Rijn en Maas als voornaamste leveranciers van ons oppervlaktewater wordt besproken.

BIJ BLOK 3

E2

In dit practicumblad wordt de zuurgraad bepaald van potgrond. Het begrip zuurgraad (pH) wordt op een eenvoudige wijze besproken.

Ook wordt experimenteel de bufferende werking van grond t.o.v. zuur bepaald en de invloed die toevoeging van kalk daarop heeft.

Ofschoon desnoods met pH-papier kan worden gewerkt is gebruik van een pH-meter toch sterk aan te bevelen.

Er moeten ook twee grafieken van de meetresultaten worden gemaakt. Uit deze grafieken moeten conclusies worden getrokken.

BIJ BLOK 3

E3

De vragen zijn wat complexer dan die van de werkbladen.

Vraag 1 vraagt inzicht in het verschijnsel 'zelfreiniging'. In vraag 2 wordt gerekend aan het luchtgehalte van water bij diverse temperaturen. Dit in verband met de zuurstofbehoefte van vissen.

In vraag 3 wordt gerekend aan de oplosbaarheid van vaste stoffen bij verschillende temperaturen. Het betreft de zuivering door herkristallisatie van een kunststofmengsel.

Vraag 4 gaat over desinfectiemethoden van drink- en zwembadwater.

In vraag 5 wordt gerekend aan een giftig lokaas bij bestrijding van bruine en zwarte ratten.

ANTWOORDEN BLOK 3

P1

WAT JE AL VAN WATER WEET

Blok 3 gaat over de bereiding van *drinkwater*. Daarvoor moet je uitgaan van een zo geschikt mogelijke *grondstof*. Welke soort water je daarvoor kiest, hangt af van de *hoeveelheid* die je van die soort aantreft.

Zuiver water bestaat alleen uit *water*. Behalve stof en vuildeeltjes zitten er in natuurlijk water altijd andere stoffen. Vaak zijn dat *zouten*, want die komen veel in de aardkorst voor. Bovendien zijn die stoffen goed *oplosbaar* in water.

Je kunt het water op aarde op twee manieren indelen. Je kunt kijken naar **het gebruik** van het water of naar **de herkomst** van het water.

Je gebruikt water in de keuken bij het *koken*. Je gebruikt water als *waswater* bij het *schoonmaken* van het huis, je kleding enzovoorts. En als *spoelmiddel* bij het doorspoelen van het *toilet* en als je de *afwas* doet. Je gebruikt water als *oplosmiddel* bij het innemen van *medicijnen* en het zetten van *koffie* en *thee*.

Water kan ook dienen als *transportmiddel* van *warmte*. In een elektriciteitscentrale wordt *warmte* afgevoerd. Water is dan het *koelmiddel*. In de centrale verwarming dient water juist voor het *toevoeren* van *warmte*.

Water is ook een belangrijk *blusmiddel*. Bij een uitstaande *brand* gebruik je een krachtige straal. Bij een binnenbrand gebruikt de brandweer een *nevelspuit*. *Drinkwater* is water dat geschikt is om te drinken. Het mag geen ziektekiemen of bacteriën bevatten. Helder water is nog geen *drinkwater*. Meestal kun je niet zien of er *schadelijke stoffen* in zijn opgelost.

Zeewater is de minst geschikte grondstof om water van te maken. Je moet het eerst *destilleren* om er *drinkwater* van te maken. Dat kost veel energie. Bovendien moet je er dan *zouten* aan toevoegen om het een goede smaak te geven.

Regenwater heeft een natuurlijk destillatieproces ondergaan. Vooral in *industriegebieden* is het niet zo zuiver als je zou denken. Door *luchtverontreiniging* kunnen er stof en vuil, maar ook schadelijke *gassen* in terecht gekomen zijn.

De beste grondstof voor drinkwater is *grondwater*. Er zitten geen ziektekiemen of bacteriën in. Er zijn wél allerlei *zouten* uit de aardkorst in opgelost. In dit blok zul je zien dat die er meestal zonder veel kosten uit te halen zijn.

Bij gebrek aan voldoende *grondwater* maakt men vaak gebruik van *oppervlaktewater* als grondstof voor *drinkwater*. Dat is de bovenste *waterlaag* op meren, rivieren, sloten en vaarten.

Goed *drinkwater* is geen 'zuivere stof' zoals *gedestilleerd water*. Er moet wat *kalk* in zitten om het een prettige smaak te geven.

ANTWOORDEN BLOK 3

P2

- 1 a Ja
b Zout
c Zand en vuil dat tussen het zand zat.
c Zout dat opgelost was in het water.
e Het verschil in oplosbaarheid van zout en zand in water.
- 2 a Lichtbruin/beige.
b Lichtbruin/beige.
c Kleurloos.
d Niet door in te dampen, maar door nogmaals enige tijd lucht door het filtraat te blazen en te kijken of dit weer bruin wordt.
- 3 a Zand- en vuildeeltjes.
b De vloeistof is lichtgroen gekleurd en er zweven fijne deeltjes in.
c Als er goed gedecanteerd is wél.
d De fijne zwevende deeltjes uit het slootwater.

ANTWOORDEN BLOK 3

P3

Opmerking: Zie voor proef 1 het 'prepareren van norit' en 'het maken van een alcoholische fuchsineoplossing' de bespreking van P3 hiervoor.

- 1 a (Kers)rood.
b Kleurloos.
c Geadsorbeerd aan de norit.
d (Kers)rood.
e Dat de fuchsine aan de norit was geadsorbeerd, want de fuchsine lost nu op in de alcohol.
f Norit kan de fuchsine uit de waterige oplossing adsorberen, maar de alcohol kan de fuchsine weer aan de norit onttrekken. Fuchsine lost dus blijkbaar veel sterker op in alcohol dan in water.
- 2 a Melkachtig.
b Olie lost praktisch niet op in water. Door het schudden wordt de oliedruppel in zeer veel hele kleine oliedruppeltjes verdeeld, die in het water blijven zweven. Die kleine zwevende druppeltjes geven het water een melkachtig aanzien.
c Melk.
- 3 a Nee, nauwelijks.
b Uit fijn koolstofpoeder; dit is niet oplosbaar in water.
c Verf.

ANTWOORDEN BLOK 3

W1

- 1** **a** – als drinkwater en bevoeiingsmiddel (drinkwater voor planten);
– als was- en spoelmiddel;
– voor transport van stoffen in opgeloste en niet-opgeloste vorm;
– voor transport van warmte; voor koeling en verwarming;
– als blusmiddel;
– als grondstof voor het maken van stoom en ijs.
b – Water is transportmiddel van warmte van de vlam via de pan naar de aardappelen.
– Als bestanddeel waarmee de chemische reactie plaatsvindt bij het gaar worden van de aardappelen.
c – In de centrale verwarming transporteert water warmte van de ketel naar de radiatoren.
– In de radiator van een auto transporteert water warmte van het motorblok naar de buitenlucht.
- 2** **a** – Het mag geen ziektekiemen of bacteriën bevatten.
– Het moet een behoorlijke smaak hebben.
– De maximaal toegestane concentraties van bepaalde schadelijke stoffen mogen niet zijn overschreden.
b Je kunt aan de helderheid meestal niet zien of er schadelijke stoffen in het water zitten opgelost.
c Bij indampen van drinkwater blijft een residu achter.
d Bepaalde zouten (met name calcium- en magnesiumzouten, maar dat hoeft de leerling niet te weten).
- 3** **a** Het is duur, want voor destilleren is veel energie nodig.
b Nee, het is totaal smaakloos. Er moet kalk aan worden toegevoegd om het smaak te geven.
c Er is daar geen zoet water voorhanden, terwijl energie daar goedkoop is.
- 4** **a** 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 (gesmolten) neerslag dringt door in de bodem en lost daar allerlei zouten op. Het grondwater komt via sloten, rivieren en meren weer in zee terecht.
b De grote kringloop betreft alleen de verdamping van het zeewater. De kleine kringloop betreft de verdamping van het oppervlaktewater van meren, rivieren, vaarten en sloten.
- 5** De regen lost in de bodem allerlei zouten op, die via het grondwater en de rivieren naar zee stromen. Die zouten uit zee verdampen niet, zodat het zoutgehalte van zeewater door de kringloop van het water steeds groter wordt.
- 6** **a** Naar herkomst van het water onderscheiden we: grondwater, oppervlaktewater en zeewater.
b Grondwater: grondstof voor drinkwaterfabricage, bevoeiingsmiddel voor de landbouw en transportmiddel van zouten uit de bodem naar zee. Oppervlaktewater: grondstof voor drinkwater (ook via infiltratie), transportmiddel van warmte (bij gebruik als koelmiddel in elektrische centrales) en noodzakelijk bestanddeel voor de binnenscheepvaart.
Zeewater: soms grondstof voor drinkwater, grondstof voor de fabricage van zout in salines (Zuid-Europa en Noord-Afrika) en noodzakelijk bestanddeel voor de scheepvaart.
- 7** **a** Nee, meestal niet. Vooral boven industriegebieden kunnen er stof- en vuildeeltjes in terechtkomen en schadelijke gassen in oplossen.
b Grondwater, want dit bevat geen ziektekiemen en bacteriën. Daarbij is zuurstofrijk grondwater nog het beste: het hoeft alleen maar gefiltreerd te worden.
- 8** **a** Het water van die beken.
b De zon, want via verdamping van zeewater en de op hoge gebieden gevallen neerslag zal het water weer onder invloed van de zwaartekracht naar de lager gelegen zee terugstromen.

ANTWOORDEN BLOK 3

W2

- 1** Omdat zowel het menselijk als dierlijk lichaam een groot watergehalte heeft (voornamelijk in de lichaamscellen).
- 2** **a** Extractie betekent 'uittrekken'.
b Op mengsels van vaste stoffen die je wilt scheiden.
c Gebruik maken van het verschil in oplosbaarheid in een oplosmiddel van verschillende vaste stoffen.
d Uit grond- en oppervlaktewater hoeven bij de zuivering slechts kleine hoeveelheden opgeloste vaste stof te worden verwijderd. Omdat het geen waardevolle stoffen zijn hoeft men ze ook niet terug te winnen.
- 3** **a** Lagere produktiekosten.
b Grotere transportkosten maken de rietsuiker duurder, landbouwsubsidies aan de Europese boeren maken bovendien de bietsuiker goedkoper.

- 4 a** Het mengsel oplossen in warm water en goed roeren. Na affiltreren blijft het residu op het filter; het residu drogen.
b Extractie.
c Filtraat bevat suiker, residu is krijt.
d Het filtraat (suikeroplossing) voorzichtig indampen (niet tot droog: dan ontleedt de suiker), afkoelelen en affiltreren van de uitgekristalliseerde suiker.
- 5** Kies een oplosmiddel waarin één stof goed oplost en de ander bijna niet. Het kookpunt van het oplosmiddel moet veel lager zijn dan van de (vloeistof) slaolie. Scheid de niet-oplosbare stof van de oplossing. Destilleer het oplosmiddel af, waarna de slaolie in de kolf achterblijft.
 Mogelijkheden: keukenzout oplossen in water of: slaolie oplossen in ether of alcohol.
- 6 a** Piepschuim heeft een kleinere dichtheid dan water, lood een veel grotere. Als je het bolletjesmengsel in water brengt zullen de piepschuimbolletjes boven komen drijven en de loodbolletjes naar de bodem zakken. Piepschuimbolletjes boven afscheppen. Dan het water decanteren. Loodbolletjes blijven achter.
b Met een magneet zijn de ijzeren bolletjes makkelijk van de aluminiumbolletjes af te scheiden.
c Zeven: het ijzerpoeder valt door de zeef, spijkertjes blijven achter.
d Als bij **6a**: houtmeel drijft op water, koperpoeder zal zinken.
e Krijtpoeder lost nagenoeg niet op in water, dus filtreren. Het krijtpoeder blijft op het filter achter.
- 7** Het water kan niet meteen gebruikt worden en er zijn extra reinigingskosten vereist voor de zuivering.
 Je kunt het ongezuiverde oppervlaktewater wel direct gebruiken om zandgronden in een waterwingebied te infiltreren. De zandgrond levert een natuurlijke reiniging op en het oppervlaktewater vult het grondwater aan.
- 8 a** – Koffie zetten
 – Stof en vuil uit rijst verwijderen door de rijst op een zeef met stromend water te behandelen.
 – Als in meel of een ander poeder klonten zijn ontstaan, kun je die verwijderen door te zeven.
b Het filtraat is de oplossing die door het filter loopt, het residu is wat op het filter achterblijft.
c Decanteren (= afschenken) pas je toe als een vaste stof in een vloeistof uitzakt. Je schenkt dan de vloeistof voorzichtig af (langs een glasstaafje), waarna het residu in je bekeerglas achterblijft. Dit wordt op grote schaal toegepast bij de zelfreiniging van oppervlaktewater in spaarbekkens ten behoeve van de drinkwaterfabricage.

ANTWOORDEN BLOK 3

W3

- 1 a** Vergiftiging is een door een giftige stof veroorzaakte verstoring in de functies van een levend organisme (meestal door aantasting van enzymen).
b De giftige dosis is de minimale hoeveelheid van een gif die tot vergiftiging leidt.
- 2 a** Een stof met kleine giftige dosis. De kans dat die giftige dosis in een oplossing bereikt wordt, is veel groter dan bij een grote giftige dosis.
b Enzymen zijn 'bio-katalysatoren', stoffen die noodzakelijk zijn om bepaalde chemische processen in een levend organisme te doen verlopen. Die stoffen worden niet verbruikt. Giffen tasten vaak enzymen aan, waardoor de chemische processen die de enzymen laten verlopen niet meer plaats kunnen vinden. Daardoor kan het organisme afsterven.
- 3 a** In het drinkwater in de loden leiding kan wat lood oplossen. Lood is al in kleine concentraties gevaarlijk, omdat de stof zich in ons lichaam ophoopt.
b Omdat koperverbindingen voor mens en dier weinig giftig zijn. Bovendien: die koperzouten lossen goed op in water en zijn bij goed wassen van de groenten te verwijderen.
- 4 a** Op de plaats waar de buis breder is, wordt de stroomsnelheid kleiner.
b Omdat het water daar langzaam moet stromen; anders kan de UV-straling niet alle ziektekiemen doden.
- 5** In vissen zitten insectenbestrijdingsmiddelen (DDT) en zware metalen opgehoopt, die zich ook in het menselijk vetweefsel zullen ophopen.
- 6 a** Het adsorptievermogen van het koolpoeder is na zekere tijd verbruikt; dan werkt het gasmasker dus niet meer.
b Hoe groter de oppervlakte, des te meer adsorptievermogen heeft het koolpoeder.
- 7 a** In een oplossing zijn de deeltjes van een vaste stof onzichtbaar klein (in molekulen) verdeeld. In een emulsie zweven zeer kleine druppeltjes vloeistof in een andere vloeistof. In een suspensie zweven zeer kleine deeltjes vaste stof in een vloeistof.
b In alle drie de vloeistoffen is een stof verdeeld binnen een vloeistof. Bij een oplossing is die verdeling compleet, bij een emulsie en suspensie niet.
- 8** Loodmenie is een poedervormige stof die sterk stuift en erg giftig is (hoog loodgehalte). Lood hoopt zich in ons lichaam op en kan dus op den duur loodvergiftiging veroorzaken.

ANTWOORDEN BLOK 3

W4

- 1 Grondwater, want daarin komen geen ziektekiemen en bacteriën voor.
- 2 **a** Dat het water – onder invloed van bacteriën en door bezinking van deeltjes – uit zichzelf weer tot een natuurlijke staat van reinheid terugkeert.
b Bij oppervlaktewater in spaarbekkens, dat gebruikt wordt als grondstof voor drinkwater. Die grondstof moet dus zo zuiver mogelijk zijn.
c – 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.
- 3 **a** Dat men oppervlaktewater pompt op zandgronden die als waterwingebied in gebruik zijn.
b In Noord- en Zuid-Holland. De drinkwaterbehoefte is daar zo groot dat het grondwater aangevuld moet worden.
c Hierdoor zou uitdroging van natuur- en landbouwgronden ontstaan.
– Het water hoeft niet eerst lang in een spaarbekken te worden bewaard om het ‘zelfreinigingsproces’ te ondergaan.
– Door de natuurlijke filtratie in de zandgronden neemt de kwaliteit van het water toe.
- 4 **a** Zuurstofarm grondwater; het bevat niet alleen geen ziektekiemen en bacteriën, maar ook geen opgeloste stoffen die de smaak bederven.
b Koolzuurgas, ijzer- en mangaanzouten.
c – Door het teveel aan koolzuurgas ontstaat koolzuur, dat de stalen transportleidingen aantast.
– Ijzer- en mangaanzouten bederven de smaak van het water.
d – Het teveel aan koolzuurgas verdwijnt door beluchting.
– De ijzer- en mangaanzouten worden in onoplosbare stoffen omgezet door oxidatie met bacteriën en in grindbedden afgefilterd. Eventueel kunnen resterende storende stoffen door een filtratie met actieve kool worden verwijderd.
- 5 **a** Door de geringe doorstroming komt dezelfde hoeveelheid geloosde afvalstoffen in minder water terecht. De concentratie neemt daardoor toe.
b Drinkwaterbedrijven die oppervlaktewater als grondstof moeten gebruiken. Ze houden dan grote voorraden oppervlaktewater in spaarbekkens vast.
- 6 **a** Uitdroging en vervuiling van het milieu door niet verwijderbare stoffen in het afvalwater.
b Door te besparen op watergebruik.
- 7 **a** Dat bij dat (spaar)wasprogramma minder water gebruikt wordt voor spoeling.
b Wanneer het wasgoed slechts licht vervuild is.
c Op elektriciteit, want dit spaarprogramma duurt ook korter.
- 8 **a** Omdat deze stoffen minder giftig zijn en snel uit het lichaam worden verwijderd (geen opslag in vetweefsels en dergelijke).
b Omdat zij zich in bepaalde lichaamsweefsels ophopen, zodat langzamerhand een giftige dosis kan ontstaan.
c Lood en andere zware metalen, zoals cadmium en kwik.
- 9 **a** Ozonisatie, chlorering en UV-bestraling.
b Ozonisatie en chlorering, omdat hierbij schadelijke bijproducten kunnen ontstaan (zoals chloroform).

ANTWOORDEN BLOK 3

H1

- 1 **a** Van het verschil in oplosbaarheid van beide stoffen in een bepaalde vloeistof.
b In de vloeibare fase.
c Het oplosmiddel.
d Water, ether, alcohol.
e Extractie.
- 2 **a** Bij een chemische reactie wordt de verontreiniging in een onoplosbare stof omgezet.
b Deze verontreiniging wordt door filtreren verwijderd.
c Adsorptie.
d Actieve koolstof (norit).
e Na adsorptie van de verontreiniging wordt de actieve kool door filtratie verwijderd.
- 3 **a** De verontreiniging laten bezinken en daarna decanteren.
b Bij oppervlaktewater in spaarbekkens.
c Bedden met grind van verschillende fijnheid.
d Filterdoek.

ANTWOORDEN BLOK 3

H2

- 1** **a** De opname van giftige stoffen, waardoor het organisme niet meer werkt zoals het hoort.
b De totaal ontvangen hoeveelheid van een stof.
c De hoeveelheid stof die vergiftiging tot gevolg heeft.
d We noemen een stof giftig als een kleine dosis al tot vergiftiging leidt.
- 2** **a** Op de aantasting van enzymen.
b Enzymen zijn 'bio-katalysatoren', stoffen die noodzakelijk zijn om bepaalde chemische processen in een levend organisme te laten verlopen. (Die stoffen worden niet verbruikt.)
c 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.
Voorbeelden: zware metalen als lood en kwik.
- 3** **a** Beschermende kleding en waterdichte handschoenen dragen, zodat de stoffen niet met de huid in contact kunnen komen.
Een degelijke luchtkap of masker dragen, waardoor de stoffen niet ingeademd kunnen worden.
b Dat de voorraad niet voor anderen bereikbaar is, vooral niet voor kinderen; dus 'achter slot en grens' zetten.
c Als hij teveel van deze stoffen gebruikt kunnen ze in het grondwater terechtkomen. Dat grondwater wordt daardoor onbruikbaar voor drinkwaterbereiding.
- 3** **a** Grondwater is regenwater of water van rivieren, beken of meren dat door de bodem is gesijpeld. Het heeft zich boven een ondoordringbare aardlaag verzameld.
b Zuurstofrijk en zuurstofarm grondwater.
c De regen lost in de bodem allerlei zouten op, die via het grondwater en de rivieren naar zee stromen. Die zouten uit zee verdampen niet, zodat het zoutgehalte van zeewater door de kringloop van het water steeds groter wordt.
d Zee- en rivierwater verdampen 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 (gesmolten) neerslag dringt door in de bodem en lost daar allerlei zouten op. Het grondwater komt via sloten, rivieren en meren weer in zee terecht. Dat proces noem je 'de kringloop van het water'.
- 4** **a** Omdat het water van de zeeën, rivieren en meren onder invloed van de zonnestraling een natuurlijk destillatieproces heeft ondergaan.
b Vooral boven industriegebieden kunnen er stof en vuildeeltjes in het regenwater komen. Ook kunnen er schadelijke gassen in oplossen.
c Het water van rivieren, meren, sloten en vaarten.
d Een reeks van processen in stilstaand water, waarbij het water weer vanzelf tot een staat van natuurlijke reinheid terugkeert.
e – Troebel makende stoffen bezinken.
– Door een reactie met zuurstof worden veel plant-aardige en dierlijke afvalstoffen afgebroken.
– Eventueel opgewarmd koelwater koelt af.
- 5** **a** Dat ongezuiverd oppervlaktewater in de duinen wordt gepompt.
b Dit wordt gedaan om de grondwaterstand aan te vullen, die door grote grondwaterafname is gedaald.
c – Het water hoeft niet eerst lang in een spaarbekken te worden bewaard om het 'zelfreinigingsproces' te ondergaan.
– Door de natuurlijke filtratie in de zandgronden neemt de kwaliteit van het water toe.

ANTWOORDEN BLOK 3

H3

- 1** – als drinkwater en bevoeiingsmiddel (drinkwater voor planten);
– als was- en spoelmiddel;
– voor transport van stoffen in opgeloste en niet-opgeloste vorm;
– voor transport van warmte; voor koeling en verwarming;
– als blusmiddel;
– als grondstof voor het maken van stoom en ijs.
- 2** **a** Grondwater, oppervlaktewater en zeewater.
b Nee, als je het indamppt blijft er een residu over.
c Meestal kun je niet zien of er schadelijke stoffen in zijn opgelost.
- 6** **a** In zuurstofarm grondwater zitten ijzer- en mangaanzouten die het water een slechte smaak geven. Door beluchting en het werk van aerobe bacteriën worden de zouten omgezet in onoplosbare stoffen. Dit neerslag kan afgefilterd worden. Door beluchting verdwijnt ook het teveel aan koolzuurgas dat in het grondwater zit opgelost.
b Het doden van ziektekiemen en bacteriën door een bepaalde bewerking.
c Door ozonisatie, chlorering en UV-bestraling. Voordelen: ozonisatie en UV-bestraling hebben geen invloed op de smaak van het water. Chlorering is de goedkoopste methode.

Nadelen: Ozonisatie en chlorering kunnen de vorming van schadelijke bijproducten – zoals chloroform – veroorzaken. Chlorering heeft een slechte invloed op de smaak van het water.

ANTWOORDEN BLOK 3

E1

- a** 4,63 miljoen km³ grondwater plus oppervlaktewater.

b De helft is zeer moeilijk bereikbaar, zit dieper dan 800 m.

c Grondwater en oppervlaktewater.

d Grondwater; het is zuiverder en vrij van ziektekiemen en bacteriën.
- a** 70% (want 30% beschikt wél over leidingwater).

b Uit eigen pompen of door het bij gemeenschappelijke pompen te halen.

c De zuiverheid van zulk water zal nogal eens te wensen overlaten.

d Omdat Nederland zo dicht bevolkt is (waardoor de huizen dus óók dicht bij elkaar staan) is de aansluiting op de waterleiding zelden een probleem. Bij minder dicht bevolkte landen zijn de kosten van aansluiting van apart gelegen huizen vaak erg hoog.
- a** Omdat de hoeveelheid bereikbaar grondwater daarvoor onvoldoende is.

b Drie maal zo groot.

c $365 \times 0,148 \text{ m}^3 = 54 \text{ m}^3$ per persoon per jaar.
- Het toepassen van een ringkanaal (centrale Dodewaard), waarbij het koelwater na een gehele rondgang door het kanaal voldoende is afgekoeld. Dit ringkanaal wordt dus afgesloten van het oppervlaktewater in de omgeving.

– Het gebruik van koeltorens, waarin het warme koelwater in druppelvorm wordt gebracht, terwijl door grote ventilatoren lucht in tegenstroom wordt geblazen.
- a** 434 miljoen m³

b 1% van $80 \cdot 10^9 \text{ m}^3$ is $80 \cdot 10^7 \text{ m}^3$; dus: $434 \cdot 10^6 : 80 \cdot 10^7 = 0,54\%$
- 1% van de jaarlijks winbaar geachte hoeveelheid grondwater is $2\,000 \cdot 10^6 : 100 = 20 \cdot 10^6 \text{ m}^3$. Dus het Nederlands jaarlijks grondwaterverbruik is $1140/20 = 57\%$ van de jaarlijks winbare hoeveelheid.

ANTWOORDEN BLOK 3

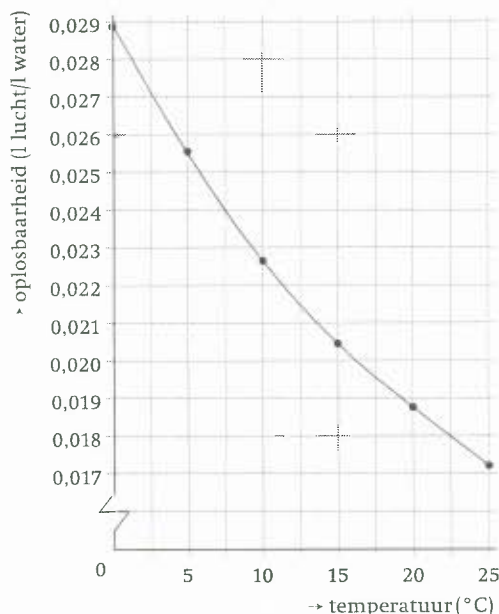
E2

- (Zeer) zure regen heeft een pH van 4.
- De kalk heeft een deel van het zuur geneutraliseerd. De vloeistof is daardoor minder zuur en heeft dus een hogere pH.
- Als je de grafieken van de proeven 2 en 4 vergelijkt, moet blijken dat de bufferende werking van de grond is toegenomen door het toevoegen van kalk.

ANTWOORDEN BLOK 3

E3

- Ten gevolge van zelfreiniging door bezinking in het meer; omdat het meer zeer breed is wordt de stroomsnelheid heel klein, zodat de deeltjes uitzakken.
- a** Zie figuur.



- b** (Recht evenredige afname is wat ongelukkig geformuleerd. Bedoeld is te vragen of de afname bij elke graad temperatuurstijging even groot is.) Nee, de afname is niet constant. De oplosbaarheid van lucht in water neemt bij stijgende temperatuur steeds minder af. Want de dalende kromme daalt steeds minder bij stijgende temperatuur.
- c** 0,019 liter lucht per liter water.
- d** Nog voldoende zuurstof bij 19 °C.
- e** $0,0227 - 0,0173 = 0,0054$ liter lucht per liter water
- f** $500 \text{ m}^3 = 500\,000$ liter water; er ontsnapt dus $500\,000 \times 0,0054 = 2\,700$ liter lucht.

- 3 a** In 100 g water lost bij 100 °C 0,245 kg kaliumnitraat op, in 1 liter lost dus 2,45 kg op; minimaal vereist: $950 : 2,45 = 388$ liter van 100 °C.
- b** In 100 g water lost bij 100 °C 0,024 kg kaliumsulfaat op, in 1 liter water lost dus 0,24 kg op; minimaal vereist: $50 : 0,24 = 209$ liter water van 100 °C.
- c** Anders kristalliseert er al stof uit op het filter.
- d** De oplossing bevat óók kaliumsulfaat, dus kan er minder kaliumnitraat oplossen dan bij **a** werd berekend.
- e** In 100 g water lost bij 20 °C 0,032 kg kaliumnitraat op, in 1 liter lost dus 0,32 kg op; in 400 liter water kan dus bij 20 °C maximaal $400 \times 0,32 = 128$ kg kaliumnitraat opgelost blijven.
- f** Er zit óók kaliumsulfaat in de oplossing, dus kan er minder kaliumnitraat opgelost blijven.
- 4 a** Desinfectie is het doden van ziektekiemen en bacteriën.
- b** Ozonisatie, chlorering en UV-bestraling.
- c** Chlorering.
- d** Reuk en smaak van het water worden onaangenaam beïnvloed.
- e** – Zwembadwater is geen drinkwater.
 – De methode is het meest effectief, dus veilig.
 – De goedkoopste methode houdt de entreprijs lager.
- 5 a** 550 g; de giftige dosis moet nog voor de rat met de grootste massa bereikt worden.
- b** 10 g; de giftige dosis moet ook bij de kleinste maaltijd bereikt worden.
- c** $0,550 \times 5 = 2,75$ mg
- d** Voor de dubbele hoeveelheid is vereist: $2 \times 2,75 = 5,5$ mg per 10 gram; dus $1000/10 \times 5,5$ mg per kg lokaas; dit is 550 mg = 0,55 gram per kg lokaas.
- e** De zwarte rat heeft een kleinere maximale massa dan de bruine. De voor de bruine rat berekende giftige dosis zal dus zeker bereikt worden bij de zwarte rat.

SAMENVATTING BLOK 3

Je gebruikt water als *waswater*, als *spoelmiddel*, als *oplosmiddel*, als *transportmiddel van warmte of van stoffen*. Water is ook een belangrijk blusmiddel.

Drinkwater is water dat geschikt is om te drinken. Voor de bereiding van drinkwater moet je uitgaan van een zo geschikt mogelijke *grondstof*. Er zijn er drie: *grondwater*, *oppervlaktewater* en *zeewater*. Welke soort je kiest, hangt af van de hoeveelheid die je van die soort aantreft.

Zeewater is de minst geschikte grondstof om water van te maken. Je moet het eerst *destilleren* om er *drinkwater* van te maken. Dat kost veel energie. Bovendien moet je er dan *zouten* aan toevoegen om het een goede smaak te geven.

De beste grondstof voor drinkwater is *grondwater*. Er zitten geen ziektekiemen of bacteriën in. Er zijn wél allerlei *zouten* uit de aardkost in opgelost. In dit blok zul je zien dat die er meestal zonder veel kosten zijn uit te halen.

Bij gebrek aan voldoende *grondwater* maakt men in de Randstad veel gebruik van *oppervlaktewater* als grondstof voor *drinkwater*. Dat is de bovenste *waterlaag* op meren, rivieren, sloten en vaarten. Door *luchtverontreiniging* kunnen er stof en vuil, maar ook *schadelijke gasen* in terechtgekomen zijn.

Bij het zuiveren van water worden als methoden gebruikt: *bezinken*, *filtreren*, *decanteren*. Als die toegepast zijn, is het water helder. Het kan dan nog *ziekttekiemen* bevatten. Die kunnen verwijderd worden door *desinfecteren* met chloor, ozon of ultra-violet licht. Als dat allemaal gedaan is, kan het zijn dat er nog *giftige stoffen* in het water opgelost zijn. Overigens: of een stof giftig is, hangt af van de *dosis*.

Bezinken van drinkwater gebeurt onder andere in de *spaarbekkens* die in de Biesbosch zijn aangelegd. *Filtreren* geschiedt op grote schaal door water in de *duinen* te pompen. Het zakt dan door het zand heen en wordt als *grondwater* weer omhooggepompt.

Ook op kleinere schaal worden de bovengenoemde scheidingsmethoden toegepast. Er zijn er nog meer: *extraheren* en *absorberen*.