

**6 Mollen**

**a** Mollen leven bij voorkeur in gronden waarin:

- veel wormen voorkomen;
- gemakkelijk te graven is;
- de gegraven gangen niet gauw instorten;
- de grondwaterstand laag is.

Noem twee redenen waarom mollen liever in grasland leven dan in bouwland.

.....  
.....

**b** Het voedsel van mollen bestaat voor 90% uit wormen. Zij vangen de wormen in een uitgebreid gangenstelsel dat vlak onder de oppervlakte is aangelegd. Deze gangen noemt men *rillen* of *ritten*.

**c** De ritten veroorzaken vaak grote problemen bij de stalvoeding van gras. Vooral bij nat weer blijft er veel grond aan het gras hangen. De koeien krijgen bij het eten van dit gras te veel grond in maag en darmen. Noem drie redenen waarom mollen ongewenst zijn.

.....  
.....  
.....

# 21 Microleven

**1** Tot het microleven behoren de schimmels en de bacteriën. Elk jaar opnieuw verteren zij enorme hoeveelheden organische mest en plantenresten.

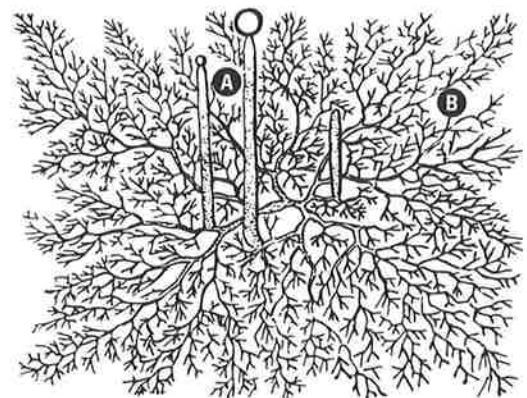
Waarom is deze bezigheid belangrijk?

.....  
.....  
.....

**2 a** Schimmels bestaan uit een netwerk van draden. Zo'n netwerk noemt men een *mycelium*. In sommige gevallen is het mycelium niet zichtbaar. De draden liggen dan ver uit elkaar.

**b** De meeste *schimmels* hebben *twee soorten draden*. Eén soort dient voor het *opnemen van voedsel*. Deze draden dringen in de cellen. De andere draden dienen voor het vormen van *sporen*. Let op figuur 21.2a. Bij welke letter zie je de draden die sporen vormen?

Letter .....



figuur 21.2a Mycelium

**c** De *sporen* kunnen (net als zaden) kiemen. Let op de onderstaande figuren.



figuur 21.2c

Bij welke letters zijn sporen getekend?

..... en .....

Bij welke letter kiemt een spore?

Letter .....

Wat gebeurt er bij de letters C en D?

.....

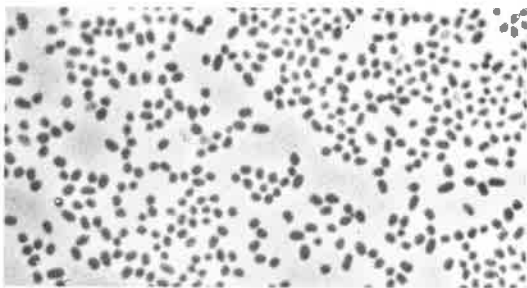
**d** Sporen zijn enorm klein en heel licht. Bij de geringste beweging van de lucht worden ze meegenomen. Als ze op vochtig voedsel terecht komen ontkiemen ze. Het voedsel kan dan snel beschimmelen, vooral bij vochtig warm weer.

**e** Bodemschimmels zijn onmisbaar bij de vertering van organisch materiaal. Vaak zijn zij de beginaantasters van moeilijk verteerbare stoffen.

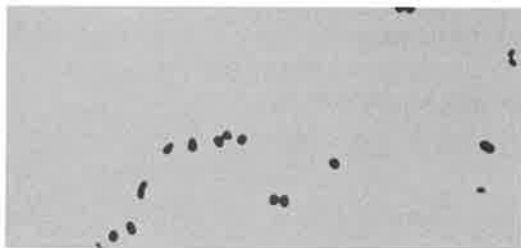
Na het werk van macroleven en schimmels breken bacteriën het organisch materiaal verder af.

**3 a** Bacteriën zijn uiterst klein. Zij zijn alleen onder de microscoop zichtbaar. Sommige zien eruit als *bolletjes*; andere hebben de vorm van een *staafje* of van een *worm*.

Enige vormen van bacteriën



Cocci



Diplococci

**b** Bij een goede voeding kan een bacterie zich snel vermeerderen. Dit gebeurt door deling. Een deling kan elk half uur plaatsvinden. Hoeveel nakomelingen kan een pasgeboren bacterie vijf uur na de geboorte hebben?

.....

**4 a** Het aantal bacteriën in de grond is erg groot: twintig tot zeventig miljoen per gram grond. Dit grote aantal is mogelijk door:

- het grote aanbod van voedsel (bladeren, stengels, wortels, mest);
- het hoge vochtgehalte van de bodemlucht.

In welke bodemlaag is de voedselaanvoer het grootst?

- in de bouwvoor  
 in de ondergrond

**b** De bacteriën onderscheiden we in twee groepen:

- de *aërobe bacteriën*. Zij hebben lucht nodig (aëro = lucht).

In de lucht komt 'zuurstof' voor. Dit gas is nodig voor de ademhaling van de aërobe bacteriën.

- de *anaërobe bacteriën*. Zij hebben geen lucht nodig (an-aëro = geen lucht).

De anaërobe bacteriën halen de zuurstof uit zuurstofhoudende verbindingen.

Welke groep leeft in de bouwvoor?

.....

Welke groep leeft onder de grondwaterspiegel?

.....

**5 a** De eindvertering van organisch materiaal komt voornamelijk door de aërobe bacteriën tot stand. Zij zijn het actiefst in warme grond.

Noem twee maanden waarin de stalmest die naar de akker is gebracht snel verteert.

.....

Noem twee maanden waarin vrijwel geen vertering plaatsvindt.

.....

**b** Bij de vertering verdwijnt het organisch materiaal en ontstaan:

- koolzuurgas;
- water;
- opneembaar plantenvoedsel;
- humus.

Waarom wordt door vertering van organisch materiaal de plantengroei bevorderd?

.....

.....

**c** Het aërobe bodemleven moeten we zoveel mogelijk in stand houden en bevorderen.

Noem vier mogelijkheden waardoor de activiteit van bacteriën sterk kan toenemen.

.....

.....

**6** Tot de aërobe bacteriën behoren o.a. de *stikstofbinders* en de *nitrificerende bacteriën*.

De stikstofbinders kunnen stikstof uit de lucht binden aan afbraakproducten van suikers. Zij maken op deze wijze aminozuren.

Een vrijlevende stikstofbinder is de *azotobacter*. Deze gebruikt de gevormde aminozuren voor de vorming van lichaamseiwitten.

Een andere soort is de *rhizobium*. Deze stikstofbinder leeft in de knolletjes van de *vlinderbloemigen*. Zij staan een deel van de gevormde aminozuren af aan de gastplant. Deze maakt er eiwitten van. Een ander deel van de aminozuren gebruiken zij voor de vorming van lichaamseiwit.

Nitrificerende bacteriën zetten ammonium om in nitraat. Zowel ammonium als nitraat zijn voedingsbestanddelen voor planten.

**7** Anaërobe bacteriën halen de zuurstof uit zuurstofhoudende verbindingen. Daarbij kunnen giftige stoffen ontstaan.

Een voorbeeld is het ontstaan van het giftige nitriet uit nitraat. Dit kan gebeuren in de grond en in de maag van mens en dier.

Anaërobe bacteriën kunnen ook goed werk doen. Een voorbeeld is de denitrificatie van uitspoelend nitraat ( $\text{NO}_3^-$ ). Bij deze omzetting ontstaat vrije stikstof ( $\text{N}_2$ ).

# 22 Organische stof en humus

- 1 a** Schep 1 theelepel grond uit bak 1 op schotel 1.  
Schep 1 theelepel grond uit bak 2 op schotel 2.  
Schep 1 theelepel grond uit bak 3 op schotel 3.

Plak wat grond uit  
schotel 1 in vakje 1.

	1
--	---

Plak wat grond uit  
schotel 2 in vakje 2.

	2
--	---

Plak wat grond uit  
schotel 3 in vakje 3.

	3
--	---

- b** Op welke schotel zijn de korrels schoon?

Nummer .....

- c** Op welke schotel liggen korrels en kruimels?

Schotel .....

- d** Op welke schotel liggen kruimels?

Schotel .....

- 2** Wrijf van monster 1 wat grond tussen duim en wijsvinger. Let op je vingers en maak ze schoon en droog. Wrijf ook de monsters 2 en 3.

- a** Het monster op schotel 1 is metselzand. Op schotel 2 ligt zandgrond. Op schotel 3 ligt potgrond.

Welke twee grondsoorten maken je vingers vuil?

..... en .....

- b** Het vuil dat aan je vingers plakte, is *humus*. Welke kleur heeft humus?

.....

- c** Welke grond heeft het hoogste humusgehalte?

.....

- d** In welke grond is de samenhang tussen de korrels het grootst?

Welke stof veroorzaakt de samenhang?

.....

- 3 a** Maak de grondmonsters vochtig. Wrijf ze opnieuw tussen duim en wijsvinger. Welke grond voelt het zachtst aan?

.....

Welke stof maakt de grond zacht en daardoor beter bewortelbaar?

.....

- b** Noem drie eigenschappen van humus.

.....

.....

- 4 a** Humus ontstaat bij de vertering van organisch materiaal.

Noem vier organische meststoffen.

.....

.....

- b** In het verteringsproces onderscheidt men drie fasen.

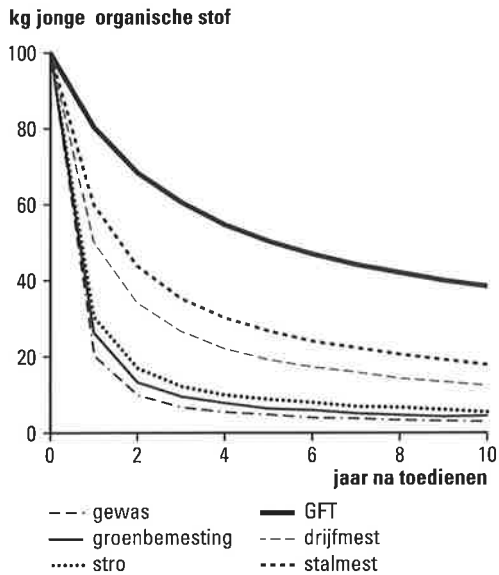
- In de eerste fase is het materiaal herkenbaar. Het heet dan *jonge organische stof*.
- Binnen een jaar zijn de strootjes en wortels niet meer te onderscheiden. Het verterende materiaal levert dan veel voedingsstoffen en heet *dynamische organische stof*. Deze fase duurt 8 à 10 jaar.
- Daarna heet het materiaal *oude organische stof of humus*.

- c** In de eerste en tweede fase wordt de hoeveelheid organisch materiaal steeds kleiner. Zie figuur 22.4c.

- d** Hoeveel kg humus ontstaat uit 100 kg jonge organische stof?

	kg humus
drijfmest	
stalmest	
GFT-compost	

tabel 22.4d



- 5 Jaarlijks verteert 2 à 3% van de voorraad organische stof. Bij onvoldoende aanvulling krijgt 100.000 ha bouwland een te laag humusgehalte. Hier moet de humusvorming groter worden dan de humusafbraak. Dat lukt alleen met organische mest die een jaar na de aanwending veel *effectieve* organische stof in de bodem achterlaat. Zie tabel 22.5. Onderstreep deze meststof.

100 kg org. stof	kg effectieve org. stof
varkensdrijfmest	33
kippendrijfmest	33
runderdrijfmest	50
GFT-compost	75

tabel 22.5

## 23 Lucht in de atmosfeer en de bodem

- 1 De samenstelling van de lucht in de atmosfeer (atmosferische lucht) is als volgt:
- |               |        |
|---------------|--------|
| zuurstof      | 21,0 % |
| stikstof      | 78,6 % |
| koolzuurgas   | 0,03%  |
| andere gassen | 0,37%  |

Is lucht één gas of een mengsel van gassen?

.....

- 2 a Welk gas gebruiken we voor de *ademhaling*?
- .....

Welk gas in de lucht neemt dus af door de ademhaling van mensen, dieren en planten?

.....

- b Welk gas, genoemd in 1, ademen we uit?
- .....

- c Welk gas in de lucht neemt toe door de ademhaling van mensen, dieren en planten?
- .....

- 3 a Organismen met bladgroen hebben fotosynthese. Welk gas verbruiken de planten voor de *fotosynthese*?
- .....

Welk gas in de lucht *neemt af* door fotosynthese?

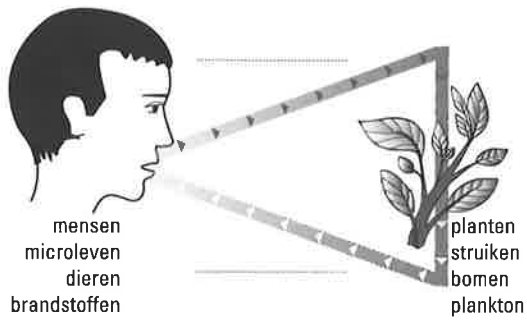
.....

- b Welk gas ontstaat bij de fotosynthese?
- .....

Welk gas in de lucht *neemt toe* door fotosynthese?

.....

4 a Vul de kringloop in (figuur 23.4).



figuur 23.4

b In de atmosfeer is er tot dusver evenwicht tussen ademhaling en fotosynthese. Daardoor blijft de samenstelling van de lucht gelijk. We gaan nu kijken of dit in de bodem ook zo is.

5 a Noem drie groepen van leven in de bodem.

- 1 .....
- 2 .....
- 3 .....

b Haalt het bodemleven adem? Ja/nee

Is in de bodem fotosynthese mogelijk? Ja/nee  
Licht je antwoord toe.

- .....
- .....
- .....

c Welk gas in de bodem neemt in hoeveelheid toe?

- .....

Van welk gas neemt de hoeveelheid af?

- .....

d Wat zijn de gevolgen als de bodemlucht niet wordt ververst?

- .....

- .....

6 De bodemlucht moet voortdurend worden ververst met lucht uit de atmosfeer. Deze luchtverversing noemt men *bodemventilatie*.

Door welke manieren van grondbewerking kan de mens de bodemventilatie bevorderen?

- .....
- .....

7 Haal:  
1 buis die aan twee kanten open is  
1 kurk die erop past  
4 stukjes rood lakmoespapier  
1 prop watten  
1 reageerbuizenrek  
1 reageerbuis met wat ammonia



figuur 23.7a

a Plaats de reageerbuis met ammonia in het rek. Maak één lakmoespapierje vochtig. Welke kleur heeft het lakmoespapier?

- .....

b Houd het lakmoespapierje in de opening van de reageerbuis (zie figuur 23.7a). Wat zie je gebeuren?

- .....
- .....

c De verkleuring van het lakmoespapierje wordt veroorzaakt door

- een gas  
 een vaste stof  
 een vloeistof

d Maak de twee andere lakmoespapierjes vochtig. Scheur ze in tweeën. Plaats de stukjes op gelijke afstand in een buis (figuur 23.7d).

Sluit de buis aan één kant af met de kurk. Leg de buis op tafel. Giet wat ammonia op de prop watten.



figuur 23.7d

Stop de vochtige kant van de wattenprop ongeveer 1 cm in de buis.  
Verkleuren de lakmoespapierjes tegelijk?

.....

**e** Probeer te verklaren wat je ziet.

.....

.....

.....

.....

**f** Elk gas kan zich verplaatsen. Het gaat steeds van een plaats met veel gas naar een plaats met weinig gas. De verplaatsing verloopt spontaan.  
De spontane verplaatsing van een gas noemt men *diffusie*.  
Waarheen verplaatst zich het koolzuurgas in de bodem?

.....

**8** Ruim het materiaal op en haal:  
1 bekeerglas van 100 ml met 50 ml metselzand  
1 bekeerglas van 100 ml met 50 ml water

**a** Giet het water snel op het metselzand.  
Wat zie je in het water opstijgen?

.....

**b** Waar komt dit gas vandaan?

.....

**c** Bij welke weersgesteldheid kan dezelfde verplaatsing van bodemlucht plaatsvinden?

.....

**d** Wat verdwijnt er dan uit de poriën en wat komt ervoor in de plaats?

.....

.....

.....

**e** Wanneer worden deze poriën weer gevuld met lucht?

.....

**f** Waar komt die lucht vandaan?

.....

**g** Is hier sprake van bodemventilatie? Ja/nee  
Licht je antwoord toe.

.....

.....

**h** Ruim het materiaal op.

**9** In 23.6 hebben we gezien dat men door grondbewerking de bodem kan ventileren. Dit kan natuurlijk niet elke dag.  
Gelukkig zorgt ook de natuur voor bodemventilatie. Natuurlijke ventilators zijn:

- wind;
- regen;
- diffusie;
- temperatuurswijziging;
- stijgende of dalende grondwaterstand.

Welke van de genoemde veroorzakers van bodemventilatie zijn ook in kassen actief?

.....

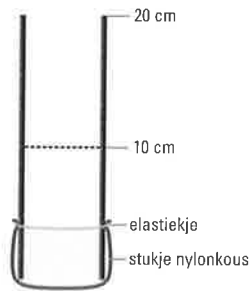
.....

**10 a** De bodemventilatie komt voornamelijk tot stand door diffusie. Vooral in kassen spelen de andere krachten een geringe rol.  
Diffusie gaat altijd door, zonder ook maar een ogenblik te stoppen.

**b** Ondanks de diffusie zijn de bodemlucht en de atmosferische lucht niet gelijk van samenstelling. De bodemlucht is iets rijker aan koolzuurgas en iets armer aan zuurstof dan de atmosferische lucht.

# 24 Hangwater en grondwater

- 1** Haal:  
1 bekeerglas met 200 ml water  
4 bekeerglazen van 100 ml (1, 2, 3 en 4)  
1 maatglas van 100 ml  
1 maatglas van 10 ml  
3 open buizen van 20 cm (1, 2 en 3)  
3 statieven met 3 klemmen



figuur 24.1

Sluit, als dit nog niet is gebeurd, van elke buis één opening af met behulp van een stukje nylonkous en een elastiekje (zie figuur 24.1).

- 2 a** Vul buis 1 tot de streep met humusarme zavel. Vul buis 2 tot de streep met fijn zand. Vul buis 3 tot de streep met grof zand.
- b** Zet elke buis vast in een klem van een statief.
- c** Plaats bekeerglas 1 onder buis 1. Plaats bekeerglas 2 onder buis 2. Plaats bekeerglas 3 onder buis 3.
- d** Meet in het grote maatglas 30 ml water af (doe dit nauwkeurig). Schenk het water op de zavel in buis 1. Schenk ook 30 ml water op het zand in de buizen 2 en 3.
- e** Laat de buizen rustig druppelen. Ga verder met de opdrachten 3, 4, 5 en 6.
- 3** Vul bekeerglas 4 met 80 ml grof zand. Druppel met een oogdruppelaar 20 druppels water op het zand.

**a** Zakt het water tot op de bodem van het bekeerglas?

.....

**b** Het water dat nu in het grove zand zit, heeft men 'hangwater' genoemd. Verklaar deze naam.

.....

.....

.....

- 4** Bekijk de proef van de leraar. De buis is drie dagen geleden gevuld met droge zavel en daarna in de bak met water geplaatst. Let op de stand van het water in de buis en in de bak.

**a** Hoe hoog is het water gestegen in de buis?

..... cm.

**b** Bij natuurkunde heb je kennis gemaakt met fijne buisjes (*capillairen*) waarin water kan opstijgen.

Hoe zou je het gestegen water in de buis dus kunnen noemen?

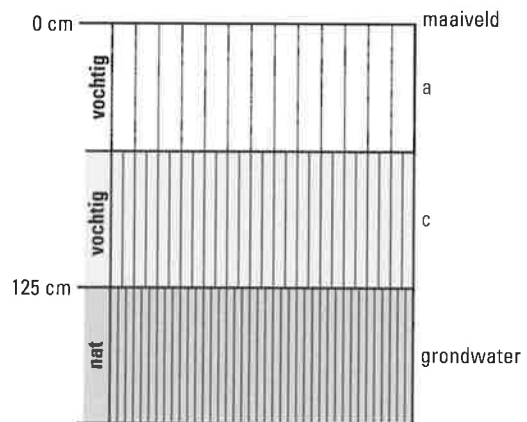
.....

**c** Je mag het water in de bak vergelijken met het water in de profielkuil (8.3).

Hoe zou je het gestegen water in de bak dus kunnen noemen?

.....

- 5** In elk bodemprofiel komt hangwater en capillair water voor.



figuur 24.5

**a** Welk water bevindt zich voornamelijk in laag a? Welk water bevindt zich voornamelijk in laag c? Noteer de namen naast de figuur.

**b** De planten kunnen in dit profiel tot een diepte van 100 cm wortelen. Welke soorten water kunnen zij opnemen?

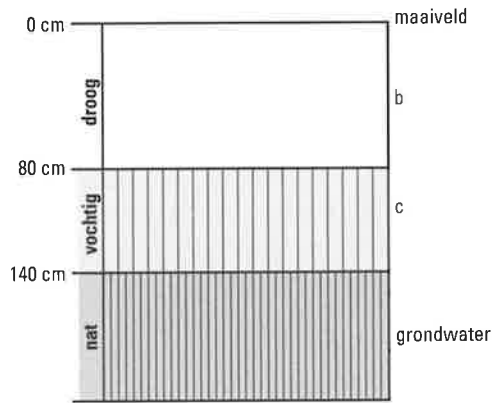
.....



c Welk water neemt bij langdurige droogte sterk in hoeveelheid af?

.....

6 Na langdurige droogte kan het profiel er als volgt uitzien:



figuur 24.6

a Welk water is uit het profiel verdwenen?

.....

b Welk water kunnen de planten nu nog opnemen?

.....

c Vergelijk de grondwaterstanden in de figuren. Wat is hiermee tijdens de droogteperiode gebeurd?

.....

Verklaar deze verandering.

.....

.....



Droogteverschijnselen

7 a Meet de hoeveelheden water in de bekers 2 en 3. Gebruik daarbij een maatglas van 10 ml. Noteer de hoeveelheden in tabel 24.7.

b Hoeveel water is in de bekers 2 en 3 gedruppeld? Noteer de hoeveelheden in tabel 24.7. Bereken de hoeveelheden hangwater.

8 a Hoeveel hangwater zit in het fijne zand?

..... ml.

Hoeveel hangwater zit in het grove zand?

..... ml.

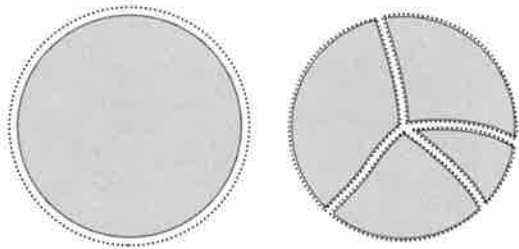
Hoe groot is het verschil? ..... ml.

b Kan het verschil in de hoeveelheid hangwater veroorzaakt zijn door een verschil in poriënvolume? (zie 12.4) Ja/nee

c Het *hangwater* zit op de *buitenkant* van de *korrels*. Verschillen tussen de hoeveelheden hangwater worden dus veroorzaakt door verschillen tussen het gezamenlijk oppervlak van de korrels. De verschillen worden duidelijk als we een korrel breken. Het bestaande oppervlak neemt

	buis 1	buis 2	buis 3
grondsoort	zavel	fijn zand	grof zand
opgegoten water	30 ml	30 ml	30 ml
doorgelopen water	..... ml	..... ml	..... ml
hangwater	..... ml	..... ml	..... ml

tabel 24.7



figuur 24.8c

dan toe met de breukvlakken. Het gezamenlijk oppervlak van kleine korrels is dus groter dan het gezamenlijk oppervlak van eenzelfde massa grote korrels. Daarom kan *fijn zand meer hangwater vasthouden dan grof zand*.

- 9 a** Hopelijk is buis 1 nu ook uitgedruppeld. Meet de hoeveelheid water in bekeerglas 1. Bereken de hoeveelheid hangwater in buis 1. Noteer de hoeveelheid in tabel 24.7. Vergelijk deze hoeveelheid met de hoeveelheden hangwater in de buizen 2 en 3. Wat valt je op?
- .....
- .....

- b** In klei blijft meer water hangen dan in zand. Het verschil wordt gedeeltelijk veroorzaakt door de lutum. *Lutum houdt veel water vast*.

Dit komt door:

- de geringe korrelgrootte;
- de uiterst kleine poriën in de lutumvlokken. Deze zuigen zich vol water;
- het opzuigen van water *in* de lutumdeeltjes.

Waarin is de hoeveelheid hangwater het grootst?

- in lichte kleigrond
- in zavelgrond
- in zware kleigrond

- 10** Ruim alles op.

- 11a** *Ook humus kan veel water vasthouden.* Welke grond bevat na een regenperiode de grootste hoeveelheid hangwater?

- humusarme zandgrond
- humusrijke zandgrond
- veengrond

- b** Wat kan men op zandgrond doen om de hoeveelheid hangwater te vergroten?
- .....
- .....

- 12** In klei- en veengronden en laaggelegen zandgronden kan men de grondwaterstand regelen.

Men past daar de grondwaterstand aan bij het bodemgebruik en de grondsoort.

Waar verkiest men de laagste grondwaterstand?

- in een boomgaard
- in bouwland
- in grasland

## 25 Capillair water

- 1** Haal:
- 2 linialen
  - 2 open buizen van 40 cm lengte
  - 2 statieven met klemmen
  - 2 bekeerglazen van 250 ml, gevuld met 125 ml water

Sluit, als dit nog niet is gebeurd, elke buis aan één kant af met behulp van een stukje nylonkous en een elastiekje (zie figuur 25.2). Zet 4

cm van de onderkant met viltstift een merktreep op de buizen.

Vul buis A tot 5 cm onder de rand met droog grind.

Vul buis B tot 5 cm onder de rand met droog fijn zand.

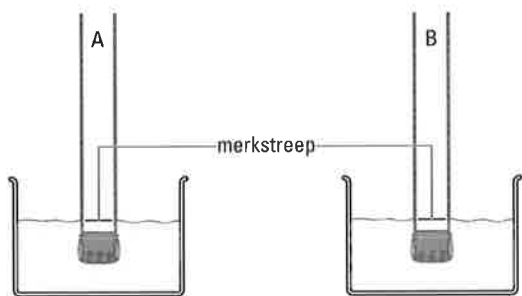
- 2 a** Lees gezamenlijk heel 25.2 door.

Leg twee horloges klaar.

Twee leerlingen voeren opdracht 2b uit.

De twee anderen werken aan opdracht 2c.

- b** Plaats buis B tot aan de merkstreep in het water.  
Blijf de buis op deze hoogte houden (figuur 25.2).  
Na korte tijd staat het water in de buis bij de merkstreep. Meet vanaf dat moment de *stijghoogte* van het water na precies 1, 3, 5 en 7 minuten (stijghoogte = hoogte boven de merkstreep).



figuur 25.2

Noteer de waarnemingen in tabel 25.2.

- c** Plaats buis A tot aan de merkstreep in het water.  
Houd de buis daarna op dezelfde hoogte.  
Na enkele tellen staat het water in de buis bij de merkstreep. Meet vanaf dat moment de *stijghoogte* van het water na precies 1, 3, 5 en 7 minuten.  
Noteer de waarnemingen in tabel 25.2.

	stijghoogte in cm			
	na 1 min	na 3 min	na 5 min	na 7 min
grind				
fijn zand				

tabel 25.2

- d** Plaats de buizen in de klemmen van de statieven.
- 3 a** Let op de getallen in tabel 25.2.  
In welke buis is het water na 7 minuten het hoogst gestegen?  
Buis .....
- b** Let op de grootte van de poriën in de buizen.  
Waar is de capillaire stijging het hoogst?  
 in grond met kleine poriën  
 in grond met grote poriën

- c** Hoe hoog steeg het water in zavelgrond?  
(24.4a)

..... cm.

Waarom is de stijghoogte in zavel groter dan in zand en grind?

.....  
.....  
.....

- 4 a** De grondlaag met capillair water noemt men de *capillaire zone*.  
Hoe dik is de capillaire zone in zavelgrond? (zie 24.4)

.....

- b** Boven in de capillaire zone zijn alleen de kleinste poriën gevuld met water.  
Wat zit er in de grote poriën? .....

Onder in de capillaire zone zijn alle poriën gevuld met water. Men noemt dit de *volcapillaire zone*.

Tot hoever kunnen de gewassen wortelen?

tot aan de volcapillaire zone

tot aan het grondwater

- 5 a** In droge zomers raakt het hangwater vaak op. De gewassen hebben dan aanvulling vanuit het grondwater nodig. Dit lukt alleen als het capillaire water voldoende hoog stijgt. Voor akkerbouw en tuinbouw gelden daarom de volgende optima voor de grondwaterstand:
- kleigronden 1,25 à 1,40 m onder het maai-veld;
  - zandgronden 0,80 à 0,90 m onder het maai-veld.

Waarom moet de grondwaterstand in zandgrond hoger zijn dan in kleigrond?

.....  
.....

- b** Op hooggelegen zandgronden zijn de gewassen volledig aangewezen op het hangwater. De hoeveelheid *hangwater* is hier van beslissend belang. De *hoeveelheid* is *groter* naar mate
- het humusgehalte hoger is;
  - de grondlaag met humus dikker is;
  - de planten dieper kunnen wortelen.

# 26 Neerslag en verbruik

**1** De hoeveelheid hangwater in de grond verandert voortdurend.

**a** Bij welke weersgesteldheid neemt de hoeveelheid hangwater af?

**b** Op welke twee manieren verdwijnt dit water?

1..... 2.....

**2 a** De hoeveelheid hangwater daalt door *verdamping*. De planten verdampen vrijwel al het opgenomen water. Bovendien verdampt er veel water rechtstreeks uit de grond. De hoeveelheid hangwater stijgt door *neerslag*. Hoe meet men de hoeveelheid neerslag?

**b** Let op het staafdiagram op blz. 51. Bij elke maand staan drie staven. De eerste staaf vermeldt de neerslag. De tweede staaf vermeldt de verdamping. Wat vermeldt de derde staaf?

**c** Let op de maanden maart en april. Welke maand heeft een *neerslagoverschot*?

Welke maand heeft een *neerslagtekort*?

**d** Kleur de staven zoals dit staat vermeld. (Doe dit eventueel thuis.)

**3 a** Tijdens welke maanden is er een *tekort aan neerslag*?

**b** Neemt de hoeveelheid hangwater tijdens deze maanden toe of af? Neemt toe/neemt af.

In welke maand is de hoeveelheid hangwater het kleinst?

**c** Op een gegeven moment is er in de grond te weinig water beschikbaar voor de planten. Op dit moment is het *verwelkingspunt* bereikt. Hoe is dit te zien aan de planten?



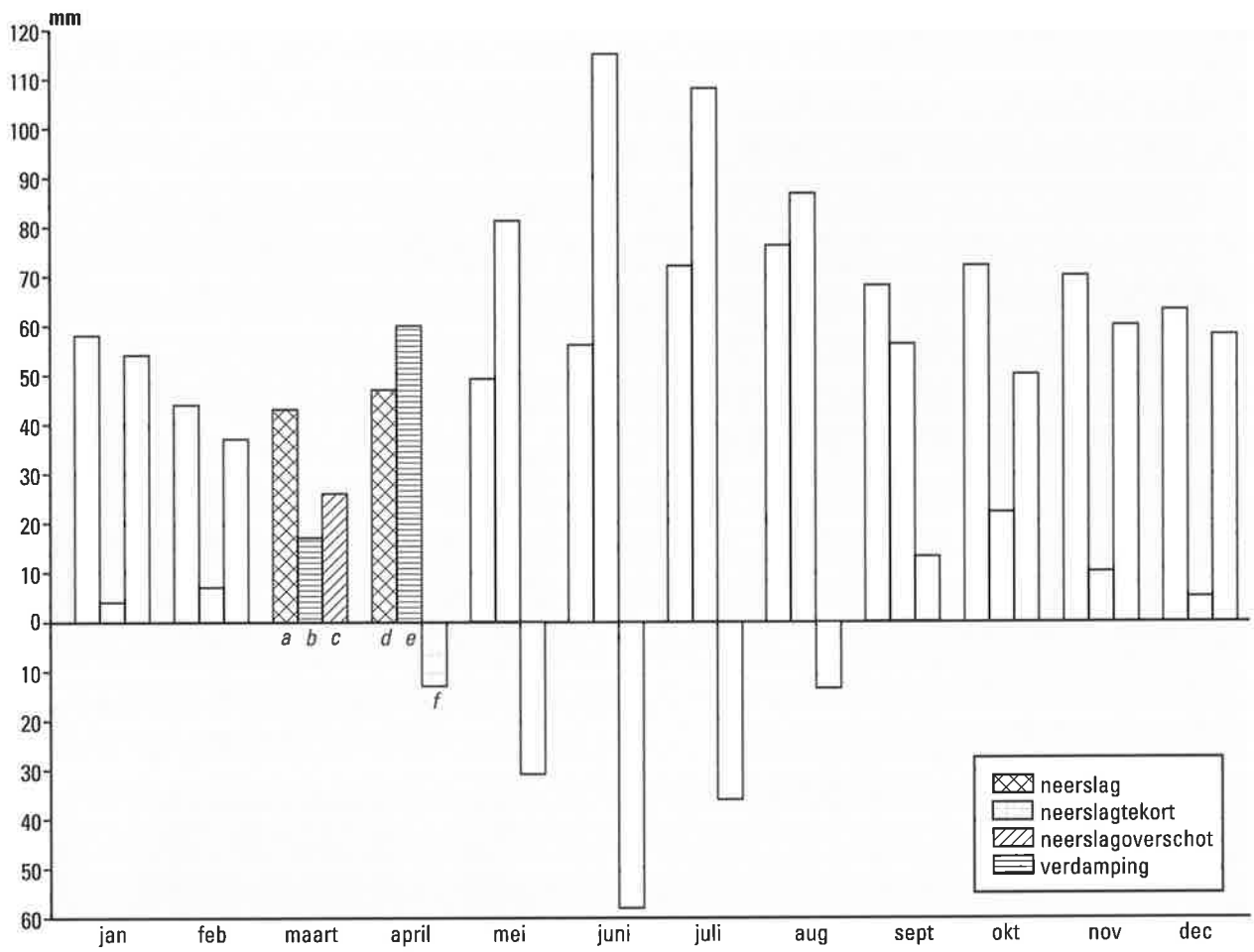
Het verwelkingspunt is bereikt

**4 a** Tijdens welke maanden is het *overschot aan neerslag* groter dan 20 mm?

**b** Door de toenemende hoeveelheid hangwater wordt de bovengrond in het najaar steeds vochtiger. Op een gegeven moment is de grond zo nat, dat de neerslag niet meer kan worden vastgehouden. Als dit moment bereikt is, zeggen we 'de bodem is op *veldcapaciteit*'. Bij veldcapaciteit houdt de bodem de maximale hoeveelheid hangwater vast. Waar blijft het overschot aan neerslag in de maand september?

**c** Waar blijft de overtollige neerslag als de bodem op veldcapaciteit is?

**d** Wat gebeurt er dan met de hoogte van de grondwaterspiegel?



Neerslag en verdamping

# 27 Ontwatering



sluis gemaal

- 1 Haal:
  - 2 maatglazen van 250 ml
  - 1 bekeerglas met water
  - 1 bekeerglas met grof metselzand
  - a Vul een maatglas tot 200 ml met grof zand. Schenk 50 ml water op het zand. Wacht tot het water is weggezakt. Hoe hoog staat het water in het zand?
 

.....
  - b Voeg opnieuw 50 ml water toe. Wacht tot het water is weggezakt. Hoe hoog staat het water nu in het zand?
 

.....
  - c Waarom is de stijging van de waterspiegel in 1a kleiner dan in 1b?
 

.....
- 2 a In hoge zandgronden ligt de grondwaterspiegel meestal lager dan 2 meter. In laaggelegen zandgrond ligt de grondwaterspiegel veel hoger. Welke grond loopt bij een zware stortbui het eerst vol met water?
 

.....

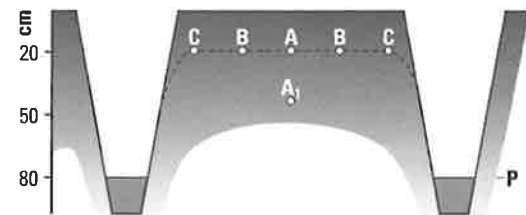
- b Wat zie je als het water nergens heen kan?
 

.....
- c Wat graaft men om het overtollige water weg te laten lopen?
 

.....
- d Wat bouwde men in de polders om het overtollige water weg te pompen?
 

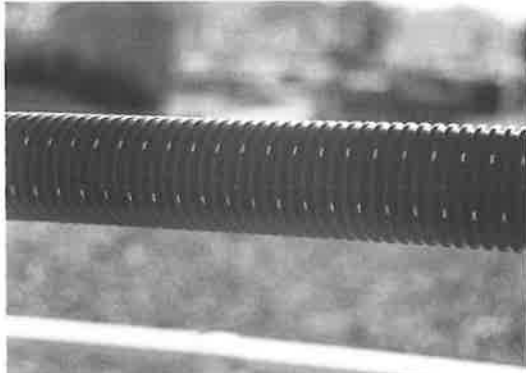
.....

- 3 In figuur 27.3 is het water weggepompt tot punt P. Het grondwater staat (nog) ter hoogte van de lijn CBABC, 20 cm onder het *maaiaveld*.
  - a Welk water is het eerst in de sloot?
    - Het water bij punt A.
    - Het water bij de punten B.
    - Het water bij de punten C.



figuur 27.3

- b Waar zakt de grondwaterspiegel het snelst?
  - Bij punt A.
  - Bij de punten B.
  - Bij de punten C.
- c In welke grond zakt de grondwaterspiegel het snelst?
  - In zandgrond.
  - In kleigrond.
- 4 Als het overtollige water niet snel genoeg uit de grond verdwijnt, blijft de grond in het voorjaar te lang nat. Dit is erg nadelig, vooral voor akkerbouw- en tuinbouwbedrijven. Er kan dan niet op tijd worden ingezaaid, geplant en gepoot. Men kan de afvoer versnellen door het leggen van *draineerbuizen*. Het leggen van draineerbuizen gaat volautomatisch. Het graven van de sleuf en het leggen van de buis gebeurt in één werkgang.



Draineerbuis

**a** Let op de foto.  
Hoe komt het grondwater naar binnen bij plastic buizen?

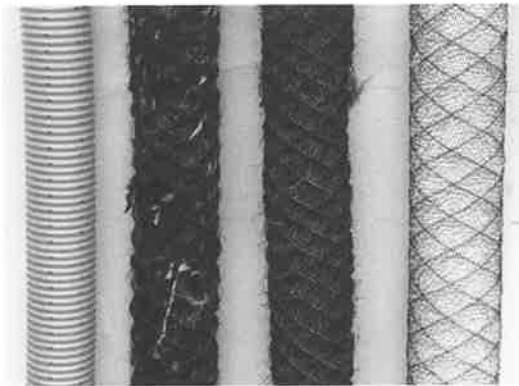
.....

**b** De draineerbuis wordt gehuld in afdek materiaal, om het toestromende water te filtreren. De buis raakt dan minder snel verstopt.

**5 a** De draineerbuizen legt men dieper dan 70 cm. Geef hiervoor een verklaring.

.....

.....



Verskillende soorten omhullingen

**b** Wat is de maximale diepteligging van de draineerbuizen?

.....

**6** Bij het leggen laat men de buizen iets afhellen naar de sloot. De helling bedraagt 5 cm per 100 m. Waarom legt men ze niet volkomen vlak?

.....

.....

.....

**7** De afstand tussen 2 buizenreeksen loopt uiteen van 8 cm tot 30 cm. Waarvan hangt die afstand af?

.....



Eindbuizen van drain

**8** Ondanks het afdek materiaal raken de draineerbuizen op den duur *verstopt* met gronddeeltjes en ijzerafzettingen. Daarom wordt voortdurend gecontroleerd of ze nog lopen. Verstoppingen kan men voorkomen door regelmatig water door de buizen te spuiten.

Het *schoonmaken* kan ook gebeuren door een stevige draad heen en weer te bewegen. Dit moet men doen als de buizen lopen, dus in de *herfst* of in de *winter*.

Waarom lukt dit niet in een droge periode?

.....

.....

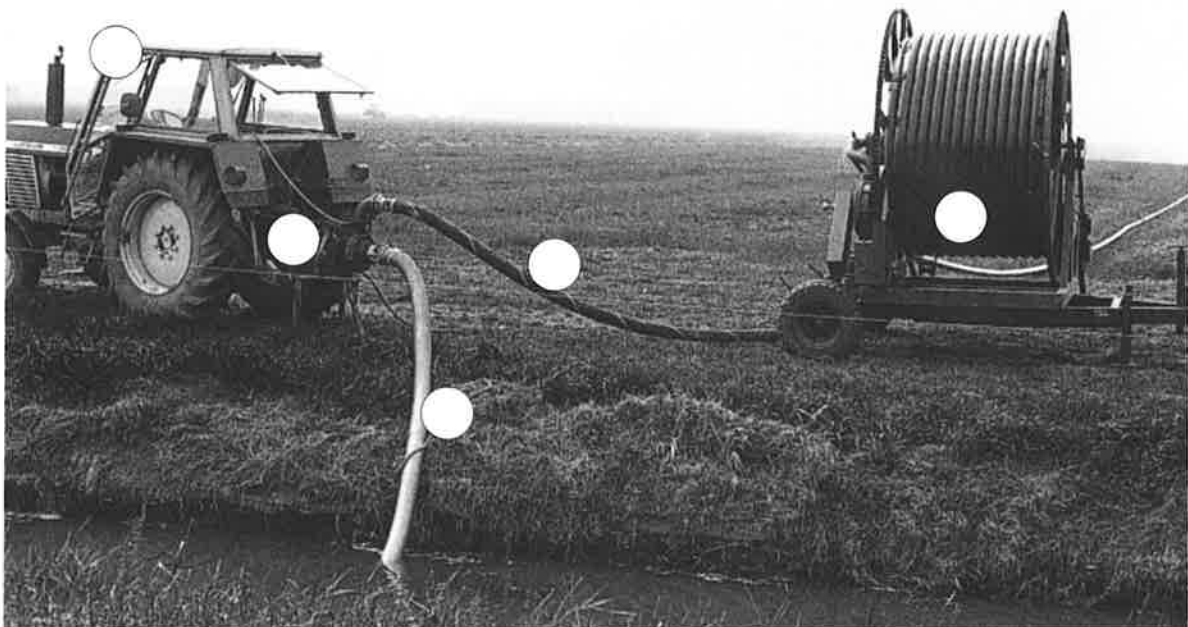
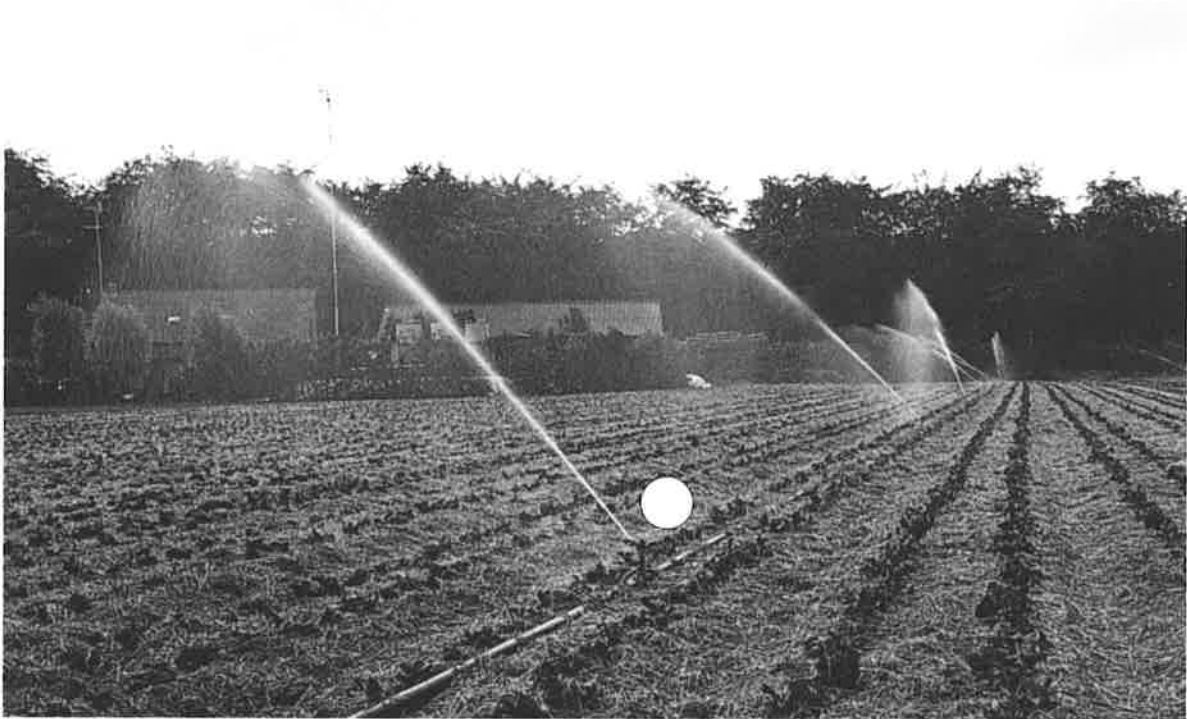
.....

# Wateraanvoer

- 1** In de hoofdstukken 25 en 26 bleek dat de gewassen tijdens de zomermaanden gebrek aan water kunnen hebben. Op welke grondsoort komt dit het vaakst voor?

- 2 a** Bekijk de foto's. Wat gebeurt hier?

- b** In tabel 28.2 worden zes genummerde namen van belangrijke delen van de installatie genoemd. Plaats in de cirkels de juiste nummers.





c Schrijf in de tabel waarvoor elk deel dient.

naam	functie
1 aanzuigslang	
2 haspel	
3 persslang	
4 pomp	
5 sproeier	
6 trekker	

tabel 28.2

3 a Een akkerbouwer ziet dat zijn gewas verwelkt. Hij besluit nu te gaan beregenen. Neemt de landbouwer zijn besluit op het juiste moment? Licht je antwoord toe.

.....

.....

.....

.....

b In een vlugschrift van het Ministerie van Landbouw staat het volgende: 'Men moet met sproeien niet wachten tot er groeistagnatie in het gewas te zien is.' Is je antwoord in 3a juist?

.....

c Het Ministerie geeft het volgende advies: 'Begin met sproeien als de helft van het opneembare water is gebruikt. Zandgrond is dan niet meer kneedbaar, maar valt bij het kneden uiteen'.

Waaruit moet je het monster nemen?

- Uit de bovenste centimeters van de grond.
- Onderuit de bouwvoor (15 à 20 cm diep).
- Uit de ondergrond.

4 a Als men zich aan het advies in 3a en 3b houdt, is 30 mm sproeiwater voldoende. Hoeveel m<sup>3</sup> water is dit op een groentetuin van 10 bij 10 meter? (30 mm = 0,03 meter)

..... m<sup>3</sup> is ..... emmers van 10 liter.

b Een sproeier sproeit ongeveer 15 liter water per minuut. Hoe lang moet de sproeier aan staan voor de tuin in 4a?

..... uur.

c Leidingwater kost  $f$  ..... per m<sup>3</sup>. Vraag dit thuis. Hoeveel kost het sproeien van de tuin in 4b?

$f$  .....

d Hoeveel water is nodig voor het beregenen van 1 ha bouwland?

.....

e De installatie op de bovenste foto op bladzijde 54 heeft een capaciteit van 60 m<sup>3</sup> per uur. Hoe lang duurt het beregenen van 2 ha?

..... uur.

5 Akkerbouwbedrijven komen op verschillende grondsoorten voor.

Op welk bedrijf zal een *beregeningsinstallatie* het grootste rendement geven?

Op een bedrijf op zeekleigrond.

Op een bedrijf op zandgrond.

Verklaar je keuze.

.....

.....

.....

.....

6 Door *beregening* kan de *opbrengst* van de gewassen worden *vergroot*. Soms wordt ook de *kwaliteit verbeterd*. Zo worden de kroppen van andijvie en sla groter. Bij aardappelen komt minder schurft op de knollen voor (mits de beregening plaatsvindt voordat de knollen een doorsnede van 1 cm hebben).

7 Regeninstallaties worden niet alleen gebruikt om de grond nat te maken.

In de fruitteelt wordt soms beregend om nachtvorst te voorkomen.

8 a In kassen houdt men de bovengrond steeds vochtig. Het sproeiwater wordt aangevoerd via een zogenaamde *regenleiding*. Een hoog aangelegde leiding besproeit het gehele bodemoppervlak, een lage leiding alleen de stroken waarin de planten groeien.

In het sproeiwater kan kunstmest worden opgelost. Men kan dus tegelijkertijd bemesten en water geven.

Welke voordelen heeft een lage leiding ten opzichte van een hoge leiding?

.....

.....

**b** De laatste tijd wordt het sproeien steeds meer vervangen door een *druppelsysteem*. Bij elke plant kan een druppelaar worden geplaatst. Hieruit druppelt water waarin kunstmest is opgelost. Zowel de watervoorziening als de voeding kunnen met dit systeem tot in de finesses worden geregeld.

## 29 Onderzoek van watersoorten

**1** Water is onmisbaar voor mens, dier en plant. In de natuur komen verschillende watersoorten voor. Een aantal van deze soorten gaan we nu onderzoeken.

**a** Haal:

1 reageerbuis houder met 4 reageerbuizen  
4 genummerde bekers (1 t/m 4)

Giet:

50 ml gedestilleerd water	in bekersglas 1
50 ml leidingwater	in bekersglas 2
50 ml regenwater	in bekersglas 3
50 ml slootwater	in bekersglas 4

**b** Welke watersoorten zijn volkomen helder?

.....

.....

**c** Met welke watersoort besproeit een akkerbouwer zijn gewassen?

.....

.....

**d** Welke watersoorten gebruikt men in kassen?

.....

.....

**2** Haal een druppelflesje met reagens 9. Schrijf op de reageerbuizen de nummers 1 t/m 4 en zet ze in deze volgorde in het rek.

Vul:

buis 1 tot de helft met gedestilleerd water  
buis 2 tot de helft met leidingwater  
buis 3 tot de helft met regenwater  
buis 4 tot de helft met slootwater

**a** Voeg aan elke buis 15 druppels reagens 9 toe. Welke watersoorten zijn nu troebel?

.....

.....

**b** Watersoorten die na toevoeging van reagens 9 troebel zijn, bevatten *chloride* (ook wel 'chloor' genoemd).

In welke watersoort is de hoeveelheid chloride het grootst?

.....

.....

**c** Spoel de reageerbuizen schoon met gedestilleerd water en schud ze zo goed mogelijk leeg.

**3** Vul de schone reageerbuizen als in 29.2. Breng reagens 9 weg en haal in een schone reageerbuis reagens 10 (ruim halfvol).

**a** Verdeel reagens 10 over de reageerbuizen 1 t/m 5.

In welke buizen is de inhoud nu troebel?

In nummer(s) .....

**b** Watersoorten die na toevoeging van reagens

10 troebel zijn bevatten *calcium* (ook wel 'kalk' genoemd).

Welke watersoorten bevatten calcium?

.....

.....

.....

**4** Ruim alles op.

**5** Samenvatting van het onderzoek.  
Geef in tabel 29.5 met een x aan of in de watersoort chloride en/of calcium voorkomen.

Watersoort	Chloride	Calcium
Gedestilleerd water		
Leidingwater		
Regenwater		
Slootwater		

tabel 29.5

**a** Welke watersoort lijkt het *zuiverst*?

.....

**b** Welke watersoort lijkt erg *onzuiver*?

.....

**c** Waarom zijn sommige onzuiverheden *onzichtbaar*?

.....

.....

.....

.....

**6 a** *Chloridehoudend sproeiwater* kan in de tuinbouw, de akkerbouw en de fruitteelt veel schade veroorzaken.

Vrijwel alle gewassen nemen namelijk snel

chloride op. Een ruime opname veroorzaakt bij veel gewassen vertraging van de groei en vermindering van de suiker- en zetmeelvorming. Dit geldt vooral voor bijvoorbeeld sla, aardappelen, fruit en de meeste bloem- en siergewassen.

Gewassen die nadelig op chloor reageren noemt men *chloorgevoelig*.

Weinig gevoelig voor chloride zijn onder andere gras, granen, suikerbieten en bloembollen.

**b** In kassen zijn geringe hoeveelheden chloride reeds schadelijk. Als de teelt in grond plaatsvindt, wordt het bodemvocht door chloridehoudend sproeiwater steeds zouter. De planten nemen dan steeds meer chloride op. Als de nadelen daarvan te groot worden, moet men door langdurige beregening het chloride *uitspoelen*. Op het analyseverslag van het grondonderzoek staat te lezen of en hoe lang men moet spoelen.

Bij het telen in steenwol of in water zijn heel kleine hoeveelheden chloride reeds schadelijk voor de gewassen. Bij deze teelten wordt het chloridegehalte van het water regelmatig gecontroleerd.

**c** *Calciumhoudend sproeiwater* is niet bruikbaar bij de kweek van kamerplanten met glimmend blad. Bij gebruik van dit water ontstaan er op de bladeren lelijke vlekken. Hierdoor daalt de verkoopprijs.

Bij gebruik van calciumrijk sproeiwater kunnen er verbrandingsverschijnselen in het gewas ontstaan. Water met veel calcium noemt men *hard water*.

Hard water veroorzaakt in ketels en radiatoren de afzetting van ketelsteen.

**d** *Ijzerhoudend water* veroorzaakt schade bij de fruitteelt en bij de groente- en bloemeteelt onder glas.

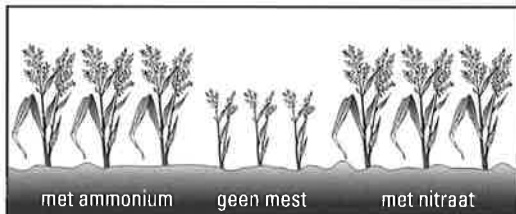
Appels en peren krijgen door het sproeien met ijzerhoudend water een ruwe schil.

Bij de groente- en bloemeteelt onder glas veroorzaakt het ijzerhoudende water:

- bevulling van het gewas;
- kans op verbrandingsplekken;
- ijzeraanslag op het glas.

# Nitraat en ammonium in de bodem

1 Nitraat en ammonium zijn voedingsbestanddelen voor planten. Ze worden gebruikt voor de vorming van eiwitten. Nitraat en ammonium komen in alle bodems voor. De hoeveelheden zijn echter te klein voor cultuurgewassen. Bemesting met ammonium en/of nitraat geeft het volgende resultaat:



figuur 30.1

a Welke invloed heeft nitraat op de groeisnelheid van een gewas?

.....

.....

b Welke invloed heeft ammonium op de groeisnelheid van een gewas?

.....

.....

2 Ammonium wordt geschreven als  $NH_4^+$ . Nitraat wordt geschreven als  $NO_3^-$ .

a Welk voedingsbestanddeel wordt geabsorbeerd aan humus en lutum? (zie 16.6c)

.....

b Welk voedingsbestanddeel kan uitspoelen?

.....

c Welk element komt in beide voedingsbestanddelen voor? Noem naam en verkorte schrijfwijze.

.....

d Hoeveelheden ammonium en/of nitraat drukt men uit in kg N. (= kg stikstof). Meststoffen met veel ammonium en/of nitraat noemt men daarom *stikstofmeststoffen*.



Verpakking van kalkammonsalpeter

3 a Een bekende stikstofmeststof is kalkammonsalpeter. Deze meststof bevat ammon (= ammonium) en salpeter (= nitraat). In tabel 30.3a staan drie stikstofmeststoffen. Welke N-verbindingen komen erin voor? (plaats kruisjes)

	nitraat	ammonium
kalksalpeter		
fosfaatammonsalpeter		
kalisalpeter		

tabel 30.3a

b De N-verbindingen in dierlijke uitwerpselen zijn *eiwitten* en *ureum* (rundvee en varkens) of *urinezuur* (kippen). De plantenwortels kunnen deze N-verbindingen niet opnemen. De moleculen zijn te groot. Gelukkig worden de moleculen door bacteriën afgebroken en omgezet in ammoniak, ammonium, koolzuurgas en water. Deze omzetting verloopt vrij snel bij warm en vochtig weer. Welke opneembare N-verbinding ontstaat hierbij?

.....

**c** Het gevormde ammoniak zit als kleine gasbelletjes opgesloten in de mest. Als de mest in beweging komt verenigen veel kleine belletjes zich tot grote bellen, die uit de mest ontsnappen. Je ruikt dan ammoniak. Bij welke activiteiten verliest de mest veel ammoniak?

- Bij afkoeling van de mest.
- Bij flink roeren in de mest.
- Bij opzuigen in een luchtdichte tank.
- Bij het verspreiden door de lucht.
- Bij het injecteren in de grond.

**d** Bij injectie in vochtige grond lost het ammoniak op in het bodemvocht. Het gaat dan over in ammonium.

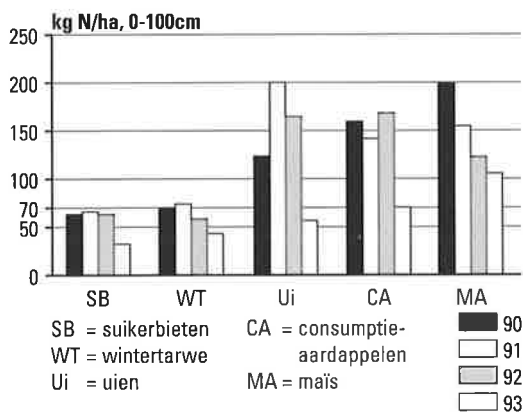
Wat zal er gebeuren als de grond bij het injecteren droog is?

**4** Om zeker te zijn van voldoende groen is de bemesting met *N-verbindingen* vaak groter dan de opname door de planten.

In welke vorm zit het *N-overschot* dan in de grond?

- als eiwit
- als ureum
- als ammonium
- als nitraat

**5** In de jaren 1990 t/m 1993 is bij 38 bedrijven in Nederland onderzocht hoeveel nitraat er na de oogst in de grond zat. De hoeveelheid is uitgedrukt in kg N per ha. Zie figuur 30.5a.



figuur 30.5a Bron: PAGV

Als de hoeveelheid nitraat kleiner is dan 70 kg N/ha is er weinig kans op toename van de hoeveelheid nitraat in het grondwater. Na welke gewassen was het nitraatgehalte hoger?

**6** De hoeveelheden in figuur 30.5a zijn gemiddelden van 38 bedrijven. Hun N-waarden variëren tussen 20 en 250 kg per ha. De grote variatie vloeit gedeeltelijk voort uit verschillen in *denitrificatie*. Dat is de omzetting van nitraat ( $\text{NO}_3^-$ ) in vrije stikstof ( $\text{N}_2$ ). Die omzetting vindt plaats in een vochtrijke omgeving met veel verterend organisch materiaal.

**a** Waar is de omzetting het grootst?

- In hooggelegen droge grond.
- In laaggelegen vochtige grond.

**b** Waar is de kans op grote nitraatoverschotten het grootst?

- In hooggelegen droge grond.
- In laaggelegen vochtige grond.

**7** Nitraten kunnen op twee manieren uit de grond verdwijnen.

- Ze kunnen via de draineerbuizen wegspoelen naar het oppervlaktewater.
- Ze kunnen uitspoelen naar het grondwater.

Waar is de kans op *nitraatvervuiling* van het grondwater het grootst?

- In hooggelegen grond.
- In laaggelegen grond.

**8 a** De 38 bedrijven deden mee aan een onderzoek naar het *stikstofbemestingsbeleid*.

Werden de overschotten tijdens het onderzoek in de jaren 1990 t/m 1993 groter of kleiner?

**b** Besparing op de stikstofbemesting is mogelijk door:

- *inleggen* van de kalkammonsalpeter op de kalkrijke gronden,
- onderzoek naar de nitraatvoorraad in de grond in februari,
- gedeelde bemesting (toediening in twee of drie keer),
- *bladonderzoek* bij aardappelen,
- spreiden van drijfmest en gier vervangen door injectie,
- na augustus stoppen met stikstofbemesting.
- toediening van de dierlijke mest in het voorjaar,

Waarom is het laatstgenoemde punt moeilijk voor de akkerbouwbedrijven?

# Fosfaat in de bodem

- 1 a** In het bodemvocht zit  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ . Dit fosfaat is een voedingsbestanddeel voor planten. De hoeveelheid fosfaat in het bodemvocht is meestal klein. Is de kans op uitspoeling groot of klein?

.....

- b** Fosfaat is nodig voor de vorming van enkele eiwitten. Het bevordert de bladvorming en de groei. Welk voedingsbestanddeel doet dit ook?

.....

- c** De hoeveelheid fosfaat in het bodemvocht drukt men uit in de Pw-waarde (mg  $\text{P}_2\text{O}_5$  per liter). Deze waarde moet 30 zijn in zandgrond en 25 in kleigrond. Hoe reageren de planten op te lage Pw-waarden?

.....

.....

- 2** De hoeveelheid fosfaat in het bodemvocht kan een gewas slechts enkele dagen voeden. Daarom vindt er voortdurend aanvulling plaats vanuit de grote voorraad aan onoplosbare fosfaten. De plantenwortels lossen deze fosfaten heel langzaam op door het afscheiden van koolzuur en wortelzuren. Bij welk proces vormen de planten koolzuur?

.....

- 3** De jaarlijkse fosfaatopname door de gewassen is gemiddeld 70 kg  $\text{P}_2\text{O}_5$  per ha.

- a** Wat gebeurt er met de voorraad als men meer dan 70 kg fosfaat per jaar toedient?

.....

- b** De Pw-waarde stijgt als de jaarlijkse fosfaatbemesting meer dan 45 kg  $\text{P}_2\text{O}_5$  per ha hoger is dan de opname. (Zandgrond: 25 kg.) Hoe hoog mag de jaarlijkse bemesting zijn bij het streefgetal (= de ideale Pw-waarde)?

.....

- c** Bij onbeperkte opname van fosfaat en stikstof aan het einde van de groei blijven aardappelen en bieten doorgaan met de bladvorming. Welke invloed heeft dit op de rijping?

- De gewassen rijpen vroeger.  
 De gewassen rijpen later.

- d** Bladvorming gaat ten koste van de suikervorming. Welke invloed heeft late afrijping op de suiker- en zetmeelgehalten?

- Deze nemen toe.  
 Deze nemen af.

- 4 a** Op rundveebedrijven met bio-industrie is de aanvoer van fosfaat in het voedsel vele malen groter dan de afvoer in vlees en melk.

De Pw-waarden op die bedrijven zijn hier en daar gestegen tot boven de 100.

Welke invloed hebben stijgende Pw-waarden op de uitspoeling van fosfaat?

- De uitspoeling neemt toe.  
 De uitspoeling neemt af.

- b** Biobedrijven met weinig land verkopen de *mestoverschotten* tegen lage prijzen. Akkerbouwers kopen die mest. Zij mesten ruim, want daardoor stijgen de opbrengsten per kg. Op veel akkerbouwbedrijven stijgen de Pw-waarden.

Welke invloed heeft dit in de toekomst op de benodigde fosfaatbemesting?

- Deze wordt hoger.  
 Deze wordt lager.

- c** De *fosfaatoverschotten* worden gebonden door ijzer- en kalkverbindingen. Daardoor spoelen de fosfaten niet uit. De overschotbemesting duurt al vele jaren. In meer dan 100.000 ha zandgrond zijn de ijzer- en kalkverbindingen *verzadigd* met fosfaat.

Wat gebeurt hier met het overtollige fosfaat?

.....

- d** Bij toenemende verzadiging stijgt de fosfaatuitspoeling naar de sloten. De kans op fosfaatuitspoeling naar het grondwater neemt bij toenemende verzadiging toe.

Wat zal er uiteindelijk gebeuren als men verzadigde grond blijft bemesten met fosfaat?

.....

.....

- 5 a** De overheid heeft maatregelen getroffen tegen overmatige fosfaatbemesting:
- het *jaarlijks maximum* is 125 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> per ha;
  - de veehouders moeten een *mestboekhouding* bijhouden.

- b** Ook de veevoederindustrie doet pogingen om het landelijk fosfaatoverschot te verkleinen. Door toevoeging van *fytase* aan het veevoer willen zij het fosfaat in de voeders beter benutten. Er komt dan minder fosfaat in de mest terecht.

## 32 Zware metalen in de bodem

- 1** Metalen komen in alle planten en dieren voor. Uit de samenstelling van GFT-compost kan worden afgeleid in welke gemiddelde verhoudingen ze in de planten voorkomen. Zie tabel 32.1.

metaal	mg/kg d.s.
kalium	3000
magnesium	2400
koper	31
zink	150
cadmium	0,72
kwik	0,12

tabel 32.1

- a** Welke metalen komen veel voor in planten?

..... en .....

Dergelijke metalen noemt men *hoofdelementen*. Zij spelen een belangrijke rol bij de opbouw van suikers, zetmeel en eiwitten.

- b** Welke metalen nemen een middenpositie in?

..... en .....

Deze groep van metalen speelt een onmisbare rol in de stofwisseling. Ze zijn in betrekkelijk kleine hoeveelheden nodig en in wat grotere hoeveelheden giftig.

- c** Welke metalen komen in uiterst kleine hoeveelheden voor?

.....

Deze metalen zijn reeds giftig in heel kleine hoeveelheden. Hun functie in de planten is (nog) niet geheel duidelijk of onbekend.

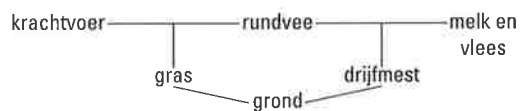
- d** Koper, cadmium, zink, kwik, nikkel en tin zijn *zware metalen*.

Let op de informatie in b en c. Waarom mag de bodem niet worden vervuild met zware metalen?

.....

.....

- 2** Metalen die door de planten worden opgenomen, komen in een kringloop terecht. Zij gaan van de grond naar de planten, van de planten naar de dieren en van daar via de mest weer naar de grond. In figuur 32.2 zie je de kringloop op een rundveebedrijf.



figuur 32.2

- a** In welke richting bewegen de zware metalen? Plaats pijlen in de kringloop.

**b** Een rundveehouder verkoopt melk en vlees en koopt krachtvoeder. In al deze producten zitten zware metalen.  
Welke producten vergroten de hoeveelheid zware metalen in de grond?

.....

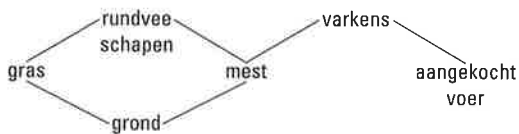
Via welke producten neemt de hoeveelheid af?

.....

**c** De hoeveelheid zware metalen in het krachtvoer is ongeveer gelijk aan die in melk plus vlees.  
Verandert de hoeveelheid in de grond?

.....

**3** Op rundveebedrijven waar men ook varkens en schapen houdt, ligt de zaak anders. Mestvarkens krijgen geen gras. Ze worden gevoed met aangekocht voer. De varkens vallen dus buiten de kringloop in punt 2.



figuur 32.3

**a** In welke richting bewegen de zware metalen? Plaats pijlen.

**b** Rundvee en schapen veroorzaken evenveel aanvoer als afvoer van koper. Doen varkens dit ook?

.....

**c** Blijven de hoeveelheden zware metalen in de grond gelijk?  
Licht je antwoord toe.

.....

**d** Varkens- en kippenmest zijn bovendien rijker aan koper en zink dan rundveemest. Bij jarenlange aanwending op eigen bedrijf neemt het koper- en zinkgehalte in de grond toe. Dit verschijnsel noemt men *accumulatie* (ophoping). Dit kan jarenlang goed gaan, tot er iets gebeurt. Enkele schapen blijken onopgemerkt aan *kopervergiftiging* te lijden.

**4 a** De meeste varkens- en kippenhouders kunnen de mest niet kwijt op het eigen bedrijf. Ze verkopen de mest tegen lage prijzen aan de akkerbouwers. Sommige akkerbouwers gebruiken alleen kippenmest en kunstmest.



Tank met drijfmest

Is dit beleid juist? Licht je antwoord toe.

.....

.....

.....

.....

**b** De accumulatie van zware metalen kan ook op andere wijze plaatsvinden. Een belangrijke vervuiliingsbron is de *rook* van de chemische en de *zware industrie*. In deze rook komen fijne deeltjes voor met lood-, kwik-, zink- en *cadmiumverbindingen*. Die deeltjes dalen in de nabije omgeving neer en vervuilen daar de grond.

**5 a** De langzame accumulatie van een of meer zware metalen in de bodem is een sluipend gevaar. Aan de gewassen is niets te zien. Vaak stijgen de opbrengsten zelfs iets, meestal ten koste van de kwaliteit. Dit kan jarenlang voortgaan en iedere gebruiker van varkens- en kippendrijfmest stelt zichzelf gerust ... tot er wel iets fout gaat.

Waarom zit men dan echt in de problemen?

.....

.....

.....

.....

.....

.....



**b** Om dit probleem te voorkomen heeft het Landbouwadvisiebureau Milieukritische Stoffen *signaalwaarden* vastgesteld. Als de gehalten aan zware metalen in de bodem boven de signaalwaarden komen, kan men moeilijkheden verwachten. Voor voeder- en sierteeltgewassen op zandgrond gelden de volgende signaalwaarden (in mg/kg d.s.).

Welk zwaar element is het giftigst? (zie tabel 32.5)

- 6** Door tal van maatregelen en voorschriften probeert men de vervuiling af te remmen en, indien mogelijk, te stoppen.
- De gehalten aan zware metalen in zuiveringsslib, compost en zwarte grond moeten beneden vastgestelde grenzen liggen.
  - Men heeft *maximale doseringen* vastgesteld voor zuiveringsslib, compost en zwarte grond.

- Het kopergehalte in voer voor mestvarkens en slachtkippen is zo ver mogelijk teruggedraaid.
- Het huisvuil wordt sinds 1994 gescheiden in het droog vuil en GFT-afval. Hierdoor is het mogelijk geworden om compost te maken met een zeer laag gehalte aan zware metalen: de GFT-compost.

Wat kun je zelf doen om de vervuiling met zware metalen zoveel mogelijk te beperken?

gewas	cadmium	koper	lood	zink
voedergewassen	0,5	50	150	100
sierteeltgewassen	5	50	500	100

tabel 32.5 Signaalwaarden

## 33 Oppervlaktewatervervuiling

- 1** In hoofdstuk 30 en hoofdstuk 31 bleek dat nitraat en fosfaat kunnen uitspoelen naar het oppervlaktewater.
- a** De verrijking van het oppervlaktewater met plantenvoedsel noemt men *eutrofiëring*. Welke invloed heeft eutrofiëring op de groei van waterplanten en algen?

- b** Waarom is een lichte eutrofiëring gunstig voor de vissen?

- 2 a** Na 1960 nam de eutrofiëring steeds meer toe. Vooral door de toenemende verrijking met fosfaat werd het water steeds donkerder door de algengroei. Daardoor kregen de onderste bladeren van de waterplanten te weinig zon om normaal te assimileren. Ze bleven wel normaal ademen.

Welke invloed had dit op de zuurstofrijkdom van de onderste waterlaag?

.....

- b** De hoeveelheid afstervend materiaal nam toe. De witvis brengt dit materiaal in beweging als het vlucht voor snoeken en snoekbaarzen. Zo ontkomen zij aan de kaken van hun belagers. Welke vis breidt daardoor in aantal uit?

.....

Welke vis neemt in aantal af?

.....

In enkele randmeren om Flevoland is de witvis weggevangen. Het water wordt voortdurend ververst. Er zijn snoek en snoekbaars uitgezet.

- 3** Ook nam men een aantal maatregelen om de eutrofiëring af te remmen:
- de lozing van gier en mestwater in de sloten werd verboden;
  - tijdens de wintermaanden mag geen mest worden uitgereden;
  - er kwamen wettelijk voorgeschreven maxima voor de fosfaatbemesting;
  - fosfaatrijke zeepsoorten werden vervangen door fosfaatarme soorten.

- 4** De *afvalzouten* uit de Franse kalimijnen worden in de Rijn geloosd. Deze zouten zijn voornamelijk *chloriden*. Chloriden geven een slechte smaak aan het drinkwater en veroorzaken veel problemen in de kasuinbouw.

- a** Waar winnen we in Nederland drinkwater uit het water in de Maas?

.....

- b** Welke problemen veroorzaakt het chloride in de kasuinbouw? (zie 29.6a)

.....

.....

.....

- 5 a** Veel Duitse *chemische fabrieken* loosden hun afvalwater in de rivier. Welke rivier nam dit vuil mee naar Nederland?

.....

- b** In het vervuilde rivierwater zaten veel zware metalen. Op plaatsen waar het water tot stilstand kwam, zonken de metalen met het slib naar de bodem. Daardoor zijn de bodems van onder andere het Ketelmeer, het Hollands Diep en de Biesbosch zwaar vervuild. Het Ketelmeer wordt nu schoongebaggerd.

- c** De vervuiling is de laatste jaren sterk afgenomen. Het afvalwater van de fabrieken wordt nu gezuiverd in *zuiveringsinstallaties*. *Illegale lozingen* worden snel gesignaleerd door *meetstations* van het RIZA. Deze staan op plaatsen waar de rivieren ons land binnenkomen. De stations werken dag en nacht en zijn volledig geautomatiseerd. Een alarminstallatie (het *aqualarm*) alarmeert onmiddellijk alle betrokkenen als er gevaar dreigt.

- 6** Van tijd tot tijd wordt het oppervlaktewater vervuild met *bestrijdingsmiddelen*.



Sproeivliegtuig

- a** Bij winderig weer kunnen de middelen afkomstig zijn van *spruitvliegtuigen*. Verklaar dit.

.....

.....

.....

- b** Soms heeft men de *spruitwerktuigen* schoongemaakt bij de sloot. Hoe kan men ze schoonmaken zonder het oppervlaktewater te verontreinigen?

.....

.....

# 34 Bodem- en gewasbescherming

- 1 De teelt van gewassen verloopt nooit zonder problemen.



Bladluizen

- a Insecten vreten aan alle plantendelen.  
Noem twee insecten.

- b Schimmels veroorzaken afsterving van de weefsels.



Vlekkenziekte



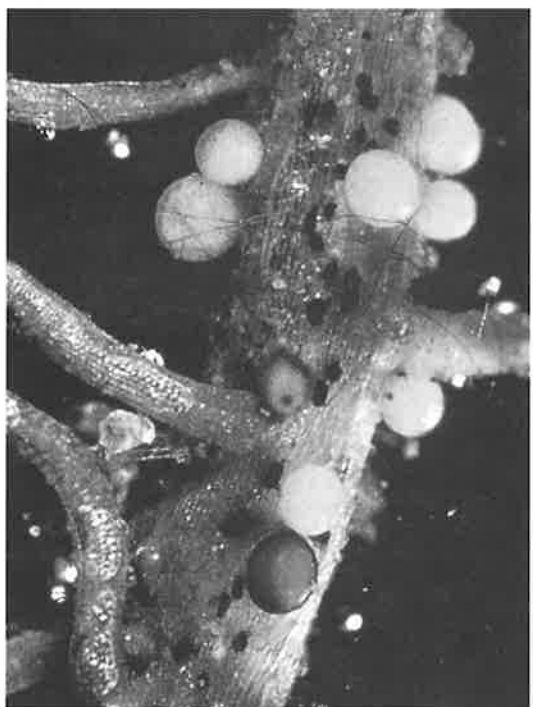
Lakschurft

Noem twee schimmelziekten.

- c Onkruiden eisen ruimte op.  
Noem twee lastige onkruiden.



Distel



Cystenaaltjes tasten de wortels aan

- 2 Op de verpakking van elk middel staan de gebruiksaanwijzing en het wettelijk gebruiksvoorschrift.



**anti-bladluis**

(1) toelatings nummer 6529 N, bevat 50 g/l pirimicarb (carbamaat met cholinesterase-activiteit)

**Wettelijk gebruiksvoorschrift**  
Toegestaan is uitsluitend het gebruik als insectenbestrijdingsmiddel op groente- en fruit gewassen in de volle grond, alsmede op siergewassen.

**Veiligheidstermijn**  
De termijn tussen de laatste toepassing en de oogst mag niet korter zijn dan 7 dagen voor consumptiegewassen in de volle grond.

**Gebruiksaanwijzing**  
IVOSTA anti-bladluis is speciaal bestemd voor gebruik in sier- en moestuin.  
Het is een middel met specifieke werking tegen bladluizen derhalve worden bijen en andere nuttige insecten zoals b.v. lieveheersbeestjes gespaard.  
Dosering: Voeg 1 dopje (niet geheel tot de rand gevuld) toe aan 2 liter water, goed omroeren (5cc per liter water).

figuur 34.2

- a Welk insect wordt met bovenstaand middel gedood?

.....

- b Hoe heet de *actieve stof* die het insect doodt?

.....

- 3 Alle actieve stoffen zijn giftig. Bij vrijwel elke aanwendingstechniek komt een deel van de middelen in of op de bodem terecht. De stoffen worden daar afgebroken door schimmels en/of bacteriën. De tijd die nodig is om de helft van een actieve stof af te breken noemt men de *halfwaardetijd*.

- 4 De halfwaardetijd van een actieve stof wordt beïnvloed door de temperatuur en de vochtigheid van de grond. Zie tabel 34.4.

- a In welke grond verloopt de afbraak het snelst?

- In vochtige warme grond.  
 In droge koude grond.

- b De meeste actieve stoffen hebben een halfwaardetijd van 1 à 2 maanden. Zij zijn na 3 à 5 maanden afgebroken.

temperatuur	vochtgehalte	halfwaardetijd van atrazin
5°C	3,7%	209 dagen
5°C	9,8%	178 dagen
15°C	3,6%	99 dagen
15°C	8,0%	88 dagen
25°C	3,7%	32 dagen
25°C	9,8%	25 dagen

tabel 34.4

Er zijn ook actieve stoffen met een halfwaardetijd van 5 maanden en meer. Zij zijn na een jaar nog lang niet volledig afgebroken. Dergelijke stoffen zijn *persistent*.  
Waarom mogen persistente middelen niet elk jaar op dezelfde grond worden aangewend?

.....  
.....  
.....

- 5 Elke actieve stof komt in drie toestanden in de bodem voor:

- geadsorbeerd aan de organische stof;
- in oplossing in het bodemvocht;
- in dampvorm in de poriën.

- a Het geadsorbeerde deel is bij de meeste actieve stoffen 70 à 90%.

Waarom is dit belangrijk?

.....  
.....  
.....

- b Van elke actieve stof verkeert steeds 10 à 30% in oplossing. Dit deel is afbreekbaar door de bacteriën. Zodra dit deel verdwijnt kan het geadsorbeerde deel oplossen.

- c Slechts 1 à 4% van een actieve stof is in dampvorm aanwezig.

**6** Van sommige middelen is het geadsorbeerde deel lager dan 70%.

**a** De *nematiciden* (aaltjesdoders) zijn vloeistoffen. Ze zijn oplosbaar in water en gaan in de grond over in dampvorm. In gebieden met intensieve aardappel- en bol-lenteelt komen ze voor in het grondwater. Hoe verklaar je dat?

.....  
.....  
.....  
.....

Nematiciden zijn alleen op speciale aanvraag verkrijgbaar.

Waarom mogen ze niet laat in de herfst worden aangewend?

.....  
.....  
.....

**b** Ook *bodemherbiciden* komen in het bovenste grondwater voor. Zij worden voor de inzaai van de bieten gespreid om het kiemende onkruid te doden. Waarom moet het opgeloste deel van deze middelen groter zijn dan 30%?

.....  
.....  
.....

**7** Tal van actieve stoffen zijn in het oppervlaktewater beland.

**a** Dit kan gebeurd zijn door uitspoeling. Voorbeelden zijn nematiciden en bodemherbiciden.

**b** Soms zijn de stoffen bij het spuiten zijwaarts gewaaid. Dit verschijnsel noemt men *drift*. Wanneer is de kans op drift het grootst?

- Bij het spuiten met vliegtuigen.  
 Bij het spuiten met spuitmachines.

**c** Sommige middelen zijn over de grond weggespoeld naar de sloten. Dit verschijnsel noemt men *afspoelen*.

Waar is de kans op afspoeling het grootst?

- Op vlakke grond.  
 Op hellende grond.  
  
 Op goed doorlatende grond.  
 Op slecht doorlatende grond.

**d** In een aantal gevallen is lozing van restanten in de sloot geconstateerd.

Wat behoort men met een restant te doen?

.....

**8 a** Om verdere vervuiling van het grond- en oppervlaktewater te voorkomen zal het gebruik van bestrijdingsmiddelen (milieu-onvriendelijke gewasbeschermingsmiddelen) sterk worden beperkt.

Nematiciden zijn vanaf 1995 alleen op speciale aanvraag verkrijgbaar.

Beweeglijke middelen die de drinkwatervoorziening in gevaar brengen, zullen worden verboden.

Middelen die gevaren opleveren voor het leven in de oppervlaktewateren worden eveneens verboden.

**b** In de land- en tuinbouw is men druk bezig om het gebruik van *gewasbeschermingsmiddelen* te *verkleinen*.

- De teelt van aardappelen die resistent zijn tegen fytoftora en wortelaaltjes, neemt toe.
- Het gebruik van voorbehoedmiddelen neemt af.
- De *volveldbespuiting* in de bietenteelt wordt steeds meer vervangen door *rijenbespuiting*.
- De chemische bestrijding van onkruiden wordt steeds meer gecombineerd met mechanische bestrijding.
- Waar mogelijk wordt de chemische bestrijding van insecten vervangen door *biologische bestrijding*.

# 35 Compost

- 1** In veel tuinen staat een VAM-vat. Daarin verteert het afval van groenten, fruit en tuin. De compost die ontstaat noemt men GFT-compost.

Hoe komt men aan de letters GFT?

.....

.....



VAM-vat

- 2 a** GFT-afval mag niet in contact komen met ander huisvuil. Dat vuil bevat te veel zware metalen.

Hoe bereikt men dit?

.....

.....

- b** GFT-afval wordt gecomposteerd. Belangrijke composteerdere zijn onder andere:

- de VAM (Vuil-Afvoer-Maatschappij) in Wijster;
- PURVA in Purmerend;
- OGAR, Oost-Groninger Afvalverwerkings-Inrichting;
- Zuid-Nederlandse Composteringsmaatschappij, Moerdijk.

Waar gaat jullie GFT-afval heen?

.....

- 3 a** In Wijster vindt de compostering plaats in gesloten hallen. De composteerruimte van 100 bij 50 meter is verdeeld in vakken (figuur 35.3).



figuur 35.3

Vooraf wordt het GFT-afval gezeefd om grote stukken hout, die te langzaam verteren, te verwijderen.

- b** Na het zeven stort men het vuil in vak 1. De storthoogte is 3 meter. In de hoop ontstaat een actief bacterieleven.

Hoe verklaar je dit?

.....

.....

- c** Onder de hoop liggen kanalen om lucht in de hoop te blazen.

Welke bacteriën krijgen daardoor de overhand?

- De aërobe bacteriën.  
 De anaërobe bacteriën.

- d** Door de ademhaling van de bacteriën stijgt de temperatuur in de hoop. De streef temperatuur is 55 °C. Bij deze temperatuur worden kiemenzaden en ziektekiemen gedood.

Waarom is dit nodig?

.....

.....

- e** Hoe kan men de temperatuur laten stijgen?

- Door meer lucht in de hoop te blazen.  
 Door minder lucht in de hoop te blazen.

- f** Het buitenste laagje blijft koel. Daarom wordt het materiaal na zeven dagen gemengd. Het wordt dan tegelijkertijd overgebracht naar vak 2. In vak 2 ligt het materiaal weer zeven dagen.

Het mengen en overstorten gebeurt vier keer. Hoe lang duurt de compostering?

..... dagen.

**g** Na afloop wordt de GFT-compost afgevoerd en buiten op grote hopen gestort. Daar kan het nabroeien. Na zes weken begint het afleveren.

- 4 a** In 1995 bedroeg de afzet van GFT-compost ruim 150.000 ton.
- 38% ging naar de landbouw;
  - 32% ging naar de groen- en recreatiesector;
  - 30% ging naar andere afnemers.

**b** GFT-compost is humusvormer bij uitstek. Bij de maximaal toegestane bemesting is de toevoer van *effectieve organische stof* 1350 kg/ha.

Geslaagde groenbemesters produceren jaarlijks 1200 kg. Drijfmest van varkens komt niet verder dan 409 kg/ha en die van kippen niet verder dan 410 kg/ha.

- c** Drijfmest van varkens en kippen verhoogt het koper- en zinkgehalte van de bodem. GFT-compost doet dit niet.
- d** Bij de maximaal toegestane bemesting geeft men met GFT-compost slechts 43 kg  $P_2O_5$  per ha. Bij welke Pw-waarden is GFT-compost *de* mest bij uitstek? (hoofdstuk 31)
- Bij Pw-waarden boven het streefgetal.
- Bij Pw-waarden onder het streefgetal.

## 36 Invloed van kunstmest op de pH-waarde van de grond

- 1** Haal:  
universalindicator  
1 bekersglas met een eetlepel zwavelzure ammoniak  
1 roerstaaf  
Voeg aan de zwavelzure ammoniak 50 ml water toe en roer de inhoud tot alle zwavelzure ammoniak is opgelost.

**a** Bepaal de pH-waarde van de oplossing.

Deze is .....

- b** Haal wat poederkalk.  
Voeg aan de oplossing in het bekersglas een mespunt poederkalk toe. Roer de inhoud één minuut en bepaal opnieuw de pH-waarde.

De pH-waarde is nu .....

Welke invloed heeft de toevoeging van poederkalk op de pH-waarde?

- De pH-waarde wordt hoger.  
 De pH-waarde wordt lager.

- c** Poederkalk bevat het bestanddeel *hydroxide*. Hydroxide ( $OH^-$ ) bindt het zuur ( $H^+$ ).  
Waarom wordt de pH-waarde hoger?

.....

.....

.....

- 2** Ruim alles op.
- 3** Mestsoorten die zuur binden hebben *zuurbindende waarde*.  
De zuurbindende waarde (z.b.w.) drukt men uit in kg CaO per 100 kg mest.  
Voorbeelden zijn de volgende *kalkmeststoffen*:

	z.b.w. in kg CaO per 100 kg mest
(landbouw) poederkalk	+60
schuimaarde	+20
dolokal	+54

tabel 36.3

Haal:

- 1 petriskaal met een mespunt poederkalk
- 1 petriskaal met een mespunt schuimaarde
- 1 petriskaal met een mespunt dolokal
- 1 druppelflesje met verdund zoutzuur

- a** Voeg aan elke mestsoort 2 druppels zoutzuur toe.  
Uit welke mestsoorten verdwijnt koolzuurgas?

..... en .....

Schuimaarde en dolokal bevatten *koolzure kalk*. De formule van koolzure kalk is  $\text{CaCO}_3$ . De  $\text{CO}_3^{2-}$ -groep kan zuur binden en geeft daarbij koolzuurgas af. Meststoffen met  $\text{CaCO}_3$  danken hun zuurbindend vermogen dus aan *carbonaat* ( $\text{CO}_3^{2-}$ ).

- b** Welk bestanddeel in poederkalk bindt  $\text{H}^+$ ?  
(zie 1c)

.....

- c** Mestsoorten die de grond verzuren hebben negatieve zuurbindende waarde. Zij binden geen zuur, maar geven zuur af.  
Voorbeelden zijn:

	z.b.w.
zwavelzure ammoniak	-61
kalkammonsalpeter	-13

tabel 36.3c

- 4** Ruim alles op.

- 5** Het *bedrijfslaboratorium* drukt het *bekalkingsadvies* uit in kg CaO per ha.  
Men kan dan zelf de kalkmeststof kiezen en uitrekenen hoeveel men moet strooien.

- a** Voorbeeld: het advies is 2000 kg CaO per ha.  
Men kiest schuimaarde als meststof.  
Hoeveel kg CaO zit er in 1000 kg schuimaarde?

.....

Hoeveel maal 100 kg schuimaarde moet men dus per ha aanwenden?

.....

- b** Regelmatige bemesting met kalk, bijvoorbeeld elke 2 à 3 jaar, noemt men *onderhoudsbekalking*. Een grote correctie, bijvoorbeeld één maal in de 10 à 20 jaar, noemt men een *reparatiebekalking*.

- 6** Neem de volgende keer één grondmonster mee van het eigen bedrijf of uit de tuin. Dan kun je zelf bepalen of er voldoende kalk in zit.



# 37 Kalk in de bodem

- 1** Elke kleiboer kent het kalkgehalte van zijn grond. Blijkbaar is dit gehalte belangrijk.

Haal:

- 1 druppelflesje met zoutzuur
- 1 theelepel rivierklei op schotel 1
- 1 theelepel IJsselmeerklei op schotel 2
- 1 theelepel zandgrond op schotel 3
- 1 theelepel lössgrond op schotel 4

Laat om de 2 à 3 minuten twee druppels zoutzuur op een grondsoort vallen. Als er koolzuurgas ontwijkt, bevat de grond *koolzure kalk* (kalk). Noteer meteen het resultaat in het juiste vakje van tabel 37.1. Gebruik daartoe het *x*-teken. (*x* is ja.)

**Opmerking:** Soms kun je het ontwijken van het gas niet zien, maar wel horen.

	wel kalk	geen kalk
rivierklei		
IJsselmeerklei		
zandgrond		
lössgrond		

tabel 37.1

- a** Bekijk de resultaten.  
In welke grondsoorten zit geen koolzure kalk?
- .....
- b** Door welke oorzaak kunnen deze grondsoorten verzuren? (zie 36.4)
- .....
- c** Wat gebeurt er dan met de pH-waarde?
- Deze wordt hoger.
  - Deze wordt lager.
- d** Ruim alles op.

- 2** In jonge kleigronden is het *kalkgehalte* vaak heel hoog (in de IJsselmeerklei soms meer dan 10%).

Waarom kun je zien of kleigrond kalkrijk is?

.....

.....

- 3** Kalk is belangrijk voor de structuur van kleigrond. We zien dit bij het volgende proefje.

Haal:

- 1 rek met 2 reageerbuizen
- 1 schotel met 2 eetlepels rivierzavel
- 1 petrischaal
- 1 theelepel
- 1 bekersglas van 100 ml
- 1 theelepel poederkalk

Druk met de theelepel de zavelkluitjes fijn. Doe de helft van de zavel in de petrischaal. Meng deze helft met de poederkalk.

Vul reageerbuis A tot 1,5 cm hoogte met zavel. Vul reageerbuis B tot precies dezelfde hoogte met het mengsel van zavel en poederkalk.

Voeg aan beide reageerbuizen water toe tot 2 cm onder de rand.

Schud de reageerbuizen twee minuten. Zet ze gelijktijdig in het rek.

- a** Let op het bezinken van de deeltjes.  
Welke deeltjes blijven in het water zweven?
- .....
- b** In welke reageerbuis bezinken de lutumvlokken het snelst?  
In reageerbuis .....
- c** In welke reageerbuis is de grondkolom het hoogst als alle deeltjes bezonken zijn?  
In reageerbuis .....
- d** Welke invloed heeft kalk op de pakking in kleigrond?
- De pakking wordt dichter.
  - De pakking wordt losser.

- 4 Jaarlijks lost er wat kalk op in het zuur van zure regen en van sommige kunstmestsoorten. Daardoor daalt de kalkvoorraad in de bodem elke 20 jaar met 1%.  
Als de voorraad lager wordt dan 3% wordt de structuur elk jaar ongemerkt iets slechter, omdat de pakking wat dichter wordt. De voorraad mag niet dalen onder de 1%. Beneden die voorraad krijgt de grond steeds meer onaangename eigenschappen.

## 38 De structuur van zandgrond

- 1 Haal:  
2 bekerglazen van 100 ml, elk met 40 ml met-  
selzand  
1 theelepeltje  
Voeg aan één bekeerglas met zand 25 druppels  
water toe.  
Roer de inhoud van beide bekerglazen met de  
steel van het lepeltje.
- a In welk bekeerglas verandert de *pakking*  
(rangschikking) van de korrels?  
 In het glas met vochtig zand.  
 In het glas met droog zand.
- b Welke stof veroorzaakt *binding* tussen de  
zandkorrels?  
.....
- 2 a Haal in een bekeerglas 40 ml droge humusrijke  
zandgrond. Welke stof veroorzaakt ook bin-  
ding tussen de korrels?  
.....
- b Is de binding sterk? nee / ja.
- c Voeg 25 druppels water toe en roer de grond.  
Hoe is nu de samenhang?  
.....

Om het kalkgehalte weer op peil te krijgen is vaak een heel zware bemesting met een kalkmeststof nodig. Dit vergt dan grote investeringen.  
Het is beter om tijdig met een kalkbemesting te beginnen.

- 3 a Lemige zandgrond kan erg kluitig zijn. Dit soort zandgrond bevat 0 - 8% lutum. Welk materiaal geeft een sterke binding?  
 Lutum.  
 Humus.
- b Vochtige zandgrond wordt bij het eggen kruimelig.  
Welke kruimels zijn bij droging *stabiel*?  
 Kruimels met humus en wat lutum.  
 Kruimels met alleen humus.
- c In welke volgorde vallen de kruimels bij droogte uiteen? (Vul in: 1, 2 en 3)  
 Kruimels met 5% humus en geen lutum.  
 Kruimels met 3% humus en geen lutum.  
 Kruimels met 3% humus en 5% lutum.
- 4 a De rangschikking van de korrels en de binding tussen de korrels zijn bepalend voor de *structuur* van de grond.  
De rangschikking heeft invloed op de grootte van de poriën en het poriënvolume.  
De binding heeft invloed op de stabiliteit van de structuur.
- b Het poriënvolume is in zandgrond voldoende. Het ligt tussen 70% in losgemaakte grond en 50% in bezakte grond.  
De binding is meestal zwak, maar door de beworteling, het microleven, de wormenactiviteit en de dynamische humus is dit geen probleem.

- 5** Structuurproblemen hebben meestal betrekking op de ondergrond.  
Welk probleem staat in hoofdstuk 10?

.....  
Hoe is dit opgelost? (hoofdstuk 13.4)

.....  
Welk probleem staat in hoofdstuk 13.3?

- 6** Pas ontgonnen zand- en dalgronden zijn erg *stuifgevoelig*.  
**a** Welke problemen geeft *verstuiving* van de grond?

- .....  
.....  
**b** Bij welke weersgesteldheid is de kans op verstuiving het grootst?

- c** Welke twee percelen kunnen flink stuiven?  
 Een perceel waarop pas aardappelen zijn gepoot.  
 Een perceel winterrogge.  
 Een perceel waarop pas bieten zijn gezaaid.  
 Een perceel grasland.

- d** In welk jaargetijde is de kans op verstuiving het grootst bij de bloembollentelers?

- 7** Maatregelen om het *stuiven tegen te gaan* zijn:
- het perceel inzaaien met graszaad;
  - winterrogge inzaaien in percelen waarop aardappelen en bieten zullen worden geteeld; deze rogge doodspuiten in maart;
  - het aanwenden van dunne mest bij de bienteelt (mag niet op zandgrond);
  - het spuiten met een mengsel van compost en water.

## 39 De structuur van kleigrond

- 1** Haal op petrischalen:  
enkele kruimels droge humusrijke zandgrond  
enkele kruimels droge klei uit de Flevopolder

Druk met je duim op een zandgrondkruimel.  
Druk ook op een kruimel kleigrond.

- a** In welke kruimel is de binding het grootst?

.....  
.....  
Welke fractie veroorzaakt deze binding?  
(zie 7.8)

- b** Welke droge grond heeft de hardste kruimels?  
 lichte kleigrond  
 zavelgrond  
 zware kleigrond  
Licht je antwoord toe.

- .....  
.....  
**c** Breng de grond terug.

- 2** Haal op petrischalen:  
kruimelige kleigrond uit de Flevopolder  
kluitige kleigrond uit de Flevopolder

Aan welke structuur geef je de voorkeur bij de  
inzaai van fijnzadige gewassen? Licht je ant-  
woord toe.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- 3 a** Maak met een oogdruppelaar twee kluiten  
vochtig (niet nat).  
Druk met je duim op een vochtige en een  
droge kluit. Wat valt je op?

.....

.....

.....

- b** Wanneer en hoe kan men een kluitige klei-  
grond weer kruimelig maken?

.....

.....

.....

- 4 a** Maak met een oogdruppelaar vijf kruimels  
vochtig.  
Leg de kruimels op een hoopje en druk er ste-  
vig op met de duim. Doe dit ook met vijf  
droge kruimels.

Wat valt je op?

.....

.....

.....

.....

.....

- b** Hoe en wanneer kan men een kruimelige klei-  
grond kluitig maken?

.....

.....

.....

.....

- 5** We kennen nu twee belangrijke regels:
- *Men mag natte kleigrond niet bewerken en er niet op rijden.*
  - *Men kan kleikluiten verkrumelen als ze vochtig zijn.*

- 6 a** In welke maanden valt de oogst van aardap-  
pelen, suikerbieten, uien en snijmais?

.....

.....

- b** Vraagt het oogsten van deze gewassen lichte  
of zware oogstwerktuigen?

.....

- c** Wordt de grond tijdens de oogst natter of  
droger? (zie 26.4)

.....

- d** Let op je antwoorden in b en c.  
Hoe is de structuur van de grond na het oog-  
sten (denk aan de rangschikking, de poriën-  
grootte en het poriënvolume)?

.....

.....

.....

.....

.....

- 7** Na het oogsten van de late gewassen is de  
doorlatendheid van de grond meestal niet  
best.  
Dit verbetert heel snel als men de grond gaat  
ploegen.

- a** Let op de foto van het geploegde land. Wat kun je zeggen van de structuur (denk om rangschikking, poriëngrootte en poriënvolume)?

.....

.....

.....



Geploegde grond

- b** Hoe is nu de doorlatendheid?

.....

- c** Als de *grond bevroest* zet het water in de kluiten uit. Daardoor wordt de binding tussen de kruimels, waaruit de kluiten zijn ontstaan, kleiner. Wat gebeurt er met de kluiten als je in het voorjaar egt (zie 14.7)?

.....

.....

- d** Hoe wordt het zaaibed als men kluiten naar boven haalt die niet bevroren zijn geweest?

.....

.....

.....

.....

- e** We kennen nu weer drie belangrijke regels:
- *Ploeg de klei- en zavelgronden voor de winter.*
  - *Wacht met de voorjaarswerkzaamheden tot de grond droog genoeg is.*
  - *Haal bij de voorjaarsbewerking geen natte kluiten naar boven die niet bevroren zijn geweest.*

- 8** Het zaaiklaar maken en de inzaai doet men meestal op dezelfde dag. Na de inzaai breken enkele gevaarlijke weken aan.

Haal:

- 1 petrischaal met 6 à 10 kruimels humusarme rivierzavel
- 1 oogdruppelaar
- 1 bekersglas van 100 ml met wat water
- 1 lege petrischaal

- a** Leg in de lege petrischaal 1 kruimel. Laat hierop van 10 cm hoogte 1 druppel water vallen. Wacht 20 tellen. Laat opnieuw een druppel water vallen. Stop hiermee als de structuur van de kruimel verandert. Wat zie je?

.....

.....

.....

.....

- b** Bij langdurige regen en veel wind kunnen de kruimels uiteenvallen. De losse zandkorrels vloeien dan ineem tot een dichte pakking. In de poriën tussen de korrels belanden losgeslagen lutumdeeltjes. Er ontstaat dus een dicht laagje grond. Men noemt dit verschijnsel *slemp*. De korst noemt men een *slempkorst*. Als de grond opdroogt scheurt de korst. Welk gevaar bedreigt de kiemplanten onder de korst?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

c Welke grond *slemp* het ergst?

- zavelgrond
- zware kleigrond

Licht je antwoord toe.

.....

.....

.....

d De *slempgevoeligheid* van de zavelgronden is groter naarmate de grond:

- lutumarmer is;
- humusarmer is;
- fijner van kruimel is.

*Verhoging van het humusgehalte verbetert de stabiliteit van de kruimels.*



Slemp

## Veen 40

1 Haal op schotels: bolster en zwartveen. Bolster en zwartveen zijn de oude namen voor *turfstrootisel* en *tuinturf*.

a Uit welke grond zijn bolster en zwartveen afkomstig?

.....

b Tuinturf en turfstrootisel zijn veensoorten die zijn ontstaan uit veenmos. Waaraan zie je dat tuinturf ouder is dan turfstrootisel?

.....

.....

2 Turfstrootisel en tuinturf zijn afkomstig uit hoogveen. Als men daarin graaft, ziet men het profiel van figuur 40.2.

a Welke veenlagen komen in het hoogveen voor?

.....

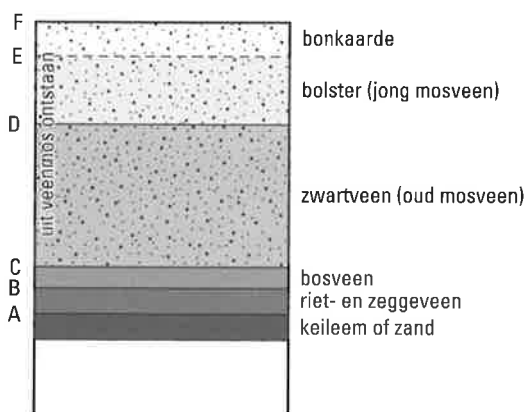
.....

b Welke veenlaag is het oudst? .....

Welke het jongst? .....

c Op welke grondsoort is de veenvorming begonnen?

.....



figuur 40.2

3 a Vanaf de Middeleeuwen is veel hoogveen afgegraven. Het *zwartveen* werd gebruikt voor *turfwinning*; een deel van de *bolster* werd verkocht als *turfstrootisel*. Het grootste deel bleef achter op het land. Zo ontstond het profiel dat je ziet in figuur 40.3b.



figuur 40.3b

**b** Na de afgraving werd het overgebleven veen bedekt met 10 à 12 cm zand. Door menging met 10 à 12 cm bonkaarde ontstond een mooie grond die geschikt bleek voor de akkerbouw. Men noemde die grond *dalgrond*.

**c** Momenteel is er weinig vraag naar turf. Toch wordt er in Duitsland nog veel hoogveen afgegraven. Een deel van de bolster wordt in balen geperst of fijngemalen. De ontstane producten noemt men *bolster* en *turfstrooisel*.

Het *zwartveen* wordt bevroren en na het ontdooien fijngemaakt en verkocht als *tuinturf*.

**d** In welke provincies van Nederland komt nog hoogveen voor? Zie Bosatlas (grondsoorten).

.....  
 .....

**e** In welke provincies van Nederland komt dalgrond voor? Zie Bosatlas (grondsoorten).

.....  
 .....

**4** Het veen in West-Nederland noemt men *laagveen*. Zie Bosatlas (grondsoorten). In welke provincies komt laagveen voor?

.....  
 .....

# 41

## Structuur en samenstelling van potgrond

- 1 Haal een bekeerglas met potgrond.  
Let op de structuur van de grond.
  - a Potgrond is scherp / zacht.
  - b Potgrond lijkt op zandgrond / veengrond.
  - c De samenhang tussen de deeltjes is groot / klein.
- 2 Haal een maatglas van 100 ml en een reageerbuis.  
Vul het maatglas tot 100 ml met potgrond.  
Tik het glas vijf keer op tafel en vul bij tot 100 ml. Druk de potgrond daarna aan met de reageerbuis.
  - a Hoe groot is daarna het volume van de potgrond?  
.....  
.....
  - b Hoe groot was het volume van de grote poriën?  
..... ml = ..... %
- 3 De belangrijkste bestanddelen van potgrond zijn:
  - tuinturf met turfstrooisel, of
  - tuinturf met GFT-compost.Haal op schotels: tuinturf en turfstrooisel.
  - a Welk veen zorgt voor verkleaving?  
.....
  - b Welk veen zorgt voor een hoog poriënvolume?  
.....
  - c Welk mengsel heeft het hoogste poriënvolume?  
.....
- 4 De samenstelling van potgrond moet voldoen aan de volgende eisen:
  - een pH-waarde tussen 5 en 5,6;
  - een laag chloridegehalte;
  - voldoende voeding voor de planten.

Om aan deze eisen te voldoen wordt aan de mengsels van tuinturf met andere veensoorten kalk en *Pg-mix* (potgrondmix) toegevoegd.

- a Waarvoor dient de kalktoevoeging? (zie 36.3)  
.....  
.....

- b *Pg-mix* is een mengmest waarin alle voedingsbestanddelen zitten.  
Waarom worden kalk en *Pg-mix* niet toegevoegd aan mengsels met GFT-compost?  
.....  
.....  
.....

- 5 a Voor welke doeleinden gebruikt men potgrond?

- 1 .....
- 2 .....
- 3 .....

- b Noem 4 eisen die de gebruikers stellen aan potgrond.

- 1 .....
- 2 .....
- 3 .....
- 4 .....

- c Harde potgrond die na droging en krimp niet zwelt en haast geen water opneemt noemt men *irreversibel*.

Is irreversibele grond bruikbaar? ja / nee.

- 6 Voor perspotjes worden onder andere de volgende samenstellingen gebruikt:

voor korte opkweek in kleine perspotjes:	voor lange opkweek in grote perspotten:
60% tuinturf	60% tuinturf
20% turfstrooisel	20% turfstrooisel
20% bonkveen en verder zand, dolokal en <i>Pg-mix</i>	20% veenmosveen en verder zand, dolokal en <i>Pg-mix</i>

tabel 41.6



Welke samenstelling blijft langdurig aan de eisen voldoen?

.....

Aan welk bestanddeel is dit te danken?

.....

- 7 *Veenmosveen* heeft een *goede* invloed op de *structuur* en *gebruiksduur* van potgrond.
- Het maakt de potkluit beter doorwortelbaar.
  - Het vermindert de gevoeligheid voor krimp.
  - Het vergroot het poriënvolume.
  - Het vergroot het wateropnemend vermogen.
  - Het blijft heel lang reversibel indrogend.

## 42 Plantenteelt zonder aarde

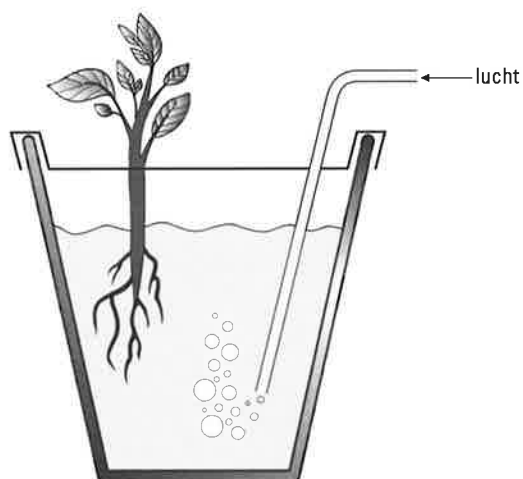
- 1 Planten kan men telen op een *voedingsoplossing*. Aarde is dus niet nodig (zie figuur 42.1).

a Wat halen de plantenwortels uit de voedingsoplossing?

.....

b Wat wordt door de oplossing geblazen?

.....



figuur 42.1

Voor welk proces is dit nodig?

- Voor de assimilatie.  
 Voor de ademhaling.

- 2 Voor plantenteelt zonder aarde zijn drie systemen ontwikkeld:

- de *NFT-cultuur* (Nutrient Film Technics)
- de *substraatcultuur*
- de *hydrocultuur*

- 3 Bij de *NFT-cultuur* stroomt de voedingsoplossing als een heel dun laagje (een film) door gootjes. De planten wortelen in de film. De voedingsfilm stroomt langzaam van plant naar plant.

a Wat moet regelmatig aan de oplossing worden toegevoegd?

.....

b Wat zal er gebeuren als een plant een wortelaantasting krijgt van schimmels of bacteriën?

.....

.....

c Waarom mag de oplossing niet afstromen naar het oppervlaktewater?

.....

.....

d NFT-cultuur is duur. Alleen hoogwaardige gewassen (bijvoorbeeld dure kruiden) zijn bij deze cultuur winstgevend. De cultuur handhaaft zich omdat de gootjes na het ruimen van het gewas kunnen worden ontsmet en lichte besmettingen kunnen worden bestreden met bestrijdingsmiddelen.

4 Een plaatsvervanger van de NFT-cultuur is de substraatteelt. Bij deze teelt wortelen de gewassen in een *substraat*. Dit is een kunststof. De meest toegepaste kunststof is *steenwol*.

a Haal een brokje steenwol. Druk het plat tussen duim en wijsvinger.

Hoe dik is het schijfje? ..... cm.

Hoe hoog is het poriënvolume minstens?

..... %.

b Haal een briefweger en een groot bekeerglas met ongeveer 100 ml water. Weeg een brokje steenwol.

De massa is ..... gram.

Leg het brokje 3 minuten in het bekeerglas met water. Laat het daarna in een trechter uitdruppen boven een reageerbuis.

Weeg het brokje opnieuw.

De massa van het uitgedrupte brokje is

..... gram.

De hoeveelheid opgenomen water is

..... gram.

Zijn na het uitdruppen alle poriën gevuld met water? Ja / nee. Licht je antwoord toe.

.....  
 .....  
 .....

c Bij de *steenwolcultuur* gebruikt men steenwolmatjes van 1 meter bij 15 tot 30 cm. Ze zijn 15 cm dik. De planten staan in potten van steenwol.

Figuur 42.4c geeft een beeld van de steenwolcultuur. De afstanden tussen de matjes en tussen de potten zijn afhankelijk van het gewas.

d Bij elke plant staat een druppelaar, waaruit naar behoefte een voedingsoplossing druppelt. Terwijl de plant de voeding eruit haalt zakt de oplossing weg naar de steenwolmat. De oplossing stroomt dus niet van plant naar plant. Noem één voordeel ten opzichte van de NFT-cultuur.

.....

e De matjes worden 'ingeluierd' in wit folie.

Men bereikt hiermee dat:

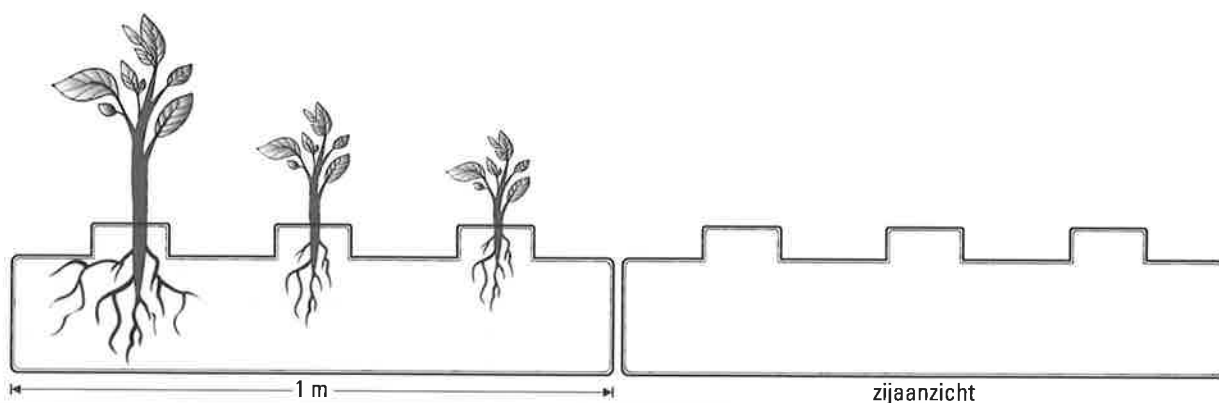
- de mat niet te warm wordt;
  - de voedingsoplossing niet verdampt;
  - de hele mat vochtig wordt en vochtig blijft.
- Waarom is de temperatuur onder zwart folie hoger dan onder wit folie?

.....

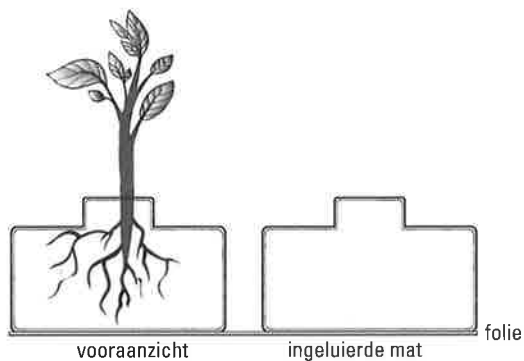
.....

f Het gebruik van steenwol neemt iets af. Hier en daar kiest men voor een goedkoper substraat. Vervangers van steenwol zijn:

- gebakken kleikorrels;
- polyurethaan;
- puimsteen;
- veen;
- kokos.



figuur 42.4c



figuur 42.4f

**5 Hydrocultuur.**

**a** In grote gebouwen en kantoren vult men de bloempotten en bloembakken met gebakken kleikorrels. Ze komen in de handel onder de namen Argex-korrels en Lecaton.

Haal een bekersglas met 10 gebakken kleikorrels. Breek een korrel stuk. Bekijk de *breukvlakken*.

Wat zie je?

.....

.....

.....

**b** Haal een schotel en een oogdruppelaar. Laat op twee plaatsen in de schotel een druppel water vallen. Leg in elke druppel een Argex-korrel.

Wat zie je gebeuren?

.....

.....

.....

**c** Hoe noem je het opstijgende water?

.....

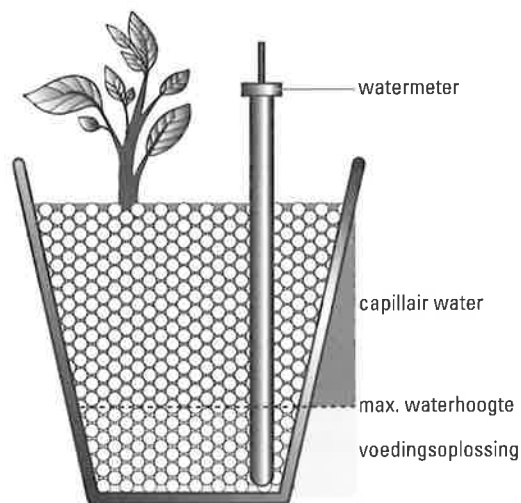
**d** In figuur 42.5 is de hydrocultuur in beeld gebracht.

De wortels groeien in stilstaand water. Dit is kenmerkend voor de hydrocultuur (hydro = water).

In welk deel van de oplossing is het water erg zuurstofarm?

.....

Waar hebben de wortels de beschikking over voedsel, water en zuurstof?



figuur 42.5

**e** Op de *watermeter* is te zien wanneer men water moet geven en hoeveel.

Hoe ver mag de pot worden gevuld met water?

- Tot de rand.
- Halfvol.
- Tot 1/3 van de hoogte.

**f** De *voordelen* van *hydrocultuur* zijn:

- slechts eenmaal in de drie weken water geven;
- verpotten is zelden nodig;
- de geringe zwaarte waardoor het verplaatsen van potten en bloembakken weinig inspanning vraagt.

**g** Een nadeel is de hoge aanschafprijs.

De planten moeten namelijk ook op hydrocultuur worden gekweekt of drie weken wennen aan de hydrocultuur.

Daarom vullen velen de bloempot tot de helft met kleikorrels. Hierop wordt een kunststofmatje gelegd. Daarna wordt de pot verder gevuld met potgrond.

Men noemt dit systeem de *semi-hydrocultuur*. Verklaar deze naam.

.....

.....

.....

# Sleutelbegrippen

## Sleutelbegrippen hoofdstuk 1

<i>Draagvlak:</i>	vlak dat iets draagt.
<i>Cultuurvolk:</i>	volk met veel technische hulpmiddelen.
<i>Natuurvolk:</i>	volk met weinig technische hulpmiddelen.
<i>Natuurlandschap:</i>	landschap zonder techniek.
<i>Cultuurlandschap:</i>	landschap met techniek.
<i>Bodembescherming:</i>	de bodem beschermen tegen misbruik.
<i>Doelmatig beheer:</i>	beheren tot dienst van een (goed) doel.

## Sleutelbegrippen hoofdstuk 2

<i>Grond:</i>	het losse materiaal op de stenige aardkorst.
<i>Verwerking:</i>	afbrokkeling.
<i>Natuurlijke verwerking:</i>	afbrokkeling onder invloed van natuurlijke krachten.
<i>Chemische verwerking:</i>	afbrokkeling door inwerking van zuurstof en koolzuur.

## Sleutelbegrippen hoofdstuk 3

<i>Kwartair:</i>	laatste vormingstijdperk van de aarde.
<i>Pleistoceen:</i>	eerste periode van het kwartair, met vier ijstijden.
<i>Holoceen:</i>	tweede periode van het kwartair (10.000 jaar v. Chr. tot heden).
<i>Ijstijd:</i>	periode met zeer lage temperaturen en aangroei van gletsjers, waardoor Noord-Europa bedekt werd met ijs.
<i>Stuwwal:</i>	door het ijs opgestuwde wal van grond.
<i>Oeverwal:</i>	zandige oever van onbedijkte rivier.
<i>Keileem:</i>	leemgrond van vermalen keien (onder het ijs).
<i>Stroomruggrond:</i>	hooggelegen rivierzavel of klei langs de oeverwal.
<i>Komgrond:</i>	laaggelegen zware rivierklei.
<i>Dekzand:</i>	aangestoven bovenlaag van de zandgronden.
<i>Oude zeeklei:</i>	zeekleilaag onder het laagveen. Ontstond voordat de duinen werden gevormd.

<i>Windafzetting:</i>	is aangestoven door de wind (duinen, dekzand, löss).
<i>Laagveen:</i>	veenafzetting op laaggelegen grond (grondwaterveen).
<i>Jonge zeeklei:</i>	ontstond na de doorbraak van de duinen.
<i>Wielen:</i>	gaten naast de dijk, ontstaan bij dijkdoorbraak.

## Sleutelbegrippen hoofdstuk 4

<i>Zandgrond:</i>	grofkorrelige zwartgrijze grond.
<i>Veengrond:</i>	zwartgrijs, voornamelijk plantenresten.
<i>Zeeklei:</i>	fijnkorrelig en grijs.
<i>Rivierklei:</i>	fijnkorrelig en geelbruin.
<i>Löss:</i>	fijnkorrelig en okergeel.

## Sleutelbegrippen hoofdstuk 5

<i>Fractie:</i>	grondbestanddeel met een bepaalde korrelgrootte.
-----------------	--

## Sleutelbegrippen hoofdstuk 6

<i>Fracties:</i>	
• grind:	korrelgrootte > 2000 µm
• grof zand:	korrelgrootte 210 – 2000 µm
• fijn zand:	korrelgrootte 50 – 210 µm
• leem (silt):	korrelgrootte 2 – 50 µm
• lutum:	korrelgrootte 0 – 2 µm

### Fractieverdeling in de grondsoorten:

	% lutum	% grof plus fijn zand
zandgrond	< 8%	> 50% zand
keileem	< 8%	> 50% leem
löss	< 8%	> 50% leem
zavel	8 – 25%	rest is leem + fijn zand + grof zand
klei	25 – 60%	rest is leem + fijn zand + grof zand

De grindfractie komt in de Nederlandse grondsoorten weinig voor.

<i>Slib:</i>	korrelgrootte 0 – 16 µm.
--------------	--------------------------

## Sleutelbegrippen hoofdstuk 7

<i>Kluit:</i>	klont van aaneengekitte kruimels of zandkorrels.
---------------	--

*Eigenschappen van lutum:*

- in vochtige toestand zacht;
- in droge toestand hard;
- heeft kleefkracht.

### **Sleutelbegrippen hoofdstuk 8**

<i>Bodemprofiel:</i>	verticale wand van een kuil in de bodem.
<i>Grondwater:</i>	het vrij bewegende water in de ondergrond.
<i>Grondwaterstand:</i>	hoogte van het grondwater.

### **Sleutelbegrippen hoofdstuk 9**

<i>Bodemkartering:</i>	het in kaart brengen van de bodemprofielen.
<i>Bodemkaart:</i>	een kaart van de bodemprofielen.

### **Sleutelbegrippen hoofdstuk 10**

<i>Podzolprofiel:</i>	profiel waarin ijzer en/of humus uit de bovenlaag (de A-laag) zijn weggespoeld naar de B-laag (de inspoelingslaag).
<i>Podzolgrond:</i>	bodem waarin ijzer en/of humus zijn uitgespoeld naar de B-laag.
<i>Eerdgrond:</i>	bodem met een duidelijke bovenlaag van humusrijke grond.
<i>Moedermateriaal:</i>	de bodem zoals zij is afgezet door water en/of wind.
<i>Brikgrond:</i>	een bodem, waarin silt is uitgespoeld naar de B-laag.
<i>Profielvorming:</i>	verandering in het bodemprofiel na de afzetting.
<i>Vaaggrond:</i>	bodem met vage of onduidelijke profielvorming.

### **Sleutelbegrippen hoofdstuk 11**

*Onderscheid tussen zavel en klei:*

- de zandkorreltjes in zavel zijn voelbaar, die in klei niet.
- het dichtgesmeerde oppervlak van klei glanst sterker.

### **Sleutelbegrippen hoofdstuk 12**

<i>Poriënvolume:</i>	de totale ruimte tussen de korrels.
<i>Pakking:</i>	onderlinge ligging van de korrels.
<i>Losse pakking (of ligging):</i>	veel ruimte tussen de korrels.
<i>Bezakken:</i>	de pakking wordt dichter. Het poriënvolume neemt af.
<i>Verdichting:</i>	het poriënvolume wordt lager dan 50%.
<i>Indringingsweerstand:</i>	de weerstand die de wortels ondervinden bij hun groei in de grond.
<i>Penetrometer:</i>	toestel dat de indringingsweerstand meet.

### **Sleutelbegrippen hoofdstuk 13**

*Doorlatendheid:* doorlaatsnelheid voor water.

*Lagen met geringe doorlatendheid:*

- de keileemlaag;
- de B-laag van podzolgrond;
- de laklaag in zware kleigrond (bestaat vrijwel helemaal uit slib).

### **Sleutelbegrippen hoofdstuk 14**

<i>Ploegzool:</i>	verdicht laagje onder de bouwvoor.
<i>Wintermul:</i>	rul kruimelig bovenlaagje na opdooi van bevroren grond.
<i>Zaaibed:</i>	grond met een dun fijngemaakt bovenlaagje.

*Werktuigen die de grond los- en fijnmaken:*

- de eg, onder andere de roterende kopeg;
- de frees;
- de cultivator.

### **Sleutelbegrippen hoofdstuk 15**

*Delfstoffen:* nuttige stoffen in de aardkorst.

Voorbeelden zijn:

- brandstoffen (aardolie, gas, steenkool);
- meststoffen, onder andere kalizout;
- steenzout (ongereinigd keukenzout);
- ertsen.

<i>Molecuul:</i>	kleinste deeltje van een stof.
<i>Atoom:</i>	kleinste deeltje van een molecuul.
<i>Formule:</i>	weergave van het molecuul met behulp van atoomtekens.
<i>Element:</i>	heeft één atoomsoort in de moleculen (metaal en niet-metaal).
<i>Verbinding:</i>	stof met meer dan één atoomsoort in de moleculen.

Voorbeelden van verbindingen:

- oxide (verbinding van een element met zuurstof);
- sulfide (verbinding van een element met zwavel).

In verbindingen zijn de atomen geladen; de metalen en waterstof positief, de niet-metalen negatief.

### **Sleutelbegrippen hoofdstuk 16**

<i>Adsorptie:</i>	hechten van stoffen of van delen van een stof aan andere stoffen.
Adsorberende stoffen in de grond:	lutum en humus.

Tot de plantenvoedende bestanddelen behoren:

- positief geladen metaalionen;
- negatief geladen atoomgroepen, bijvoorbeeld  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  en  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ .

Humus is van levensbelang voor de boeren op de zandgronden.

### **Sleutelbegrippen hoofdstuk 17**

<i>Zuur:</i>	vrije $\text{H}^+$ -atomen maken een oplossing zuur.
<i>Zuurtegraad:</i>	het aantal grammen $\text{H}^+$ -atomen per liter.
<i>pH-waarde:</i>	maat waarin men de zuurtegraad uitdrukt.

De zuurtegraad van de grond kan worden uitgedrukt in de pH-water en de pH-KCl.

### **Sleutelbegrippen hoofdstuk 19**

<i>Metamorfose:</i>	gedaanteverwisseling (ei, larve, pop, imago).
<i>Larventypen:</i>	emelt, engerling, ritnaald, made.
<i>Aaltje:</i>	zeer klein palingachtig wormpje.

<i>Cystenaaltje:</i>	vermeedert zich via cysten, leeft in plantenwortels.
<i>Cyste:</i>	achterlichaam van dood vrouwelijk aaltje, vol eieren.
<i>Bodemmoetheid:</i>	teelt van waardplant van het cystenaaltje lukt niet.
<i>Stengelaaltje:</i>	leeft in de stengels van planten.

### **Sleutelbegrippen hoofdstuk 20**

<i>Wormgang:</i>	buisvormige gang, waardoor een worm zich snel voortbeweegt.
<i>Ril of rit:</i>	gang waardoor een mol zich snel voortbeweegt.

### **Sleutelbegrippen hoofdstuk 21**

<i>Mycelium:</i>	netwerk van schimmeldraden.
<i>Spore:</i>	eencellige kiem (eitje) van een schimmel.
<i>Bacterie:</i>	eencellig organisme (coc, duplococ, staafje, spiril).
<i>Aërobe bacterie:</i>	heeft lucht nodig.
<i>Anaërobe bacterie:</i>	heeft geen lucht nodig.
<i>Stikstofbindende bacterie:</i>	bindt stikstof uit de lucht.

Voorbeelden van stikstofbindende bacteriën:

- *Azotobacter:* leeft in de grond.
- *Rhizobium:* leeft in de knolletjes van vlinderbloemigen.

<i>Nitrificerende bacterie:</i>	zet ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) om in nitraat ( $\text{NO}_3^-$ ).
<i>Denitrificatie:</i>	omzetting van nitraat ( $\text{NO}_3^-$ ) in vrije stikstof ( $\text{N}_2$ ).

### **Sleutelbegrippen hoofdstuk 22**

<i>Humus:</i>	zwarte organische stof, die overblijft na de vertering van organische meststoffen.
<i>Jonge organische stof:</i>	verterend organisch materiaal dat nog te herkennen is.
<i>Dynamische organische stof:</i>	verterend organisch materiaal dat niet meer te herkennen is.
<i>Effectieve organische stof:</i>	organisch materiaal, een jaar na aanwending.

## Sleutelbegrippen hoofdstuk 23

<i>Ademhaling:</i>	afbraak van suiker, waarbij opname van zuurstof en afgifte van koolzuurgas en energie.
<i>Fotosynthese:</i>	vorming van suiker, waarbij afgifte van zuurstof en opname van koolzuurgas en energie.
<i>Diffusie:</i>	spontane verplaatsing van een gas.
<i>Bodemventilatie:</i>	verversing van de bodemlucht.

## Sleutelbegrippen hoofdstuk 24

<i>Hangwater:</i>	water dat na regenval boven in de grond blijft 'hangen' op het oppervlak van de korrels, in kleine poriën en in lutum en humus. Vooral lutum en humus houden veel water vast.
-------------------	---

## Sleutelbegrippen hoofdstuk 25

<i>Capillair water:</i>	water, dat vanuit het grondwater opstijgt in de poriën van de bodem. De stijghoogte is groter naarmate de poriën kleiner zijn.
<i>Capillaire zone:</i>	de bodemlaag met capillair water.
<i>Volcapillaire zone:</i>	bodemlaag waarin alle poriën gevuld zijn met capillair water.

## Sleutelbegrippen hoofdstuk 26

<i>Neerslagtekort:</i>	de verdamping is groter dan de neerslag.
<i>Verwelkingspunt:</i>	het moment waarop de planten na een neerslagtekort onvoldoende water ter beschikking hebben.
<i>Neerslagoverschot:</i>	de neerslag is groter dan de verdamping.
<i>Veldcapaciteit:</i>	bij veldcapaciteit heeft de hoeveelheid hangwater in de bodem haar maximum bereikt.

## Sleutelbegrippen hoofdstuk 27

<i>Maaiveld:</i>	het aardvlak.
<i>Draineren:</i>	de waterafvoer bevorderen met behulp van draineerbuizen.
<i>Afdek materiaal:</i>	de omhulling van draineerbuizen.

## Sleutelbegrippen hoofdstuk 28

<i>Beregenen:</i>	watertoediening met behulp van een beregeningsinstallatie.
-------------------	--

Onderdelen van een beregeningsinstallatie:

- *de aanzuigslang:* hierdoor wordt het water aangezogen.
- *de pomp:* deze zuigt het water aan en perst het in de persslang.
- *de haspel:* toestel om de slangen op en af te winden.
- *de sproeiers:* zij sproeien het water over het gewas.

*Regenleiding:* hierdoor wordt in kassen het sproeiwater aangevoerd.

*Druppelsystemen:* met deze systemen kan men de benodigde hoeveelheid water onophoudelijk laten bijdruppelen.

## Sleutelbegrippen hoofdstuk 29

Sproeiwater voor kassen kan verontreinigd zijn met:

- *chloride (Cl<sup>-</sup>):* gewassen die nadelig reageren op chloride noemt men chloorgevoelig. In kasgrond kan het chloride zich ophopen.
- *calcium-verbindingen:* deze verontreiniging veroorzaakt kalkvlekken.
- *ijzerverbindingen:* deze bevuilen het gewas en het glas en kunnen aan vruchten een ruwe schil en verbrandingsplekken geven.

## Sleutelbegrippen hoofdstuk 30

*Nitraat* en *ammonium* zijn voedingsbestanddelen voor planten. Hoeveelheden ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) en nitraat (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) worden uitgedrukt in kg N.

**Stikstofmeststof:** mest die voornamelijk uit N-verbindingen (ammonium en/of nitraat) bestaat.

*Eiwit, ureum, urine en urinezuur* zijn N-verbindingen die in dierlijke mest voorkomen. Overmatige bemesting met N-verbindingen veroorzaakt late afrijping en hoge kg-opbrengsten, maar lage zetmeel en/of suikergehalten.

Bovendien gaat veel stikstof verloren door:

- onnodige opname door de gewassen;
- uitspoeling van nitraat naar het oppervlaktewater (eutrofiëring) en soms naar het grondwater;
- Ontwijking van ammoniak uit organische mest.

De kans op uitspoeling naar het grondwater is het grootst in de hoge zandgronden. Hier wordt het nitraat niet gedenitrificeerd tot vrije stikstof ( $N_2$ ). Dit gebeurt wel in laaggelegen grond en vochtige grond. Door een goed stikstofbemestingsbeleid kan vaak sterk op de stikstofbemesting worden bezuinigd (zie 30.8b).

### **Sleutelbegrippen hoofdstuk 31**

$H_2PO_4^-$ : het voedingsbestanddeel fosfaat.

$Kg P_2O_5^*$ : de maat, waarin men de hoeveelheid fosfaat uitdrukt. De jaarlijkse opname door de gewassen is gemiddeld 70 kg  $P_2O_5$ /ha.

*Pw-waarde:* het aantal mg  $P_2O_5$  per liter bodemvocht. De Pw-waarde moet bij voorkeur 30 zijn in zandgrond en 25 in kleigrond. Bij bemesting met meer dan 125 kg  $P_2O_5$ /ha stijgt de Pw-waarde (zandgrond: 110 kg). Het fosfaatoverschot wordt bij deze fosfaatgift niet geheel gebonden aan kalk- en ijzerverbindingen. De Pw-waarde gaat dan stijgen en de grond raakt geleidelijk verzadigd met fosfaat. Het overtollige fosfaat spoelt dan steeds meer uit naar het oppervlaktewater (eutrofiëring). Een deel kan langzaam wegzakken naar het grondwater.

**Maatregel van de overheid:** bemesting boven 125 kg  $P_2O_5$ /ha per jaar is niet toegestaan. Daardoor is er een landelijk fosfaatoverschot.

### **Sleutelbegrippen hoofdstuk 32**

**Hoofdelement:** hiervan heeft een plant veel nodig.

Voorbeelden zijn de metalen  $K^+$ ,  $Mg^{2+}$  en  $Ca^{2+}$  en de niet-metalen N, P en S.

**Koper en zink:** dit zijn ook voedingsbestanddelen, maar de plant heeft er weinig van nodig. In grote hoeveelheden zijn ze giftig.

**Cadmium en kwik:** zijn reeds in kleine hoeveelheden giftig.

**Zware metalen:** koper, zink, cadmium, kwik, nikkel en tin.

**Accumulatie** betekent ophoping. Zware metalen accumuleren in de bodem als er meer wordt gemest dan de planten opnemen.

Eenzijdige bemesting met kippenmest en varkensmest veroorzaakt accumulatie van koper en zink.

Rook van zware industrie bevat vaak cadmium.

Kopervergiftiging is een te grote opname van koper (schapen).

**Signaalwaarden:** gehalten die waarschuwen voor moeilijkheden.

### **Sleutelbegrippen hoofdstuk 33**

**Eutrofiëring:** verrijking van het oppervlaktewater met nitraat en fosfaat.

**Chloride:** Afvalzouten van de kalimijnen veroorzaken chloridevervuiling van het rivierwater.

**Zuiveringsinstallatie:** zuivert het afvalwater van een fabriek of een stad. Daardoor is de vervuiling van het oppervlaktewater sterk afgenomen.

**Meetstations:** signaleren automatisch illegale lozingen.

**Aqualarm:** onmiddellijke alarmering van alle belanghebbenden.



*Bestrijdingsmiddelen:* middelen tegen ziekten en onkruiden. Ze kunnen bij het spuiten in het oppervlaktewater terecht komen.

### **Sleutelbegrippen hoofdstuk 34**

*Nematicide:* middel tegen aaltjes.  
*Insecticide:* middel tegen insecten.  
*Fungicide:* middel tegen schimmels.  
*Herbicide:* middel tegen onkruiden.  
*Actieve stof:* de stof die 'het doet'.  
*Halfwaardetijd:* de tijd die nodig is voor de afbraak van de helft van een actieve stof.  
  
*Persistente stof:* de afbraak duurt langer dan een jaar.  
  
*Uitspoeling:* *Nematiden* en *bodemherbiciden* kunnen uitspoelen naar het oppervlaktewater en het grondwater.  
  
*Drift:* zijwaarts wegwaaien.  
*Afspoelen:* over de grond wegspoelen naar de sloot.

### **Sleutelbegrippen hoofdstuk 35**

*GFT-compost:* compost van groenten, fruit en tuinafval.  
*Composteren:* tot compost verwerken. Het GFT-afval wordt in 35 dagen gecomposteerd bij een temperatuur van 55 °C. Dit gebeurt in gesloten hallen. Tijdens het composteren wordt het afval vier keer omgezet. Alle ziektekiemen en onkruidzaden worden gedood.  
  
*Compostgebruik:* Bij bemesting met de wettelijk voorgeschreven maxima is de fosfaatbemesting naar verhouding klein en de humusvorming groot.

### **Sleutelbegrippen hoofdstuk 36**

*Zuurbindende waarde:* waarde als bindmiddel van zuren. De zuurbindende waarde drukt men uit in kg CaO. *Hydroxide (OH<sup>-</sup>):* een bindmiddel van zuur (H<sup>+</sup>). *Carbonaat (CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>):* een bindmiddel van zuren. *Kalkmeststof:* een meststof met zuurbindende waarde. De meest gebruikte kalkmeststoffen bestaan uit *calciumcarbonaat*. Voorbeelden zijn *schuimaarde* en *dolokal*. Soms gebruikt men een *hydroxide*. Een voorbeeld is *poederkalk*.  
  
*Onderhoudsbekalking:* regelmatige bemesting met een kalkmeststof.  
*Reparatiebekalking:* een eenmalige zware bekalking om de grond te ontzuren.  
  
*Verzuuring:* Meststoffen die de grond verzuren, hebben een negatieve zuurbindende waarde

### **Sleutelbegrippen hoofdstuk 37**

*Koolzure kalk (CaCO<sub>3</sub>):* komt voor in kleigrond (in jonge kleigrond meer dan 10%). Het gehalte daalt voortdurend. In oude kleigrond is het soms lager dan 1%. Zulke kleigrond heeft een dichte pakking. Daar is een stevige kalkbemesting nodig.

### **Sleutelbegrippen hoofdstuk 38**

*Structuur:* rangschikking van de korrels.  
*Stabiliteit:* weerstand van de structuur tegen zware regenval.

De stabiliteit is groter naarmate de binding tussen de korrels groter is. Lutum geeft meer binding dan humus.

De bovengrond van zandgrond heeft weinig structuurproblemen. Pas ontgonnen zandgronden zijn stuifgevoelig. Daar zaait men de bieten tussen doodgespoten winterrogge of bemest men de bieten na het inzaaien met dunne mest.

### **Sleutelbegrippen hoofdstuk 39**

*Regels voor bewerking van kleigrond:*

- niet bewerken en er niet op rijden als de grond nat is;
- verkrumelen als de kluiten vochtig zijn;
- kleigrond voor de winter ploegen;
- wachten met de voorjaarswerkzaamheden tot de grond droog genoeg is;
- geen natte kluiten naar boven halen bij de voorjaarsbewerking.

*Slemp:* het ineenvloeien van de korrels tot een dichte pakking. Dit gebeurt bij langdurige regenval. De gevoeligheid voor slemp is groter naarmate:

- de grond humusarmer is;
- de grond lutumarmer is;
- de grond fijner van kruimel is.

### **Sleutelbegrippen hoofdstuk 40**

*Hoogveen:* veenmosveen dat ontstaan is op zandgrond of keileem.

*Bonkaarde en bolster:* de bovenste lagen van het mosveen.

*Turfstrooisel:* fijngemaakte bolster.

*Zwartveen:* de onderste (oudste) laag veenmos.

*Tuinturf:* bevroren zwartveen, dat ontdooid is.

*Dalgrond:* grond die achterbleef na het afgraven van het hoogveen. Bij latere ontginningen werd die grond bedekt met een mengsel van bonkaarde en zand.

### **Sleutelbegrippen hoofdstuk 41**

*Potgrond:* aarde voor bloempotten, bloembakken e.d. Potgrond bestaat voornamelijk uit tuinturf met turfstrooisel of tuinturf met GFT-compost.

*Pg-mix (potgrondmix):* een mix van voedingsbestanddelen die aan het mengsel van tuinturf met turfstrooisel wordt toegevoegd.

*Irreversibel:* niet omkeerbaar, dus na krimp en droging geen zwellen en wateropname.

Irreversibele potgrond is ongeschikt voor gebruik (wordt snel hard).

### **Sleutelbegrippen hoofdstuk 42**

*Voedingsoplossing:* water waarin voedingsbestanddelen zijn opgelost.

*NFT-cultuur:* Nutrient Film Technics. Teelt (cultuur) met behulp van een voedingsfilm (een dun laagje voedingsoplossing).

*Substraat:* voedingsbodem. Een voorbeeld is steenwol waarin een voedingsoplossing wordt gedruppeld.

*Substraatcultuur:* teelt op een substraat. De planten groeien in potten van steenwol. De potten staan op een steenwolmatje.

*Hydrocultuur:* hydro = water, dus teelt in een stilstaande oplossing van water met voedingsbestanddelen. De voedingsoplossing bevindt zich in korrels van gebakken klei. De planten wortelen tussen en in de kleikorrels.

*Semi-hydrocultuur:* half hydrocultuur, half cultuur in grond. De planten wortelen zowel in grond als in kleikorrels.