

## Bodemkunde en bemesting



---

# Bodemkunde en bemesting

Aankomend hovenier

Ton van Driel  
Jan de Kort

*Tweede druk, 2001*



---

Bij het tot stand komen van dit boek is dankbaar gebruik gemaakt van de opmerkingen en suggesties van Th. J. L. Van Mierlo, werkzaam bij Dienst Landbouwkundig Onderzoek Staring Centrum (voorheen STIBOKA).  
Tevens gaat onze dank uit naar de verschillende toeleverende bedrijven van bemestingsproducten; het ministerie en het Nederlands Meststoffen Instituut.

*Artikelcode: 10307*

© 2000 Ontwikkelcentrum, Ede, Nederland

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



---

# Inhoud

	Voorwoord	7
Leereenheid 1	Bodemkunde	9
Leereenheid 2	Bemesting	73
	Literatuurlijst	152



---

# Voorwoord

Het tuinontwerp was werkelijk schitterend. En toch werd het niks. Oorzaak? Een foutieve plantkeuze.

Elke plant heeft zijn eigen voorkeur voor grondsoort en grondsamenstelling. Zo is het haast onmogelijk om een heidetuin op een kleigrond aan te leggen. Om op verantwoorde wijze een tuin aan te leggen is de bodemsoort dus een belangrijke factor.

Ook de opbouw van de bodem is van belang. Een storende bodemlaag op geringe diepte veroorzaakt een slechte plantengroei, omdat het overtollige regenwater niet weg kan stromen naar de ondergrond.

En tenslotte is de structuur van de bodem van groot belang. Door de grond te bewerken en te bemesten kun je de structuur aanmerkelijk verbeteren

Dit boek is opgebouwd uit twee leereenheden: Bodemkunde en Bemesting.

In de leereenheid Bodemkunde staat de bodem (grond) centraal. Behandeld worden onder meer:

- waaruit bestaat de bodem?
- welke functies hebben de verschillende onderdelen?
- wat verstaan we onder bodemstructuur?
- hoe is deze te verbeteren?
- wat is een bodemprofiel?
- wat valt hier aan te zien?
- hoe zijn bodemproblemen op te lossen?
- hoe kan het overtollige bodemwater afgevoerd worden?
- hoe kan het best beregend worden?

In de leereenheid Bemesting staat de voedingstoestand van de bodem centraal.

Behandeld worden onder meer:

- welke factoren zijn noodzakelijk voor een goede groei van planten?
- hoe neemt een plant voeding op?
- welke organische bodemverbeteraars zijn er en wat is hun samenstelling?
- welke voor- en nadelen zijn er aan de verschillende bodemverbeteraars?
- welke anorganische meststoffen zijn er en wat is hun samenstelling?
- wat is de functie van de verschillende voedingselementen?
- wat is een analyserapport en wat kun je daarmee?
- hoe moet ik een bemestingsadvies lezen?
- welke regelgeving bestaat er in de wet met betrekking tot bemesting en het milieu?

Regelmatig zijn opdrachten in de tekst opgenomen. Als je de paragraaf hebt doorgenomen, zijn deze opdrachten goed te maken.

De theorieonderdelen van de aanleg en onderhoud van siertuinen en plantsoenen zullen regelmatig verwijzen naar de kennis van bodemkunde en bemesting.

Daarnaast zal in de praktijklessen regelmatig met de bodem (grond) gewerkt

---

worden. Je zult de verschillende handelingen door de opgedane kennis beter kunnen uitvoeren.

In de leereenheid van bemesting zul je regelmatig scheikundige formules tegenkomen. Voor cursisten met een scheikunde-opleiding zal dit verhelderend werken. Het is niet de bedoeling om deze formules en samenstellingen uit het hoofd te leren. Cursisten die deze scheikundige achtergrond niet hebben zullen op een andere wijze uitgelegd krijgen hoe het een en ander te leren.

Ton van Driel  
Jan de Kort,

najaar 1999

# Leereenheid 1 **Bodemkunde**

**Ton van Driel**

---

# Inhoud

<b>1</b>	<b>De bodem</b>	<b>11</b>
1.1	Ontstaan van gronddeeltjes	11
1.2	Ontstaan van bodemprofiel	14
1.3	De minerale samenstelling van de grond	16
1.4	Bodemleven	21
1.5	Dode organische stof	23
1.6	Afsluiting	26
<b>2</b>	<b>De structuur van de bodem</b>	<b>27</b>
2.1	Wat is structuur?	27
2.2	Structuurvormen	29
2.3	Afsluiting	33
<b>3</b>	<b>Bodemprofiel</b>	<b>35</b>
3.1	Bodemwater	35
3.2	Bodemplucht	37
3.3	Functie van water in relatie tot warmteopslag	42
3.4	Bodemprofiel	44
3.5	Afsluiting	48
<b>4</b>	<b>Grondbewerking</b>	<b>51</b>
4.1	Profielverbetering	51
4.2	Grondbewerkingswerktuigen	53
4.3	Afsluiting	57
<b>5</b>	<b>Waterhuishouding</b>	<b>59</b>
5.1	Drainage	59
5.2	Drainagesystemen	64
5.3	Controle en onderhoud	66
5.5	Beregenen	69
5.5	Afsluiting	71

---

# 1 De bodem

## Oriëntatie

De bodem is een onmisbaar onderdeel van ons menselijk bestaan: hij wordt gebruikt voor huizen en wegen, natuurterreinen, water, bos en land- en tuinbouwgronden. In algemene zin kan de bodem dan ook gebruikt worden:

- als draagvlak voor mens en dier;
- voor het kweken van allerlei gewassen;
- voor winning en opslaan van drinkwater;
- voor de recreatie.

De kennis van de bodem is onmisbaar om de bomen, heesters en andere planten optimaal te laten groeien. In de volgende paragrafen ga je zien hoe de bodem is ontstaan, hoe de opbouw is en welke grondsoorten een belangrijke rol spelen.

## Leerdoelen

Na afronding van dit hoofdstuk kun je

- uitleggen welke fysieke, chemische en biologische processen bijdragen aan de vorming van een bodem;
- verschillende bodemsoorten onderscheiden op basis van hun granulaire samenstelling;
- het belang aangeven van organische stof en de rol aangeven die humificatie en mineralisatie spelen bij het ontstaan van organische stof.

## 1.1 Ontstaan van gronddeeltjes

### verwerking

### afzetting

Heel lang geleden zag de aarde er waarschijnlijk hetzelfde uit als de maan nu, namelijk met veel rotspartijen en keien. Deze rotsformaties sleten af door het weer (zoals temperatuurverschillen, wind en ijs), waardoor kleinere deeltjes ontstonden. Het proces dat we *verwerking* noemen. Deze kleine deeltjes bleven vaak niet op de plaats liggen waar ze ontstaan waren, maar werden door de wind, het water of het (land)ijs getransporteerd en op andere plaatsen afgezet. Het proces dat we *afzetting* noemen.

De buitenste laag van de aarde bestaat voor een groot deel uit verweerd materiaal, de zogenaamde bodem. Gaandeweg de evolutie zijn er verschillende bodemlagen afgezet, zeker in Nederland. De diepste bodemlagen zijn ontstaan in het verre verleden, enkele honderden miljoenen jaren geleden. De toplaag is niet zo oud, waarschijnlijk maximaal een miljoen jaar. Dit is een groot getal, echter op de schaal van de evolutie is het erg weinig.

### Bodemdeeltjes in beweging

Tijdens de jongste geologische ontwikkeling wisselden zeer koude perioden (ijstijden) af met warmere perioden. In de warme periode steeg de zeespiegel. Dit water bevroor tot landijs en gletsjers in de volgende ijstijd. Resultaat was dat de zeespiegel daalde en de gehele Noordzee droog kwam te liggen.

In een warmere periode smolt dit landijs weer en werden grote delen van het land door de zee opgeslokt. Enkele plaatsen, zoals Zuid Limburg, bleven boven de zeespiegel.

Veel bodemdeeltjes werden aangevoerd door het landijs, enerzijds door de duwende werking van het ijs, anderzijds door het smeltwater. Dit smeltwater zocht zich een weg naar de zee en maakte daarbij brede dalen. Veel vrijgekomen bodemdeeltjes verweerden verder en werden verderop afgezet als kleine deeltjes.

Grote rivieren als Maas en Rijn voerden veel bodemdeeltjes, afkomstig van de bergen, aan en zetten deze af in de zeemondingen. De diepte van de zee nam daardoor af en er ontstond meer er meer land.

De wind veroorzaakte verstuiwingen waarbij zand en fijn stof werden weggeblazen en op andere plaatsen werd afgezet. Een voorbeeld is de lössgrond in Limburg.



Figuur 1.1 Gronddeeltjes ontstaan door de inwerking van wind, water, vorst en zon.

### Verskillende bodemsoorten

Tijdens het stijgen van de zeespiegel steeg natuurlijk ook het bodemwater. Op de laagste delen van Nederland trad al snel veenvorming op. Planten- en dierenresten zonken naar de bodem van deze plaatsen. Later ontwikkelde dit zich tot *veengrond*. Een groot deel van de veengronden in Noord-Holland is zo ontstaan.

*veengrond*

De zee spoelde ook bodemdeeltjes aan. Voornamelijk de kleinere deeltjes werden het meest ververplaatst. Zo ontstonden de kleigronden, eigenlijk de *zeekleigronden*. De rivieren deden dit ook, waardoor er *rivierkleigronden* ontstonden. In beide gevallen werden de grovere bodemdeeltjes, het zand, dichtbij afgezet en de fijnere deeltjes verderop, waardoor kleigronden ontstonden. Het beschikbaar zijn van deze zanddeeltjes heeft het ontstaan van de duinen veroorzaakt.

*zeekleigronden*  
*rivierkleigronden*

De verschillende ijstijden en warmere tijden volgden elkaar op, waardoor er verschillende bodemlagen zijn ontstaan, die op elkaar gepakt werden. Op deze manier is de Nederlandse bodem ontstaan. En de veranderingen van de bodem blijven doorgaan, ook nu nog steeds.

### Eigenschappen van grond

Voor de tuinarchitect, de hovenier en de boomkweker is het belangrijkste wel het kweken, het laten groeien van landbouwgewassen.



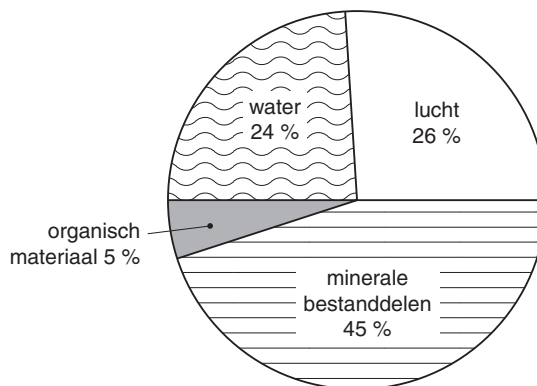
voedingstoestand

vocht- en lucht-  
huishouding  
structuur  
bodemleven

Er zijn verschillende termen die in verband met de landbouwgrond gebruikt worden, bijvoorbeeld rijke- of arme grond, natte, koude of slecht doorlatende grond, slecht bewerkbare grond, dode grond. enzovoort.

Rijk of arme grond zegt iets over de *voedingstoestand* van de grond en heeft betrekking op de scheikundige eigenschappen van de grond. Natte, koude of slecht doorlatende gronden zeggen iets over de *vocht- en luchthuishouding* van de grond en hebben betrekking op de natuurkundige eigenschappen van de grond. Slecht bewerkbare grond zegt iets over de *structuur* van de grond. Dode grond heeft betrekking op het *bodemleven*. Het bodemleven breekt blad- en wortelresten af. Daardoor hoopt het afval zich niet op de aarde op en komen allerlei voedingsstoffen weer vrij voor nieuwe plantengroei.

Voedingstoestand, vocht- en waterhuishouding, structuur en bodemleven bepalen dus de eigenschappen van de grond. Deze eigenschappen komen tot uiting in de definitie van de bodem: de bovenste losse laag van de aardkost, bestaande uit vaste minerale en organische bestanddelen en met water en lucht gevulde poriën, die geschikt is voor de groei van planten en dieren.



*Figuur 1.2 In het sectordiagram is de samenstelling van de grond weergegeven. Uit de figuur blijkt dat ongeveer de helft van de grond bestaat uit lucht en water. Er is ongeveer evenveel lucht als water. Voor planten is dit de ideale samenstelling.*

### Verwerking

Zoals eerder is opgemerkt ontstaan gronddeeltjes door verwerking. Er zijn drie typen van verwerking:

- natuurkundige verwerking;
- scheikundige verwerking;
- biologische verwerking.

#### *Natuurkundige verwerking*

Natuurkundige verwerking is het uiteenvallen van gesteenten onder invloed van zon, regen, wind en vorst. Hier treden geen chemische veranderingen op. Gesteenten bestaan over het algemeen uit een aantal verschillende mineralen. Door temperatuurswisselingen zetten deze mineralen verschillend uit. De gesteenten kunnen daardoor uiteenvallen.

Stenen kunnen door het water worden meegevoerd waardoor ze afslijpen en kleiner worden. Bevroren water zet in spleten sterk uit, gesteenten kunnen daardoor barsten. Wortels in spleten geven hetzelfde effect. Ook het oplossen van delen van gesteenten in water en de verplaatsing daarvan behoort tot de natuurkundige verwerking.

---

### *Scheikundige verwerking*

Scheikundige verwerking is het uiteenvallen van gesteente waardoor nieuwe scheikundige verbindingen ontstaan. Het uiteenvallen vindt vaak plaats onder invloed van het bijna altijd aanwezige koolstofdioxide dat zich in de bodemwater bevindt. Het koolstofdioxide ontstaat door vertering van planten- en dierenresten, maar ook bij de ademhaling van de wortels. Voor beiden geldt dat zuurstof wordt opgenomen en koolstofdioxide wordt afgegeven.

Door hoge temperaturen, voldoende water en een regelmatige afvoer van de verweringsproducten wordt de scheikundige verwerking bevorderd.

### *Biologische verwerking*

Dit vindt vooral plaats onder invloed van het bodemleven. Al geweest is op de vorming van koolstofdioxide door de plantenwortels en de druk die de plantenwortels op gesteenten kunnen uitoefenen. Het is duidelijk dat de tijdsfactor bij de verwerking een belangrijk gegeven is.

### **Vragen**

- 1 Je kunt onderscheiden natuurkundige, scheikundige en biologische verwerking.
  - a Wat zijn de kenmerkende verschillen tussen natuurkundige en scheikundige verwerking?
  - b Wat versta je onder scheikundige verwerking?
  - c Wat versta je onder biologische verwerking?
  - d Waarom speelt de tijdsfactor bij de biologische verwerking een belangrijke rol?
  - e Bedenk voorbeelden uit eigen omgeving waarbij de verschillende vormen van verwerking plaats vinden.

## **1.2 Ontstaan van het bodemprofiel**

Als nu al het verweerde materiaal is afgezet en tot rust is gekomen, wil dat nog niet zeggen dat er verder niets meer mee gebeurt. In de loop van de tijd zullen zich tot op een diepte van een á anderhalve meter nog allerlei processen afspelen. Je spreekt dan van *bodemvorming*. Die bodemvorming is erg belangrijk voor de ontwikkeling van de wortels.

De plant groeit namelijk in twee milieus: lucht en grond. De lucht is de bron van zuurstof en koolstofdioxide. De bodem is de voornaamste bron van water en mineralen. Met andere woorden de plant is voor zijn minerale voeding en water hoofdzakelijk aangewezen op de wortel, dus de bodem. Het is belangrijk dat er gunstige voorwaarden worden geschapen om tot een goede wortelontwikkeling te komen. Bij bodemvorming zijn een aantal factoren die daarbij een belangrijke rol vervullen:

- de aanvoer en omzetting van organische stof;
- oxydatie en reductie van ijzerverbindingen;
- het klimaat;
- invloed van mens, dier en plant;
- water.

*bodemvorming*

### De aanvoer en omzetting van organische stof

Organische stof is afkomstig van plantaardig en dierlijk materiaal. Het zal vooral bovenin het bodemprofiel verteren (het profiel is de verticale doorsnede van de bodem). Daardoor krijgt het profiel bovenin een donkere kleur. Meestal is dat de laag die tot op een diepte van ca. 30 cm bewerkt wordt. Deze grondlaag heet de *bouwvoor*. Onder deze laag vind je de grondlaag die meestal minder organische stof en plantenvoedsel bevat en een lichtere kleur heeft. Dit noem je de *ondergrond*.

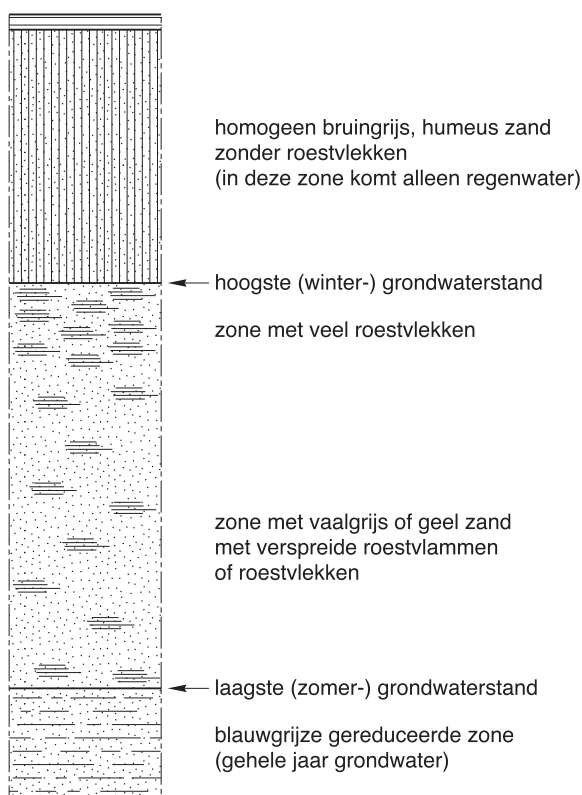
*bouwvoor*  
*ondergrond*

### Oxidatie- en reductieverbindingen

Als ijzer aan de lucht wordt blootgesteld, dan zal het ijzer gaan roesten, waardoor er roodbruine vlekken ontstaan. Er vindt *oxidatie* van het ijzer plaats. Zonder zuurstof, de gereduceerde vorm, zal het ijzer niet roesten. In ijzerhoudende gronden kan dit proces ook plaatsvinden. De geoxideerde vormen hebben opvallende roodbruine kleuren en zijn niet in water oplosbaar. De *gereduceerde* vorm is grijs van kleur en wel oplosbaar in water. De grijze vorm gaat door toetreding van lucht over in de geoxideerde roodbruine vorm. Dit gebeurt veel bij gronden die een wisselende grondwaterstand hebben. In de grond kan je dit waarnemen door de roodbruine vlekken en strepen waardoor de beweging van het grondwater goed te volgen is. Deze afwisselende grondwaterzone wordt ook wel de *gleyzone* genoemd

*oxidatie*

*gleyzone*



**Figuur 1.3** Door te kijken naar de roestvlekken in het bodemprofiel kun je de schommelingen in de grondwaterstand bepalen. De winter- en zomergrondwaterstand zijn de uiterste grenzen.

## Het klimaat

Het klimaat speelt een belangrijke rol in de vorming van allerlei bodemprofielen. Als in gebieden de verdamping de regenval overtreft dan ontstaan er droge prairie- en woestijngebieden. In vochtige gebieden, zoals in Nederland, waar meer regen valt dan er verdampt, zal een neerwaarts transport plaats vinden van water met de daarin opgeloste zouten. Door dit proces zal de grond zuurder worden (de pH wordt lager). Echter in gebieden waar veel kalk van nature in de grond voor komt zal de pH hoog blijven.

## Invloed van mens, dier en plant

De invloed van mens, dier en plant is groot in de bovenste laag van de bodem. Denk aan de drooglegging en ontginning van polders, de ontwatering door middel van drainage, de ontvening in Nederland enzovoort. Dieren in de grond, zoals wormen, vermengen en woelen de grond om. Planten zorgen dat de grond door wortelvorming luchtiger wordt.



Figuur 1.4 Dieren in de grond, zoals wormen woelen de grond om.

## Vragen

- 2 Een aantal factoren spelen een rol bij het ontstaan van een bodemprofiel, Welke factoren zijn dit?
- 3 Vooral bovenin het profiel komt de organische stof tot vertering. Waarom is dat zo?
- 4 In een grond met een sterk wisselende grondwaterstand zit veel ijzer.
  - a Wat kan je aan deze wisselende grondwaterzone zien?
  - b Waardoor komt dit uiterlijk tot stand?
  - c Hoe heet deze zone?
- 5 Mens, dier en plant hebben invloed op het ontstaan van een bodemprofiel. Welke invloeden zijn dit? Geef voorbeelden van invloeden en de gevolgen daarvan.

## 1.3 De minerale samenstelling van grond

De grootte van de afzonderlijke gronddeeltjes bepaalt in belangrijke mate de eigenschappen van de grond. Deze grootte kan erg uiteenlopen en wordt uitgedrukt

---

in de lengte van de middellijn. Omdat de deeltjes soms erg klein zijn wordt er naast de millimeter ook de micron of mu gebruikt. Een mu = 0,001 mm.

### Waar bestaat de grond uit?

Grond bestaat uit vaste delen en poriën.

De vaste delen bestaan uit:

- organische stof (humus, afval, plant, dier);
- anorganisch stof (zand, klei, kalk, zouten).

De poriën bestaan uit;

- water (met daarin opgeloste zouten);
- lucht.

Tussen de vaste bodembestanddelen bevinden zich grote en kleine ruimten, die je poriën noemt. Je spreekt van het poriënvolume van de grond. In de kleine ruimten zit meestal water, in de grotere ruimten zit meestal lucht. In een goede grond moet steeds voldoende ruimte zijn voor lucht en water. Er moet een goede verhouding zijn tussen de verschillende bodembestanddelen. Als je zand, klei en veen bekijkt, dan zie je op het oog al grote verschillen. Zand voelt min of meer scherp aan als je het tussen de vingers wrijft. Klei is grijs of bruin van kleur. Als je het vochtig maakt en op je handpalm uitwrijft, dan versmeert de klei. Veen is diepzwart van kleur. Het voelt zacht aan en versmeert ook bij uitwrijven op de handpalm.

### Granulaire samenstelling

Onder de granulaire samenstelling van een grond verstaan we de samenstelling van de grond aan grovere en kleinere minerale deeltjes. Op basis van deze samenstelling kun je verschillende grondsoorten onderscheiden.

Groepen van deeltjes die onderling niet al te veel in grootte verschillen noem je een *fractie*. De grond wordt met verschillende maasgroottes gezeefd, waardoor de verschillende fracties zichtbaar worden. De allerfijnste deeltjes worden in water opgelost en geschud. De fijnere delen blijven lang in de oplossing, de grovere delen zullen sneller bezinken. De tijd die de oplossing nodig heeft om weer doorzichtig te worden geeft aan hoeveel lutum erin zit. Zoals je in de tabel ziet zijn dit de fijnste deeltjes. Het lutum maakt deel uit van de afslibbare fractie. Onder de afslibbare fractie vallen alle deeltjes kleiner dan 16 mu.

In de praktijk worden de volgende fracties gehanteerd:

0-	2	mu	lutum
0-	16	mu	afslibbaar
2-	50	mu	silt
0-	50	mu	leem
50-	210	mu	fijn zand
210-	2000	mu	grof zand
2000	mu en groter		grind

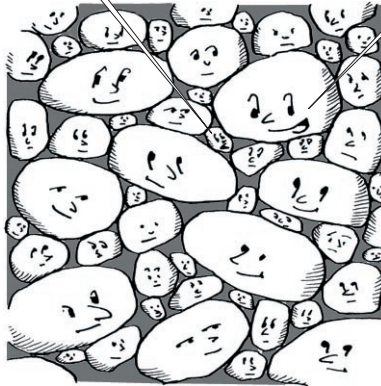
### Welke grondsoort is dat?

Om te weten te komen uit welke grondsoort het grondmonster bestaat, kijk je in eerste instantie naar de lutumfractie (0-2 mu). Zoals hiervoor beschreven staat, bestaat kleigrond uit vele kleine bodemdeeltjes. Het voelt plakkerig aan. Zandgrond

*fractie*

'Ik ben het belangrijkste deeltje,  
zonder mij heb je een slappe bodem.'

'Ik geef toch de meeste draagkracht,  
zonder mij zijn jullie niks.'



Figuur 1.5 Elk gronddeeltje heeft zijn voordelen.

daarentegen voelt korrelig aan, omdat de grondsoort uit grovere delen bestaat. Met andere woorden: kleigrond bevat veel lutumdeeltjes en zandgrond erg weinig.

De Dienst Landbouwkundig Onderzoek Staring Centrum ( *DLO SC* ) onderzoekt de samenstelling van de bodem en gebruikt de volgende indeling en benaming van gronden naar het lutumgehalte. Als vuistregel mag je hanteren dat de lutumfractie ongeveer tweederde deel is van het percentage afslibbare delen. Vanaf september 1996 wordt op het analyserapport alleen het percentage lutum vermeld.

% Lutum	% Afslibbaar	Naam grondsoort
0 - 8	0 - 10	zandgrond
8 - 25	10 - 35	zavelgrond
> 25	> 35	kleigrond

Zandgronden bestaan voor het belangrijkste gedeelte uit deeltjes groter dan 50  $\mu$ m. De lemige zandgronden, de leem- en lössgronden hebben een grote leemfractie. Om te weten te komen of je met een zand- of leemgrond te maken hebt hanteer je de volgende tabel.

% Leem	Naam
0- 10	zandgrond
10- 50	lemige zandgrond
50-100	leemgrond

Deze bovengenoemde indelingen zijn grof. Er zijn een groot overgangsvormen tussen de verschillende grondsoorten. In de praktijk wordt bij de benaming van de gronden niet alleen gekeken naar de granulaire samenstelling, maar ook naar de profielopbouw. Ook het organisch stof- en kalkgehalte is daarbij belangrijk.

---

### **Kleigrond**

Kleigrond bevat meer dan 25% lutum. Hoe meer delen lutum, des te zwaarder is de kleigrond. Het humusgehalte is gewoonlijk 2 a 3%. Klei is ontstaan uit verweerd gesteente, waarin vooral K-, Ca- en Mg-mineralen voorkomen. Daardoor bevat klei wel veel plantenvoedende bestanddelen in tegenstelling tot zand.

Voordelen:

- De grond houdt redelijk goed het water vast.
- De grond houdt de meststoffen goed vast, met andere woorden het adsorptievermogen van klei is groot.
- De groei is over het algemeen stevig.
- Kleigrond is van nature vruchtbaar.

Nadelen:

- Hoe hoger het percentage lutum, des te zwaarder de grond, des te moeilijker bewerkbaar.  
slempgevoelig ( zie hoofdstuk 2 )
- Afhankelijk van het percentage lutum moeilijk berijdbaar in natte perioden.

### **Zavelgrond**

Zavelgrond bevat 8 tot 25% lutum Zware zavel bevat meer dan 18% lutum, lichte zavel bevat meer dan 12% lutum. Zavelgrond is een natuurlijk mengsel van klei en zand. Deze grond behoort tot de beste van ons land. Ze is vruchtbaar, adsorbeert veel voedende bestanddelen, is goed te bewerken en heeft een uitstekende waterhuishouding. Het humusgehalte van zavel is ongeveer gelijk aan die van klei, dus ongeveer 2 a 3%.

### **Zandgrond**

Zandgrond heeft weinig of geen afslibbare delen. Zandgrond bevat in hoofdzaak fijn en grof zand. Dit zand bestaat uit kwarts ( $\text{SiO}_2$ ), wat geen plantevoedende bestanddelen bevat. Het humusgehalte is meestal niet erg hoog. Zandgrond bevat kan tot ongeveer 7% lutum en tot circa 10% organische stof bevatten. Ongeveer 40% van Nederland bestaat uit zandgrond; de meeste zandgronden liggen in het oosten van Nederland.

Voordelen:

- gemakkelijk te bewerken;
- goed doorlatend voor zowel lucht als water.

Nadelen:

- nogal droogtegevoelig;
- de bemesting luistert zeer nauwkeurig; de zandgrond houdt de bemesting niet vast.

### **Veengrond**

Veengrond bevat meer dan 30% organische stof. Laagveengrond is vooral te vinden in West-Nederland en is meestal geschikt voor de tuinbouw. (De Venen – Aalsmeer – Boskoop ). Onvergraven hoogveen komt in ons land bijna niet meer voor. Voor de samenstelling van potgrond en voor grondverbetering is veen in de vorm van turfmolm en tuinturf onmisbaar.

Voordelen:

- niet droogtegevoelig, goed vochthoudend;
- zeer goed kluithoudend;
- gemakkelijk te bewerken.

Nadelen:

- vaak erg vochtig, daardoor meer problemen met schimmelziekten;
- geringe draagkracht van de grond.

### Vragen en opdrachten

- 6 De grond wordt ingedeeld in verschillende grondsoorten. Benoem onderstaande grondsoorten.

<i>Monster</i>	<i>PH-KCL</i>	<i>Organische stof %</i>	<i>Afslibbaar</i>
5001	4.8	40	–
5002	6.1	3	48
5003	5.4	12	1
5004	6.5	1	15
5005	5.6	1.2	2

- a De grond van monster 5001 is een  
A zandgrond  
B zavelgrond  
C kleigrond  
D veengrond
- b De grond van monster 5002 is een  
A zandgrond  
B zavelgrond  
C kleigrond  
D veengrond
- c De grond van monster 5003 is een  
A zandgrond  
B zavelgrond  
C kleigrond  
D veengrond
- d De grond van monster 5004 is een  
A zandgrond  
B zavelgrond  
C kleigrond  
D veengrond
- e De grond van monster 5005 is een  
A zandgrond  
B zavelgrond  
C kleigrond  
D veengrond
- 7 Klei bevat veel voedsel.  
a Waardoor is dat mogelijk?  
b Waarom voeg je aan kleigrond soms organische stof of zand toe?
- 8 Zandgrond is nogal droogtegevoelig. Hoe kan je dat verbeteren?
- 9 Kleigronden zijn van nature vruchtbaarder dan zandgronden.  
Waarom komt dat?
- 10 Van monster A, B en C zijn de onderstaande korrelverdeling in procenten bekend



- a Wat is de naam van grond A, B en C?
- b Hoeveel % zand en slib bevat grond A?
- c Hoeveel % zand en slib bevat grond B?
- d Hoeveel % zand en slib bevat grond C?

monster	< 2 mu	2- 16 mu	16- 50 mu	50-210 mu	210-2000 mu
A	7	4	15	74	0
B	31	14	11	24	20
C	42	25	21	12	0

## 1.4 Bodemleven

*microleven*

*macroleven*

In de grond, in de holten en poriën tussen de vaste gronddeeltjes, komen allerlei organismen voor die samen het bodemleven worden genoemd. Je onderscheidt hierbij het *microleven* en het *macroleven*. Het *microleven* zijn de levensvormen die met het blote oog niet te zien zijn, maar alleen met een microscoop of een vergrootglas bekeken kunnen worden. Tot het *microleven* behoren zowel dieren (aaltjes) als planten (schimmels, bacteriën). Bij het *macroleven* kan je de levensvormen zonder hulpmiddelen zien. Tot het *macroleven* behoren bijvoorbeeld larven van kevers, pissebedden, wormen en mollen. Het *microleven* heeft verreweg de meeste invloed op de bodem.

Een belangrijke functie van het bodemleven is het omzetten van dode organische stof, waarbij mineralen ontstaan, die planten nodig hebben. Bij dit proces spelen vooral de bacteriën en in mindere mate schimmels een belangrijke rol. Schimmels kunnen door hun schimmeldraden de gronddeeltjes bij elkaar houden. Dit is gunstig voor de structuur.

Voor een goede werking van het bodemleven is de hoeveelheid vocht en zuurstof, alsmede de temperatuur en de beschikbaarheid van organisch materiaal onontbeerlijk.

### De regenworm: de stofzuiger in de grond

Het *macroleven* speelt een belangrijke rol in allerlei omzettingen in de grond. Regenwormen bijvoorbeeld trekken bladeren en strooisel in de grond. Zij helpen dus mee aan de structuurverbetering van de grond. Een groot deel van de tijd besteden wormen aan het maken van gangen, die zich vooral in de bewortelbare diepte van de grond bevinden. Door de enorme hoeveelheid gangen wordt de grond goed belucht en gedraineerd. Wortels maken van deze gangen dankbaar gebruik. Bovendien passeert de grond door het darmkanaal. Zo worden organische en minerale deeltjes goed met elkaar vermengd door een slijmerige stof van de wormen, waardoor er een poreuze min of meer stabiele structuur ontstaat. Op dit mengsel kunnen bacteriën weer uitstekend leven. Zij zetten onder andere organische stoffen om in mineralen, die planten kunnen opnemen.

---

### **Bacteriën: een noodzaak**

Bacteriën leven meestal maar zeer kort: een tot enkele dagen. Toch zijn ze door hun grote aantallen en snelle vermenigvuldiging erg belangrijk. Bij optimale omstandigheden kunnen bacteriën zich elke 10 minuten verdubbelen. Er zijn allerlei typen bacteriën: bacteriën, die zuurstof nodig hebben en bacteriën, die juist niet tegen zuurstof kunnen. Bacteriën, die stikstofverbindingen reduceren en bacteriën die stikstofverbindingen oxideren.

### **Met zuurstof**

*aërobe bacteriën*

De meeste bacteriën hebben zuurstof nodig om te leven. Dat zijn de *aërobe bacteriën*. Ze werken goed bij voldoende bodemventilatie. Veel van deze bacteriën zorgen voor de afbraak van organisch materiaal, waarbij kooldioxide (CO<sub>2</sub>), water (H<sub>2</sub>O), zouten en energie vrij komen. Dit proces is een oxidatieproces en is een belangrijke schakel in het kringloopproces.

Weer andere aëroob levende bacteriën leggen stoffen vast in hun lichaam in de vorm van een lichaamseiwit. Daardoor spoelen deze stoffen niet uit en blijven ze behouden voor de kringloop.

Voor een goede aërobe bacterie-activiteit moet aan de volgende voorwaarden worden voldaan:

- luchtige grond, met voldoende zuurstof;
- voldoende vocht;
- voldoende warmte: de activiteit beneden 10 °C is zeer gering (de grootste activiteit ligt bij ongeveer 25 °C);
- voldoende organisch materiaal (= voedsel voor deze bacteriën).

### **Zonder zuurstof**

*anaërobe bacteriën*

Wanneer niet voldoende lucht in de bodem aanwezig is, bijvoorbeeld in natte gronden, zijn er toch bepaalde bacteriën die hun zuurstof uit anorganische - of organische verbindingen kunnen halen. Dit noem je de *anaërobe bacteriën*. De organische stof wordt in dit geval gereduceerd. Een bekend voorbeeld van reductie is het *denitrificatieproces*, waarbij bacteriën nitraten (NO<sub>3</sub>) reduceren tot nitriet (NO<sub>2</sub>) en stikstofgas (N<sub>2</sub>). Doordat het stikstofgas in de atmosfeer terecht komt zal veel stikstof die met stikstofmeststoffen aan de grond worden toegediend verloren gaan. Ook kunnen er onoplosbare en/of giftige stoffen ontstaan (stank door zwavelwaterstofgas). Onder bepaalde omstandigheden is de afbraak van organisch materiaal gering of blijft zelfs achterwege. Zo zijn de veengronden op deze manier op de lager gelegen stukken land ontstaan. Doordat het geheel onder water lag was er weinig zuurstof en heeft afbraak nooit plaats kunnen vinden

*denitrificatieproces*

### **Stikstofbindende bacteriën**

Stikstofbindende bacteriën halen stikstofgas uit de lucht. De belangrijkste uit deze groep zijn de knolletjesbacteriën. Ze leven in de wortels van vlinderbloemige planten en vormen daar de wortelknolletjes, verdikkingen van de wortel. De vastgelegde stikstof wordt voor een belangrijk deel omgezet in lichaamseiwitten. De stikstofbindende bacteriën voorzien op deze wijze de planten van stikstofverbindingen. Op hun beurt worden ze door de planten voorzien van suikers, die de bacteriën zelf niet kunnen maken (ze hebben geen bladgroen). De

samenwerking is dus zowel voor de planten als voor de bacteriën gunstig. We noemen dit samenwerkingsverband tussen twee verschillende soorten organismen *symbiose*.



Figuur 1.6 Symbiose tussen een plant en bacteriën.

### Nitrificerende bacteriën

Nitrificerende bacteriën zetten ammonium ( $\text{NH}_4$ ) om tot nitraatstikstof ( $\text{NO}_3$ ). Ammonium is slecht opneembaar voor planten. Door de omzetting in nitraat ontstaat een stikstofverbinding die beter en sneller opneembaar is. Bij de bemestingsleer zullen de twee soorten stikstofverbindingen verder behandeld worden.

### Vragen en opdrachten

- 11 Er zijn verschillende soorten organismen, die meewerken aan de omzetting van organische stof in de bodem.  
Welke organismen zijn dit?
- 12 In de ene bodem is meer activiteit van bacteriën dan in de andere bodem.

Aan welke voorwaarden moet een grond voldoen om voldoende bacterie-activiteit te ontwikkelen?

- 13 Sommige bacteriën leven in symbiose met de wortels van bepaalde plantensoorten  
Wat bedoelen we met symbiose?
- 14 Regenwormen zijn erg nuttig.  
Waarom zijn regenwormen nuttig in de grond?
- 15 In de stikstofkringloop spelen verschillende bacteriën een rol.
  - a Wat versta je onder het kringloopproces?
  - b Welk nut hebben nitrificerende bacteriën?
  - c Wat gebeurt er bij het denitrificatieproces?

## 1.5 Dode organische stof

Een groot deel van de organische stof in de bodem is afkomstig van afgestorven plantaardig materiaal. In een vers stadium herken je zonder veel moeite de overblijfselen van wortels, bladeren en stengels. De vertering is dan nog maar net in gang gezet. Nu is ongeveer 80% van alle organische stof die in de grond voorkomt

een donkere, al goed verteerde aardachtige stof: de humus. Het woord organische stof wordt gebruikt voor alle organische stof in de grond, zowel de verse als het vormloze deel daarvan. Het woord humus gebruik je alleen om het vormloze, zwarte, aardachtige deel mee aan te duiden.

### De vertering van organische stof: een must!

Als vers organisch materiaal in de natuur niet zou verteren dan zou de wereld in de loop der jaren onleefbaar worden door de enorme hoeveelheden die zich maar zouden ophopen. Gelukkig wordt het organisch materiaal in de natuur langzaam verteerd waarbij het bodemleven een onmisbare rol speelt. In gronden met weinig dierlijke activiteit vindt een trage vertering plaats.

Bij de vertering van organische materiaal zijn de volgende processen belangrijk:

- humificatie;
- mineralisatie.

### Humificatie

Dode organische stoffen verteren in de bodem door macro- en microleven. In de bovenste laag grond is steeds een hoeveelheid organische stof in vertering. Dit deel noem je instabiele humus of *voedingshumus*. Een deel van de organische stof zal niet zo snel door het bodemleven worden verteerd. Dit is vaak het geval met harsen, vetten en houtstof (lignine). De samenstelling van deze deeltjes is vrij vast en is moeilijk af te breken. Deze stof, de al eerder genoemde donkere massa, wordt *stabiele humus* genoemd. Op den duur wordt ook deze stof langzaam afgebroken. Aan dit materiaal is de herkomst niet meer te herkennen.

*voedingshumus*

*stabiele humus*



Figuur 1.7 Bodemdieren maken van organische stoffen humus.

### Mineralisatie

Verse organische stof wordt bij de vertering afgebroken tot steeds kleinere eenheden en uiteindelijk blijft er koolstofdioxide, water en zouten over. Door afbraak van het organisch materiaal komen stoffen vrij, die door de planten kunnen worden opgenomen. Het proces waarbij deze mineralen vrijkomen heet mineralisatie.

### Koolstof/Stikstofverhouding in de grond

In verteerde organische stof komen, naast andere elementen, de elementen koolstof en stikstof voor en wel in de verhouding 10 : 1 ( gewichtsverhouding ). De C/N verhouding is dan 10 : 1 zegt men. In vers organisch materiaal is de C/N verhouding

---

gemiddeld 40 : 1, soms wel 80 : 1 bijvoorbeeld bij stro. Hieruit blijkt, dat in de loop van het verteringsproces de hoeveelheid koolstof afneemt in verhouding tot de hoeveelheid stikstof. Dit heeft twee oorzaken. Bij de omzetting van vers organisch materiaal verdwijnt koolstof in de vorm van koolstofdioxidegas. Aan de andere kant wordt stikstof uit de grond opgenomen, zodat de hoeveelheid stikstof toeneemt.

In een bacteriële lichaam is de C/N verhouding 10 : 1. Als deze verhouding in de bodem aanwezig is, dan is dit gunstig voor de aanwezige bacteriën en dus voor het vrijkomen van mineralen ten behoeve van gewassen. Het zou dus gunstig zijn, als we op een of andere manier deze verhouding snel zouden kunnen bereiken. Nu is er weinig te regelen aan het verdwijnen van koolstof. Er moet dus gekozen worden voor de aanvoer van stikstof. Wordt vers strorijk materiaal, onrijpe compost, afgevallen blad of veel tuinturf ondergewerkt, dan zullen we het te beplanten gewas zwaarder met stikstof moeten bemesten dan normaal. Dit is mede wegens de concurrentie door opname van bacteriën. De extra gegeven stikstof is niet verloren, want ze wordt tijdelijk vastgelegd in bacterie-eiwit en komt later weer vrij,

### **Organische stof: alles op een rij**

Waarom is organische stof nou zo ontzettend belangrijk?

- Het bodemleven wordt er door geactiveerd en bevorderd (voedsel).
- Door afbraak van organische stoffen is er een regelmatige aanvoer van voedingsstoffen voor de plant.
- De structuur van de bodem wordt er door verbeterd.
- Verteerde organische stof (humus) is donker van kleur. Daardoor warmt het eerder op en houdt het langer de warmte vast. Dit is gunstig voor de processen, die in de bodem plaats vinden.
- Humus houdt vocht vast. Dit is gunstig voor de planten.
- Humus bevat veel voedingsstoffen.
- Humus maakt zware, dichte gronden losser en losse zandige gronden vaster. Dit is gunstig voor de plantengroei en daardoor wordt de grond beter te bewerken.

### **Vragen en opdrachten**

- 16 Organische stof in de bodem wordt afgebroken.
  - a Waardoor komt dit?
  - b Wat zijn de functies van organische stof?
- 17 Organische stof is wat anders dan humus.

Wat is het verschil?
- 18 In de bodem heerst een zekere C/N-verhouding.
  - a Wat bedoel je met C/N verhouding?
  - b Waarom moet er extra met stikstof worden bemest als er strorijk materiaal wordt gebruikt?
  - c Hoe komt het dat vers strorijk materiaal een hogere C/N-verhouding heeft dan verteerde organische stof?
- 19 Humificatie is wat anders dan mineralisatie.

Wat is het verschil?
- 20 Organische stof maakt kleigronden losser en zandgronden vaster. Verklaar deze bewering.

- 
- 21 Bereken het organisch stofgehalte en het vochtgehalte als een hovenier van een grondmonster het volgende gewogen heeft:  
nat: 1230 gram  
droog: 910 gram;  
gegloeid: 835 gram.

## 1.6 Afsluiting

Het ontstaan van bodemdeeltjes en de daaraan vastgekoppelde vorming van het bodemprofiel is een proces van lange adem. In het begin zijn het levenloze natuurkrachten die de bodemvorming bepalen en in een later stadium is het het bodemleven en de mens die de 'cultuurgrond' maken tot wat het nu is. Je maakt daarbij onderscheid tussen organische en anorganische bodemdeeltjes. Het bodemleven is onmisbaar om de organische stof te verwerken. De humus die daarbij ontstaat is onmisbaar om de bodem vruchtbaar te maken.

### Vragen en opdrachten

- 22 Maak een verslag van de bodem in je eigen tuin. De volgende aspecten moeten daarbij aan de orde komen.
- a Welke functie heeft de bodem?
  - b Welke grondsoort denk je dat je hebt ?
  - c Welke bodemdieren kun je met het blote oog waarnemen?
  - d Is de ontstaansgeschiedenis terug te vinden in de bodem? Zo ja: hoe?
  - e Welke voordelen of nadelen zijn aan te geven van de grondsoort?
  - f Hoe hoog schat je het organisch stofgehalte en hoe kan je dat in de praktijk bepalen?
  - g Als je denkt een slechte structuur te hebben, hoe zou je deze dan kunnen verbeteren?

---

## 2 De structuur van de bodem

### Oriëntatie

Geert is bezig een gat te graven voor een boom, die hij wil planten. Na verloop van tijd komt hij tot de ontdekking dat hij niet veel opgeschoten is. Het valt tegen. Het zweet gutst van zijn gezicht. In deze grond zal zijn boom waarschijnlijk niet al te best groeien.

Een kennis aan de andere kant van het land is toevallig ook een boom aan het planten, althans ze is dat aan het proberen. De grond is veerkrachtig. Ze zakt bijna tot aan haar knieën in de grond. De spade is een gewillig stuk gereedschap. Ze komt een stuk verder dan Geert, maar het gat stroomt langzaam vol met water. Wat is dit nu voor een grond, wat kan je ermee, wat voor een structuur heeft hiervoor gezorgd?

In dit hoofdstuk gaan we het hebben over de structuur van de grond en de gevolgen voor het beplanten.



Figuur 2.1 De ene grondsoort is de andere niet.

### Leerdoelen

Na afronding van dit hoofdstuk kun je

- de verschillende eigenschappen van de bodemstructuur benoemen, die van belang zijn voor de plantengroei;
- de verschillende structuurvormen toelichten;
- manieren noemen, waarop je de bodemstructuur kunt verbeteren.

### 2.1 Structuur, dat wil ik zien

#### *rangschikking en binding*

Wat is structuur eigenlijk? Structuur is de onderlinge *rangschikking en binding* van de afzonderlijke bodemdeeltjes. Hoe liggen die bodemdeeltjes ten opzichte van elkaar? Hoeveel poriën zijn er tussen die deeltjes en hoe groot zijn die poriën? Binding is een belangrijk begrip. Als de bodemdeeltjes los liggen ten opzichte van elkaar dan is er weinig tot geen binding en kunnen de afzonderlijke deeltjes gaan 'lopen', verwaaien. Zijn de bodemdeeltjes op een of andere manier met elkaar

verbonden, dan zullen deze deeltjes redelijk op hun plaats blijven en kan er een stabiele structuur ontstaan. Tussen een losse en vaste structuur kunnen een aantal structuurvormen zich ontwikkelen.

### Het belang van de structuur

De aanwezigheid van poriën en holten tussen de vaste gronddeeltjes is van groot belang voor de eigenschappen van de grond en wel om de volgende factoren.

- 1 Er kan lucht en warmte in de grond dringen.
- 2 Er is een goede beworteling mogelijk.
- 3 Er kan water in de grond worden vastgehouden.
- 4 Een overmaat aan water kan worden afgevoerd.

Een zuurstofrijke bodem is een voorwaarde voor een goede plantengroei. Transport van lucht vindt plaats via de grotere poriën en holten. Wortels maken gebruik van deze bestaande poriën en holten en zullen zich daardoor beter vertakken en ontwikkelen. Tevens kunnen ze het water dat zich in de kleine poriën bevindt, opnemen. De grotere poriën dienen vooral voor waterafvoer en luchtverversing.

Voor een gunstige structuur van de bodem is het volgende van belang:

- voldoende hoeveelheid poriën en holten in de grond.
- een juiste verhouding tussen deze poriën en holten;
- voldoende stabiliteit.

'Wat een heerlijk grondje,  
ik sta lekker luchtig in de grond.  
En jij!'

'Ik heb zelfs een bron met water.'



Figuur 2.2 Essentieel voor een goede grond is een juiste verhouding tussen gronddeeltjes, water en lucht.

### Vragen en opdrachten

- 1 De bodem heeft een bepaalde structuur.
  - a Wat versta je daaronder?
  - b Wat is de betekenis van een goede structuur voor het bodemleven?
  - c Waar bestaat een goede structuur uit
- 2 In de bodem zitten grote en kleine poriën.

Welke functies hebben de grote en de kleine poriën in de bodem?



---

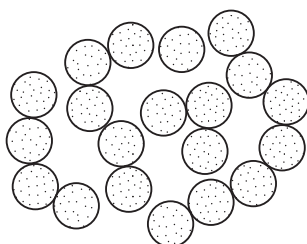
## 2.2 Structuurvormen

In de natuur zijn de afzonderlijke bodemdeeltjes soms op een karakteristieke wijze gerangschikt. De wijze van rangschikking en het veel of weinig voorkomen van poriën en holten zegt iets over de structuur van die bodem. In de praktijk maak je een duidelijk onderscheid tussen de verschillende structuren. Gelet op de rangschikking kom je tot de volgende indeling:

- kruimelstructuur;
- korrelstructuur;
- plaatstructuur.

### De kruimelstructuur is de beste

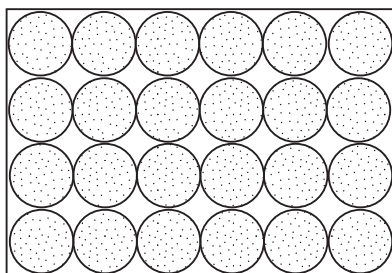
Bij de kruimelstructuur zijn de gronddeeltjes tot groepen samengebundeld tot de zogenaamde kruimels. In de kruimel, tussen de poriën, is ruimte voor water. Tussen de kruimels is ruimte voor lucht. Door deze combinatie van twee op zichzelf gunstige eigenschappen kan de wortel gemakkelijk aan zuurstof en water komen. De kruimelstructuur is de beste structuur die we kennen. Kleigrond met een kruimelstructuur is rul en goed te bewerken. Zandgrond met een kruimelstructuur houdt goed vocht vast, terwijl er geen gevaar voor stuiven is.



Figuur 2.3 Schematische voorstelling van een kruimelstructuur.

### De korrelstructuur is een losse bende

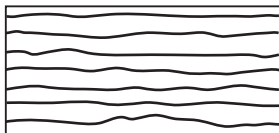
Bij de korrelstructuur liggen de afzonderlijke bodemdeeltjes geheel los van elkaar: Er is geen enkele binding. Neem een bak met knikkers en je hebt een voorbeeld van een korrelstructuur. Soms liggen ze heel dicht bij elkaar in een dichte pakking: de korrel is dan heel klein. Bij zandgronden, vooral in de ondergrond, komt deze structuur veel voor. Ook bij humusarme zandgronden en vastgereden kleigrond kan de bovengrond een korrelstructuur bezitten. Deze gronden stuiven gemakkelijk en slempen bij regenval snel dicht. Beworteling en doorworteling is op zandgronden met een dichte pakking niet mogelijk. Deze gronden kunnen weinig water en voedingsstoffen vasthouden.



Figuur 2.4 Schematische voorstelling van een korrelstructuur.

### **Plaatstructuur: hoe komt dat nou!**

Bij een plaatstructuur is duidelijk de horizontale gelaagdheid van de bodem te zien. Je ziet ze vaak op slempige gronden. Bij opdrogen barsten de platen en krullen ze omhoog. Ze ontstaan ook door zware druk van machines die regelmatig een bodem berijden. Denk aan de ploegzool bij een tractor of het rijden van bouwverkeer bij nieuwbouw. De ploegzool is de grenslaag tussen bouwvoor en ondergrond. Plaatstructuren zijn dichte structuren die weinig lucht en water kunnen bevatten. De wortelontwikkeling wordt ernstig belemmerd en de afvoer van water verstoord.



*Figuur 2.5 Schematische voorstelling van een plaatstructuur.*

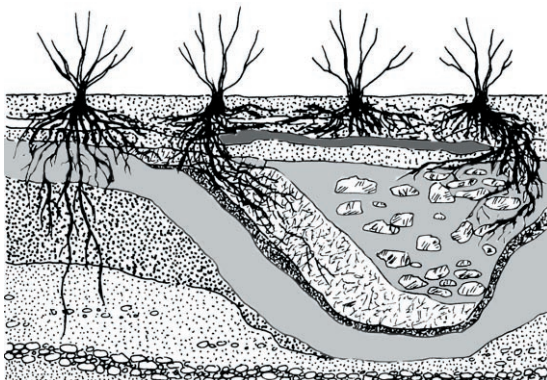
### **Beoordelen en verbeteren van de bodemstructuur**

In het veld kan je de structuur van de bodem op verschillende manieren beoordelen. Zo voelt een dichte en vaste structuur hard aan en geeft een dof geluid, als je er overheen loopt. Dat hoeft niet altijd te wijzen op een slecht structuur. Zo voelt in droge perioden kleigrond altijd hard aan.

Als je met de voeten in de grond wat weg zakt of als de grond zacht of verend aanvoelt, dan kan je met een losse, kruimelige structuur te maken hebben.

Of je vermoeden juist is kan je onder andere vaststellen door met de schop een dikke plak af te steken en deze van een hoogte van ongeveer een meter te laten vallen. De grond zal dan langs zijn natuurlijke breukvlakken in zijn structurelementen uiteen vallen. De breukvlakken geven je een belangrijke steun voor de beoordeling van de structuur. Zijn ze scherp en hoekig dan heb je met een slechte structuur te maken. Zijn ze wat afgerond in kruimelige, bloemkoolachtige elementen, dan heb je met een goed structuur te maken.

Als je de grond hebt uitgestoken, ontstaat er een verticale wand. De wand kan je met een tuinkrabber of mesje zachtjes bewerken. Daardoor kan je nagaan hoe de grond in zijn natuurlijke ligging eruit ziet. Verdichte lagen, grote en dichte kluiten en dergelijke kunnen zo worden ontdekt. Ook de beworteling kan worden bestudeerd.



*Figuur 2.6 Door een slechte bodemstructuur kunnen de wortels niet normaal groeien.*

Een goed vertakt wortelgestel wijst op een goede structuur. Plotselinge sterke vertakking of ombuiging wijst bijvoorbeeld op een storende laag in het profiel. Als de grond bij het schudden geheel van de wortels afvalt dan wijst dat op een dichte structuur met weinig poriën. Tenslotte wijst een grote wormenactiviteit op een gunstige structuur.

### Structuur bouwvoor

Voor hoveniers is de structuur van de bovenste 30 cm van de bodem, de bouwvoor, het belangrijkste. In deze laag vinden voor plant en dier de meeste activiteiten plaats. Dit is ook de laag, die we makkelijk kunnen bewerken. De verbetering van de structuur in de ondergrond is moeilijker te realiseren. Bij een slechte structuur in de bouwvoor gaan lichte gronden gauw stuiven en/of slempen. Op zware gronden is er kans op luchtgebrek of de grond is moeilijk te bewerken.



Figuur 2.7 Zware kleigrond is moeilijk te bewerken.

### Slempen en stuiven

*slemp*

*Slemp* is het ineenvloeien van de grond bij veel regen. Daarbij vullen de kleinere deeltjes de poriën tussen de bodemdeeltjes op. Slemp kan aan het grondoppervlak, maar ook in de gehele bouwvoor voorkomen. Door dit ineenvloeien raken de poriën dicht. De planten krijgen luchtgebrek en kunnen verstikken. De grond blijft in het voorjaar lang nat en bij het opdrogen ontstaat een harde korst aan de oppervlakte.

*stuiven*

*Stuiven* ontstaat vooral bij structuren die weinig of geen binding hebben tussen de afzonderlijke bodemdeeltjes. Het zijn vooral de zandgronden, de lichtere zavelgronden maar ook gronden in de veenkoloniën. Wanneer die gronden in het voorjaar opdrogen dan zullen de percelen met een fijn zaaibed bij een sterke wind gaan stuiven. In korte tijd kan veel grond verplaats worden en zich elders ophopen. Het jonge gewas heeft er door het schuren van de korrels veel last van, sloten kunnen dichtwaaien en het verkeer kan er zelfs door belemmerd worden.

### Problemen met de structuur

Zowel slempgevoeligheid als het stuiven kan door de volgende maatregelen worden tegengegaan.

- Bekalken: kalk laat kleideeltjes samenvlokken tot kruimels; dit heeft natuurlijk vooral effect op kleigronden.

- Organische bemesting; dit brengt onder andere kitstoffen in de grond waardoor de korrels tot meer stabiele kruimels worden gevormd. Hierdoor vloeit de grond minder snel.
- Goede ontwatering; natte grond laat zich makkelijk dichtdrukken en heeft te weinig lucht.
- De grond bewerken door bijvoorbeeld voor de winter kleigronden te ploegen.
- Beslist geen grondbewerking toepassen in natte omstandigheden. Zeer droge gronden intensief frezen kan alle structurelementen kapot maken.

### Vragen en opdrachten

- Door allerlei handelingen kan de structuur van de grond achteruitgaan. Structuurachteruitgang kan veroorzaakt zijn door
  - herhaald frezen van de bouwvoor
  - bekalking van de grond
  - bemesting met zuurwerkende meststoffen
  - ontwatering.
- Slemp is het vervloeien van de grond bij veel regen. Oorzaken van slemp kunnen zijn:
  - verzadiging van water in de bouwvoor
  - een diepe grondbewerking
  - druk op de gronddeeltjes
  - een ondiepe grondbewerking.
- De hovenier kan het slempgevaar enigszins voorkomen door
  - de grondwaterstand te verhogen
  - organische bemesting toe te dienen
  - het toedienen van een kali meststof
  - een groenbemester inzaaien.
- Met de structuur van de grond wordt bedoeld
  - de hoogte en binding van het grondwater
  - de ligging en rangschikking van de afzonderlijke bodemdeeltjes
  - de vorm van de afzonderlijke bodemdeeltjes
  - de wijze waarop de afzonderlijke bodemdeeltjes zich door de bodem verplaatsen.
- Het bepalen van de structuur gebeurt bij
  - onderzoek scheikundige elementen
  - onderzoek bodemprofiel
  - onderzoek grondwater
  - onderzoek bodemleven.
- Een instituut dat geraadpleegd kan worden voor profielonderzoek is het:
  - Laboratorium voor grond en gewasonderzoek
  - Stiboka
  - Sprengerinstituut;
  - Dienst Landbouwkundig Onderzoek Staring Centrum.
- De grond met de beste structuur is een grond met een
  - korrelstructuur
  - kruimelstructuur
  - plaatstructuur
  - bloemkoolstructuur

- 
- 10 Als je in de grond weinig wormen tegenkomt is dat een aanwijzing dat je vermoedelijk te maken hebt met een
- A gunstige structuur
  - B een hoog organisch stofgehalte
  - C een hoog kalkgehalte
  - D een ongunstige structuur
- 11 Slemp heeft een ongunstig effect op de grondsamenstelling.  
Met welke machines of grondbewerkingen verhoog je de kans op slemp?

## 2.3 Afsluiting

Het streven naar een goede structuur van de grond is een voorwaarde om de planten goed te kunnen laten gedijen. Om de juiste maatregelen te kunnen nemen is het belangrijk te weten met wat voor structuur je te maken hebt. Besproken zijn de kruimel-, korrel- en plaatstructuur. Door de kennis van de diverse structuren is het mede mogelijk om in het veld de structuren op kwaliteit te kunnen beoordelen. Je kunt tevens maatregelen nemen om de slechte structuren te verbeteren en de goede structuren in conditie te houden.

### Vragen en opdrachten

- 12 In dit hoofdstuk zijn verschillende problemen besproken met betrekking tot de bodemstructuur.  
Neem onderstaande tabel over en vul hem in.

<i>Soort probleem</i>	<i>Oorzaak van het probleem</i>	<i>Oplossing van het probleem</i>



---

## 3 Het bodemprofiel

### Oriëntatie

Ben je met een houweel de grond aan het openbreken, zak je ineens tot aan je knieën in een slappe modderige laag.

Door een gat te graven wordt de profielopbouw zichtbaar gemaakt: je ziet hoe alle lagen opgebouwd zijn. Er zijn daarbij drie factoren die voor een belangrijk deel de ontwikkeling van een profiel bepalen. Dat zijn lucht, water en warmte.

In dit hoofdstuk leer je wat de samenhang is tussen deze drie factoren en de bodem.

### Leerdoelen

Na afronding van dit hoofdstuk kun je

- uitleggen welke functies bodemlucht, bodemwater en bodemwarmte hebben voor de plantengroei;
- uitleggen hoe luchtverversing in de bodem plaatsvindt;
- de verschillende waterniveaus in de bodem herkennen;
- uitleggen welke factoren een rol spelen bij de opname van water door planten;
- uitleggen waardoor opwarming van de bodem tot stand komt;
- opbouw van een bodemprofiel beschrijven met de bijbehorende eigenschappen.



Figuur 3.1 *Sommige profielen zijn wel erg verrassend.*

### 3.1 Bodemlucht: een onmisbaar product

Lucht bestaat voor 20% uit zuurstof, 80% uit stikstof en voor 0,03% uit koolstofdioxide.

Er moet voldoende lucht in de grond zitten. Voor alle levensprocessen is energie nodig. Deze energie wordt geleverd door de verbranding en hiervoor is zuurstof nodig.

Komt er minder dan 10% lucht in de grond voor, dan is de zuurstofvoorziening onvoldoende. Wortels en bodemorganismen vormen als gevolg van de verbranding voortdurend koolstofdioxide. Wordt de koolstofdioxideconcentratie hoger dan 0,3% dan treedt groeiremming op. Het is dus belangrijk dat de grond voldoende wordt geventileerd. De grond mag daarom niet te nat, niet te droog en niet te vast zijn.

---

De hoeveelheid lucht die in de bodem aanwezig kan zijn hangt in sterke mate af van de hoeveelheid poriën en holten die in de bodem aanwezig zijn. In Nederland hebben de meeste gronden een poriënvolume van ongeveer 50%. In een droge grond is natuurlijk meer lucht aanwezig dan in een natte grond. Een grond die verzadigd is met water, waar dus alle poriën met water zijn gevuld, heeft heel weinig lucht. De planten kunnen in zo'n bodem niet groeien.

### **Wat is de functie van de bodemlucht?**

Bodemlucht wordt gebruikt voor verschillende doeleinden. Zo hebben plantenwortels, kiemende zaden, de meeste bacteriën, schimmels en bodemdieren zuurstof nodig voor de verbranding.

Organisch materiaal moet kunnen verteren en daar is zuurstof voor nodig, doordat de bacteriën zuurstof nodig hebben. Bovendien vindt door de aanwezigheid van zuurstof geen reductie plaats. Zou er namelijk reductie plaatsvinden, dan zouden er stoffen ontstaan die schadelijk zijn voor de beplanting. Denk aan zwavelverbindingen. Deze gassen stinken vaak naar stinkbommetjes.

### **Luchtverversing: hoe vindt dat plaats?**

Plantenwortels, kiemende zaden, organische stof en het bodemleven hebben dus zuurstof nodig. Ze geven koolstofdioxide aan de bodem terug. Proefondervindelijk is vastgesteld dat de bodem 10 tot 20 keer zoveel koolstofdioxide (ongeveer 0,5%) bezit dan de atmosferische lucht.

Er is veel zuurstof in de bodem nodig. Daarom is het noodzakelijk dat er regelmatig bodemverversing plaats vindt, anders wordt de bodem te arm aan zuurstof en te rijk aan koolstofdioxide.

Hoe groter het poriënvolume, dus hoe meer holten en poriën, des te beter en sneller zal luchtverversing plaats kunnen vinden. Dit kan je bevorderen door de grond te bewerken, door organisch materiaal door de bodem te verwerken en door voor een goede ontwatering (drainage) te zorgen. Door te schoffelen, spitten, harken en te ploegen kun je zorgen voor voldoende luchttoevoer. Soms kun je snel een verbetering tot stand brengen door alleen de bovenlaag te schoffelen. Dit is met name het geval bij slempgevoelige gronden, die door een zware regenbui zijn dichtgeslagen.

Uitwisseling van bodemlucht met atmosferische lucht (verversing) wordt ook bevorderd door inzakkend regenwater, wind, temperatuurschommelingen en luchtdrukverschillen. Deze uitwisseling gaat echter minder snel dan de grondbewerking.

### **Vragen en opdrachten**

- 1 Bodemlucht heeft verschillende functies.  
Noem enkele van deze functies.
- 2 Uitwisseling van bodemlucht en atmosferische lucht vindt op uiteenlopende manieren plaats.
  - a Op welke manieren kan deze uitwisseling plaats vinden?
  - b Op welke wijze kan een hovenier bijdragen aan een goede bodemverversing?



## 3.2 Bodemwater: een belangrijke vloeistof

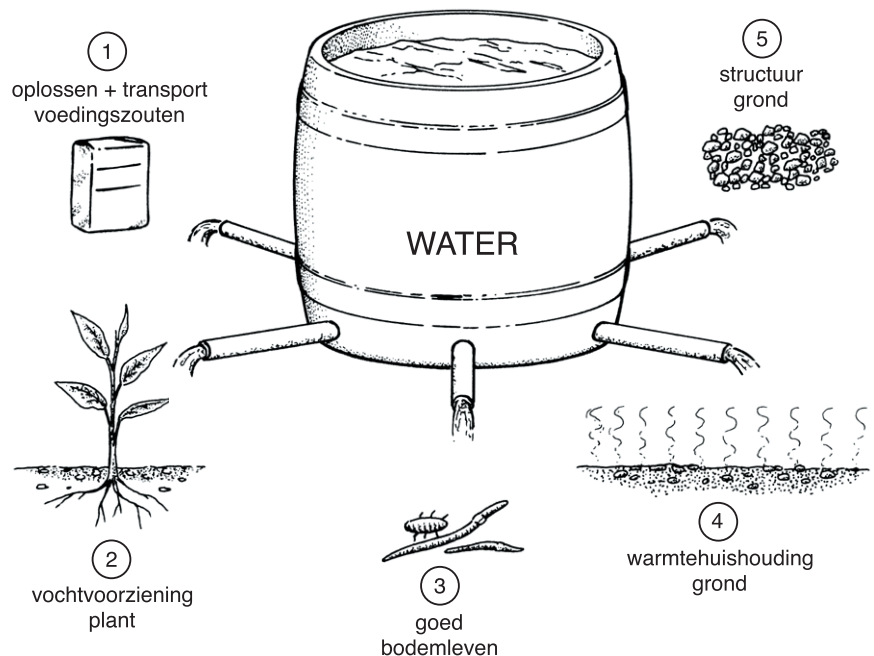
Voor een goede plantengroei zijn grote hoeveelheden water nodig. Allerlei processen die in de bodem plaats vinden, gebeuren mede onder invloed van water. Te veel water is slecht voor de ontwikkeling van plant en dier in de bodem. Water is eigenlijk de belangrijkste vloeistof voor mens, dier en bodem.

### Het belang van water voor bodem en plant

Water heeft een aantal belangrijke functies.

In de bodem is water onmisbaar voor:

- het oplossen en transporteren van voedingszouten;
- de structuur van de grond;
- de warmtehuishouding van de bodem;
- een goed bodemleven (wormen, bacteriën);
- vochtvoorziening voor de plant.



Figuur 3.2 Water heeft verschillende functies in de bodem.

In een plant wordt het water voor verschillende doeleinden gebruikt

- 90% van het water verdampt. Voor de verdamping van water is warmte nodig. Deze warmte wordt voor een deel onttrokken aan de plant. Daardoor loopt de temperatuur in de plant niet te hoog op. Je kunt het vergelijken met zweten.
- Een deel van het water wordt gebruikt voor de fotosynthese. Ook voor andere assimilatieprocessen is water nodig.
- Door de vaatbundels van een plant vindt met behulp van water transport van stoffen plaats, zoals voedingszouten en suikers.
- Water is een bouwstof voor alle organismen, dus ook voor planten. Bovendien neemt de stevigheid van plantencellen toe als gevolg van de opname van water.

## De plaats van het water

Water zit niet zo maar in de grond. Het kan op vele manieren in de grond gebonden zijn. Het kan gebonden zijn:

- rondom de vaste bodemdeeltjes (vrij sterke binding);
- aan de zouten die in de bodem voorkomen (denk aan osmose);
- in de poriën en kleine gangen (capillair gebonden water);
- in de grote holten en gangen (niet gebonden water).

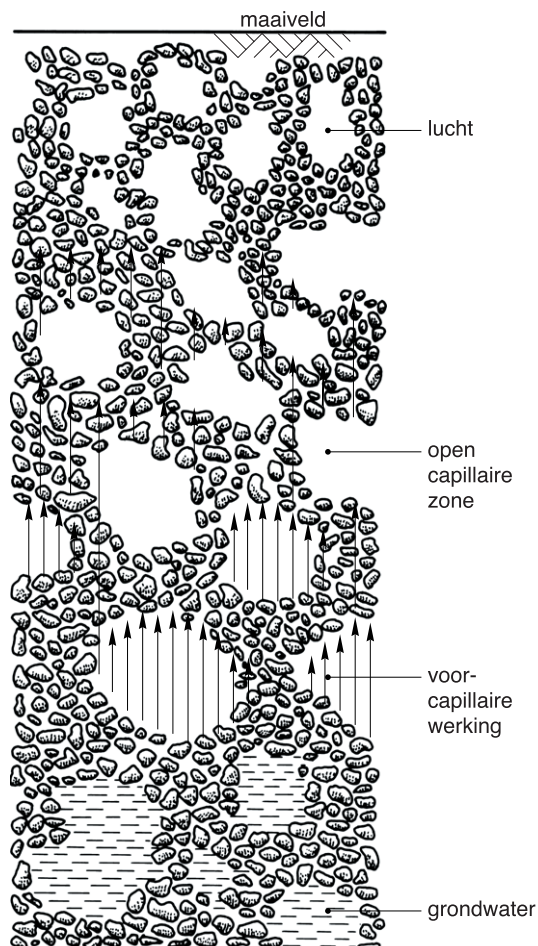
Bovendien zit het water op verschillende plaatsen. In het bodemprofiel onderscheid je drie belangrijke waterzones: de grondwaterzone, de capillaire zone en de hangwaterzone.

## Grondwaterzone

Als je een gat graaft of een geperforeerde peilbuis in de grond plaatst, dan zal zich na verloop van tijd een grondwaterniveau instellen. Je spreekt dan van een *grondwaterspiegel*. Beneden dit profiel zijn alle poriën en holten met water gevuld. Er is nauwelijks tot geen zuurstof aanwezig. Wortelgroei is in deze zone onmogelijk. Deze zone wordt de *grondwaterzone* genoemd. Een sterk wisselende grondwaterstand is schadelijk voor het gewas. Het veroorzaakt onder andere wortelsterfte. Via de peilbuizen is de grondwaterstand te meten. Meestal wordt de grondwaterstand uitgedrukt in meters of centimeters min maaiveld of ten opzicht van het N.A.P. (zie figuur 3.3).

*grondwaterspiegel*

*grondwaterzone*



Figuur 3.3 Het voorkomen van water in het bodemprofiel

---

### Capillaire zone

Vanuit het grondwater stijgt capillair water via de capillairen of haarvaten in de bodem omhoog. De stijghoogte is afhankelijk van de poriëndiameter. Dit geldt ook voor de stijgsnelheid. In matig of grof zand, bijvoorbeeld duinzand, zal een snelle capillaire opstijging plaats vinden, maar de stijghoogte is slechts ongeveer 50 centimeter. In klei verloopt de opstijging heel langzaam, maar kan wel tot twee meter oplopen.

*vol-capillaire zone*

Gronden die naar beneden geleidelijk dichter van samenstelling worden (aflopend profiel) hebben van beneden poriën die steeds kleiner worden. Dit is gunstig voor een goede capillaire opstijging. Net boven de grondwaterspiegel zullen de kanaaltjes gevuld zijn met water. De poriën zitten 'vol' met water, van daar de naam *vol-capillaire zone*. Verder naar de oppervlakte, in de capillaire zone, zijn de poriën gevuld met water of met lucht. Er is een vrij constante aanvoer van water, zodat de plant in deze waterzone altijd water tot zijn beschikking heeft. Het grondwater moet dan niet te diep zitten en er dienen geen storende lagen aanwezig te zijn. (zie figuur 3.4)

### Hangwaterzone

De hangwaterzone zit boven in het profiel. Het water wordt alleen in de nauwe gangen, de capillairen, vastgehouden. De grotere holten en gangen zijn met lucht gevuld. De hangwaterzone wordt voornamelijk gevoed door regenwater en incidenteel door de schommeling van het grondwater. Klei- en veengronden hebben over het algemeen wel invloed van het grondwater. Daar kan het grondwater via capillaire opstijging tot in de hangwaterzone stijgen. Op hoge zandgronden waar de capillaire opstijging niet kan plaats vinden, omdat het grondwater te diep weg zit, moeten de planten het alleen hebben van het hangwater. Daarom is een flinke humeuze bovenlaag nodig om het water in die gronden te kunnen vast houden. Je spreekt dan van *hangwaterprofielen*.

*hangwaterprofielen*

Of een plant gebruik maakt van hangwater of van capillair water wordt dus vooral bepaald door de grondwaterstand. In gronden waar de grondwaterstand dieper is dan 1 tot 1,5 meter (afhankelijk van grofheid zand en lutum/leemgehalte) zijn de planten afhankelijk van het hangwater.

Voor de plant is alleen hangwater en capillair water opneembaar, omdat alleen in de hangwater- en capillaire zone lucht aanwezig is (zie figuur 3.4). In de grondwaterzone is nauwelijks lucht aanwezig en kunnen wortels niet overleven.

### Opneembaarheid en bodemstructuur

De bodemstructuur bepaalt hoeveel en hoe makkelijk planten het water uit de bodem kunnen opnemen. De opneembaarheid is gekoppeld aan de mate waarin het water aan de bodem gebonden is. In verband hiermee zijn de volgende begrippen van belang:

- verzadiging;
- veldcapaciteit;
- verwelkingspunt;
- beschikbaarheid;
- vochtspanning.

---

### Zuigspanning contra vochtspanning

In de bladeren zitten openingen, de zogenaamde huidmondjes, waarlangs waterdamp de plant verlaat. Die huidmondjes zijn een soort schoorstenen. Hoe meer licht, wind en warmte hoe meer water er verdampt bij de bladeren. Deze verdamping veroorzaakt een zuigspanning, waarmee de wortels water uit de bodem opnemen.

Aan de andere kant kan de grond het water met een zekere spanning (kracht) vasthouden. Je kunt het vergelijken met een spons. Het eerste water gaat er gemakkelijk uit. Op den duur kan je nog zo hard knijpen in die spons, er zal geen water meer uit komen. De spons voelt dan nog wel vochtig aan. De binding van water aan de bodem heet vochtspanning. Bij een lage vochtspanning kunnen wortels gemakkelijk water uit de grond opnemen. Hoe hoger de vochtspanning, des te moeilijker het voor de plant wordt om water aan de bodem te onttrekken.

### Van verzadigd tot verwelkt

Als alle poriën en holten, zowel de grote als de kleine, met water gevuld zijn dan noem je de grond verzadigd. Als we het water op een natuurlijke manier volgens de wet van de zwaartekracht laten uitdruppen, dan zal al het water uit de grotere holten en gangen verdwijnen. Het moment dat er uit de grond geen water meer wegzakt wordt *veldcapaciteit* genoemd. Het water dat achterblijft in de poriën is opneembaar voor de planten. Er komt een moment dat het water zo sterk aan de bodem is gebonden dat de planten dat niet meer kunnen opnemen. Als dit moment bereikt wordt gaan de planten verwelken, slap hangen. Dit punt wordt dan *verwelkingspunt* genoemd. Dit verwelkingspunt ligt voor iedere plant anders. Bonen hebben een lage zuigkracht; zonnebloemen daarentegen een zeer grote zuigkracht. Alleen de vochtvoorraad die met een spanning aan de grond gebonden is, die ligt tussen de veldcapaciteit en verwelkingspunt is voor de plant opneembaar. Deze hoeveelheid noem je *beschikbaar water*. De hoeveelheid beschikbaar water is te berekenen door het verschil te nemen tussen de veldcapaciteit en het verwelkingspunt.

*veldcapaciteit*

*verwelkingspunt*

*beschikbaar water*

### Een fikse regenbui en dan...

Na een stevige regenbui is de bouwvoor verzadigd met water. Alle poriën zijn gevuld met water. Enige tijd later is het water uit de grote poriën naar de ondergrond gezakt. Het water uit de kleine poriën is makkelijk voor de plant opneembaar; er is weinig zuigkracht voor nodig (veldcapaciteit).

Om meer water aan de bodem te kunnen onttrekken moet de plant steeds meer zuigkracht uitoefenen. Het water dat op enige afstand rondom het bodemdeeltje zit (water zuigt water aan) kan zo nog onttrokken worden aan de bodem. Het water dat in en strak rondom het bodemdeeltje zit is niet voor de plant opneembaar.

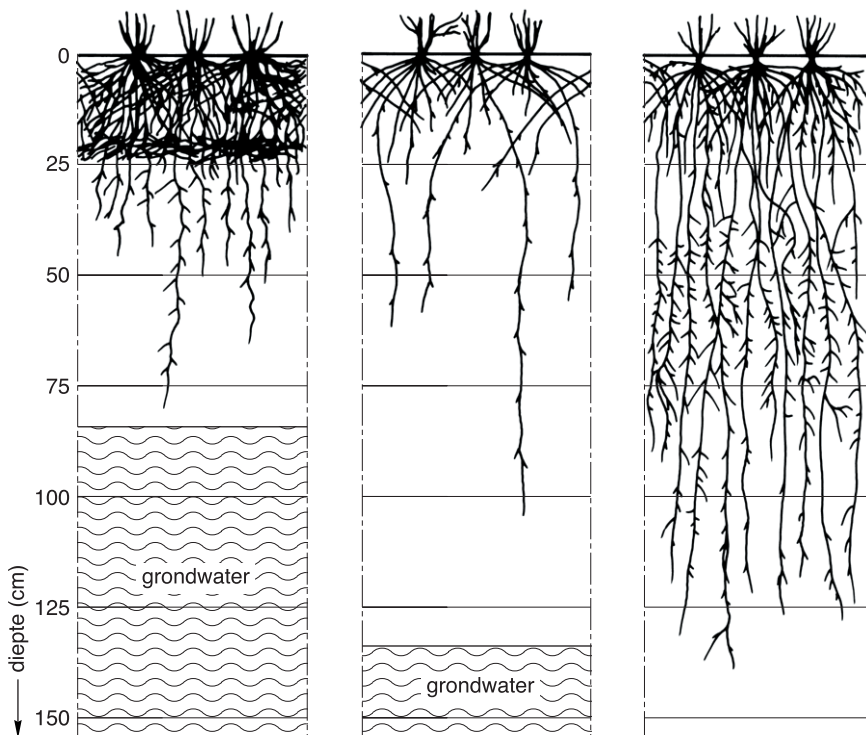
Het water in de hangwaterzone wordt snel verbruikt en de aanvoer is niet constant. De hangwaterzone kan dus niet constant water leveren. Dit kan de capillaire zone wel. Het is dan ook niet verwonderlijk dat plantenwortels tot net boven de grondwaterspiegel zullen doorgroeien, waar de capillaire zone begint.

### Soms moet je storende lagen doorbreken

Hooggelegen zandgronden kunnen met geen mogelijkheid het grondwater via de capillairen hoog genoeg laten stijgen. Dergelijke gronden zijn totaal aangewezen op de hangwaterzone.

Bij de andere grondsoorten zal er wel voldoende grondwater via de capillairen opstijgen. Tenminste als die opwaartse stijging niet belemmerd wordt. Gronden met storende lagen zijn slecht voor de aanvoer van grondwater. De wortels kunnen niet profiteren van de opstijgende aanvoer van water uit het grondwater. Ook in dergelijke gevallen zijn de planten aangewezen op het hangwater. Het doorbreken van storende lagen is dus altijd aan te raden.

Zandgronden bestaan uit grofkorrelige anorganische deeltjes, die het water slecht vasthouden. Door dergelijke gronden te bemesten met een goede organische meststof kan het water gebonden worden. De organische deeltjes houden namelijk water vast, waardoor er een kleine buffer van water ontstaat.



Figuur 3.4 De invloed van grondwater op de beworteling.

In de tabel zie je enkele voorbeelden van grondsoorten en hun beschikbaarheid aan water.

Grondsoort	Veldcapaciteit	Verwelkingspunt	Beschikbaarheid
1. Esgrond	30%	8%	22%
2. Duinzand	7%	2%	5%
3. Veengrond	72%	19%	53%
4. Zware klei	44%	26%	18%
5. Zavelgrond	33%	12%	21%

1% = 1 mm H<sub>2</sub>O/10 cm grondlaag

In voorbeeld 1, 2 en 3 wordt het water vastgehouden door organische stof; in voorbeeld 4 en 5 door het lutum.

---

### Vragen en opdrachten

- 3 Bodemwater speelt een belangrijke rol voor de plantengroei.  
Welke functies heeft water in de grond? Licht deze functies toe.
- 4 Planten hebben water nodig.  
Leg uit waarom water voor planten zo belangrijk is.
- 5 Water kan op verschillende manieren in de grond gebonden zijn. Welke manieren?
- 6 Beschrijf de volgende begrippen:
  - a veldcapaciteit;
  - b verwelkingspunt;
  - c beschikbaar water;
  - d vochtspanning;
  - e verzadigd.
- 7 Na een regenbui kan de grond verzadigd zijn met water.  
Wanneer noem je een grond verzadigd met water?
- 8 Na een hevige regenbui zullen de grote holten vrij snel weer leeg lopen. Licht dit toe.
- 9 Bij veldcapaciteit zit er een bepaalde hoeveelheid water in de bodem.  
Zal er bij veldcapaciteit meer of minder water in de grond aanwezig zijn dan bij verzadigde toestand. Licht je antwoord toe.
- 10 Onder bepaalde omstandigheden kunnen planten geen water meer uit de bodem opnemen terwijl het er nog wel is. Wanneer is dit het geval?
- 11 Beschrijf de volgende begrippen:
  - a hangwaterprofiel;
  - b grondwaterprofiel.
- 12 Bij een zavelgrond ligt de grondwaterspiegel lager dan bij een zandgrond.  
Hoe komt dat?
- 13 Planten kunnen een bepaalde hoeveelheid vocht uit de hangwaterzone opnemen.  
Waardoor wordt deze hoeveelheid bepaald?
- 14 Planten groeien met hun wortels door tot net boven de grondwaterspiegel.  
Waardoor komt dat.
- 15 Op hooggelegen zandgronden blijft het wortelstelsel beperkt tot de hangwaterzone.  
Leg uit waardoor dit komt.
- 16 Zandgronden kunnen bodemwater niet goed vasthouden.  
Hoe kan je het vochthoudend vermogen van zandgronden verbeteren?
- 17 In de tekst staat een tabel met voorbeelden van grondsoorten en de beschikbaarheid aan water.  
Maak een tekening van de beworteling die je verwacht bij de genoemde grondsoorten.

## 3.3 Functie van water in relatie tot warmteopslag

In de winter zijn zaden niet in staat om te ontkiemen. Ook al is er voldoende vocht aanwezig, de warmtetoevoer is ontoereikend.. Warmte is noodzakelijk voor de ontkieming en groei van gewassen en voor het bodemleven.

De temperatuur van de bodem wordt in hoofdzaak bepaald door directe



zonnestraling en door uitstraling van het aardoppervlak. De instraling vindt hoofdzakelijk overdag plaats en de uitstraling 's nachts. Hierdoor zijn de dagelijkse temperatuurverschillen aan het grondoppervlak groot. De jaarlijkse temperatuurschommelingen zijn nog veel groter.

### Absorptie: het opslaan van warmte

De bodem kan een deel van de aangevoerde warmte opslaan: absorberen. De hoeveelheid warmte die door instraling van de zon kan worden geabsorbeerd hangt in sterke mate af van de opnamecapaciteit (=absorptievermogen) van de bodem en de helling die deze bodem heeft. Hoe donkerder de grond des te meer warmte wordt opgenomen. Een lichte grond kaatst veel straling terug. Een bedekte bodem kan minder warmte opnemen dan een onbedekte bodem. Omgekeerd: een bedekte bodem houdt langer haar warmte vast dan een onbedekte bodem. Een natte grond neemt traag warmte op. Het duurt lang voordat de grond op temperatuur is gekomen. Daarentegen komt een droge grond snel op temperatuur. Ligt de bodem onder een helling aan de zuidzijde, dan absorbeert die bodem meer warmte dan een helling op de noordzijde.

### Uitstraling

's Nachts gebeurt er het tegenovergestelde van wat overdag plaats vindt. Heb je overdag te maken met instraling van de warmte, in de nacht heb je te maken met uitstraling, dus verlies aan warmte. Uitstraling kan in het voorjaar bij heldere hemel en windstil weer een groot effect sorteren. Het kan zelfs zijn dat het luchtlaagje net boven de grond tot juist onder het vriespunt daalt. Gewassen die geen vorst kunnen verdragen kunnen daardoor ernstige vorstschade oplopen. Natte gronden hebben minder last van nachtvorst, omdat ze minder snel de warmte afgeven aan de omgeving. Ze zijn relatief warmer dan het land. De warmte die de natte gronden afgeven aan hun omgeving kan net voldoende zijn om een paar graden nachtvorst af te wenden. De aanwezigheid van sloten en vaarten en het nat maken van de grond geeft hetzelfde effect.

'Het is niet koud.  
Zouden die sloten  
zoveel warmte afgeven?  
Wat een uitstraling.'

'Brr, het is koud.'



Figuur 3.5 Sloten geven warmte af.

### Vragen en opdrachten

- 18 De bodemtemperatuur kan sterk wisselen.
  - a Waardoor komt een bodem op temperatuur?
  - b Op welke manieren kan een bodem warmte verliezen?
  - c Welke factoren bepalen de warmteopname van de grond?
- 19 Een natte grond in het voorjaar blijft lang koud blijft en in het najaar lang warm ten opzichte van de bodem. Waardoor komt dit?
- 20 Tot laat in het voorjaar kan nachtvorst voorkomen.
  - a Waardoor ontstaat nachtvorst?
  - b Op welke manieren kan je aan de bodem nachtvorstschade proberen te voorkomen?

## 3.4 Het bodemprofiel

Wortels nemen water en mineralen op uit de bodem en hebben voor een goede wortelontwikkeling zuurstof nodig en een geschikte temperatuur.

Voor een goede wortelontwikkeling is dus zowel de bouwvoor als de ondergrond belangrijk.

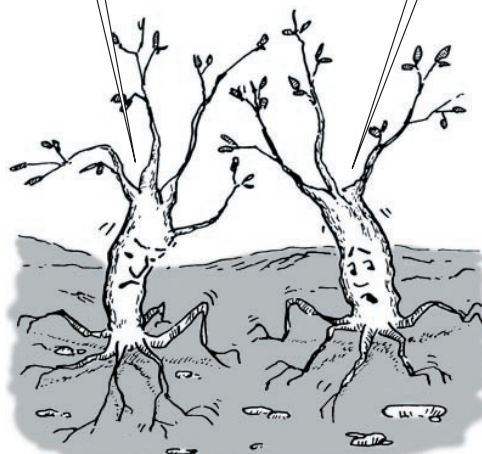
Daarom moet je weten welke lagen er in een grond voorkomen, welke eigenschappen deze grondlagen bezitten en wat er eventueel gedaan kan worden om verbeteringen aan te brengen.

De profielopbouw van de verschillende gronden in Nederland is door Stiboka al voor een groot deel in kaart gebracht. Deze kaarten geven slechts een globale indruk van een bepaald gebied.

Een in de praktijk toepasbare methode is het graven van een of meerdere kuilen. Daarnaast is het gebruik van een grondboor een eenvoudige, maar onvolledige manier. Een guts geeft al een aanzienlijk beter beeld van de grondlagen.

'Beneden heb ik niets te zoeken,  
ik kom er niet eens doorheen,  
zo dicht is het.'

'Ze mogen mij wel  
aan de zuurstoffles leggen.'



*Figuur 3.6 Voor een goede ontwikkeling is zowel de bouwvoor als de ondergrond van belang.*



---

*bouwvoor*

*ondergrond*

*ploegzool*

### **De bovenste lagen**

De bovenste grondlaag is meestal donkerder dan de grondlaag die dieper zit. Deze donkere kleur wordt veroorzaakt door een hoog gehalte aan organische stof (= resten van planten en dieren).

Mede door dit hoge gehalte is deze grondlaag (ongeveer 5-25 cm dik) extra vruchtbaar. Deze grondlaag heet de *bouwvoor*. Onder deze laag vinden we een grondlaag, die meestal minder organische stof en minder plantenvoedsel bevat en een lichtere kleur bezit. Dit noemen we de *ondergrond*.

Op gronden, die vaak met zware werktuigen zijn bewerkt, treffen we op de scheiding van de bouwvoor en de ondergrond soms een dichte laag aan, die wel *ploegzool* wordt genoemd. Deze belemmert water- en luchtbewegingen en houdt plantenwortels tegen.

### **Waterbewegingen in de gleyzone**

In de grijze of lichtbruine ondergrond zien we soms roestvlekjes en streepjes, die aangeven hoe groot de bewegingen zijn van het grondwater in zomer en winter. In paragraaf 1.2 hebben we al verteld, dat deze roestvlekjes veroorzaakt worden door oxidatiereacties die in de gleyzone ontstaan zodra de grond blootgesteld wordt aan lucht. Stel dat we vrij veel roestvlekken vinden vanaf 30 cm tot 90 cm onder het maaiveld, dan geeft dit globaal aan dat de bovenste grondwaterstand (winterstand) tot 30 cm onder het maaiveld zal komen en de laagste stand (zomerstand) ongeveer 90 cm diep zal liggen. In een zone waarin de grondwaterstanden zo sterk wisselen kunnen plantenwortels moeizaam leven. Er mag in zo'n geval best wel wat gedaan worden aan de waterbeheersing.

### **Nog dieper**

Weer dieper vinden we een grondlaag, die zich bijna altijd onder het grondwaterpeil bevindt en dus voor de plantengroei van weinig betekenis is. De wortels komen er niet of sterven af. Op klei- en zavelgronden is de kleur grijsachtig. Wel is kennis van deze laag soms van betekenis bij het aanleggen van een drainage.

Telkens weer moeten we bij het bekijken van alle grondlagen nadenken over de vraag: 'Kan een plantenwortel hier goed groeien'?

### **Het bodemleven**

Een goede indruk van het bodemleven krijgen we door in de profielkuil te kijken naar de diepte tot waar nog plantenwortels voorkomen en de regelmaat waarmee ze worden aangetroffen. Dit is vooral duidelijk te zien in de nabijheid van bomen en minder bij ondieper wortelende gewassen. We moeten dan afgaan op het aantal wormgangen en de diepte waarop we ze vinden om van het bodemleven een indruk te krijgen.

### **De vruchtbaarheid**

Over enkele elementen van de vruchtbaarheid kan een profielkuil ons nuttige informatie verstrekken. Zo'n kuil geeft ons een beeld van de bodemlagen, de structuur, de bewortelingsdiepte, de waterhuishouding en het bodemleven. Het liefst ziet men een gelijk matig aflopend profiel, dat wil zeggen het slibgehalte neemt dan langzaam af en het zandgehalte toe zonder storende lagen. Het bodemprofiel geeft echter slechts een onvolledig beeld van het beschikbare plantenvoedsel. Daarom moet een profielonderzoek worden aangevuld met een grondanalyserapport met bemestingsadvies en de ervaringen van anderen, die soortgelijke gronden reeds langdurig gebruiken. Vooral dit laatste moet niet vergeten worden!

---

*indringingsweerstand*

*10 newton ~ 1 kg*

### De penetrometer/penetrograaf

Bij veldbodemkundig onderzoek maken we gebruik van de penetrometer of van de penetrograaf. Het zijn handzame apparaten, waarmee we op eenvoudige en snelle wijze directe informatie kunnen verkrijgen over de *indringingsweerstand* van de bodemlagen. Die informatie is van belang voor allerlei toepassingen.

De punt van de penetrometer wordt met een constante kracht in de grond gedrukt. Daarbij zal de meter uitslaan. Indien er een harde, vaste laag aanwezig is zal er meer kracht nodig zijn om deze pen de grond in te drukken. De meter slaat verder uit.

Een penetrometer meet de indringingsweerstand in newton per cm<sup>2</sup>. Bij een indringingsweerstand van minder dan 150 newton per cm<sup>2</sup> kunnen de wortels van nagenoeg alle planten goed groeien. Komt de weerstand, die je meet, boven de 250 newton per cm<sup>2</sup> dan is beworteling niet of nauwelijks meer mogelijk.

De onderstaande grafiek is ontstaan door een weerstandsmeting met een penetrometer. In deze grafiek is af te lezen dat er in het bodemprofiel een storende laag aanwezig is op een diepte van ongeveer 26 tot 32 centimeter.

### Toepassingen

Het bepalen van de indringingsweerstand/draagvermogen van gronden kent veel toepassingen in onze samenleving. Onderzoek kan gedaan worden ten behoeve van:

- algemeen bodemkundig onderzoek; eenvoudige funderingsadviezen bij kassenbouw;
- controle van kunstmatig gemaakte verdichtingen;
- geschiktheidsbeoordelingen;
- onderzoek naar slechte groeiomstandigheden voor planten en bodem;
- opsporen van verdichte bodemlagen.

### Vragen en opdrachten

21 Geef van de volgende stellingen of ze juist zijn of niet.

Het maken van profielkuilen geeft inzicht in

- de structuur van de bovengrond ja / nee
- de bemestingstoestand ja / nee
- de pH van de grond ja / nee
- bodemziekten ja / nee
- de waterhuishouding in de grond ja / nee
- de slempgevoeligheid ja / nee
- de diepte van beworteling ja / nee
- storende lagen ja / nee
- het gehalte afslibbare deeltjes ja / nee
- de bruikbaarheid voor diep wortelende gewassen ja / nee

22 Een goede grond moet aan een aantal voorwaarden voldoen.

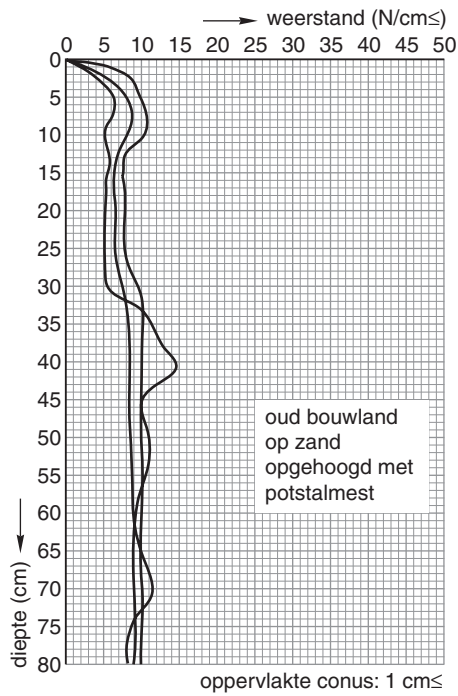
Aan welke voorwaarden.

23 Als de indringingsweerstand van een grondlaag hoog is, kunnen planten er niet met hun wortels doorheen.

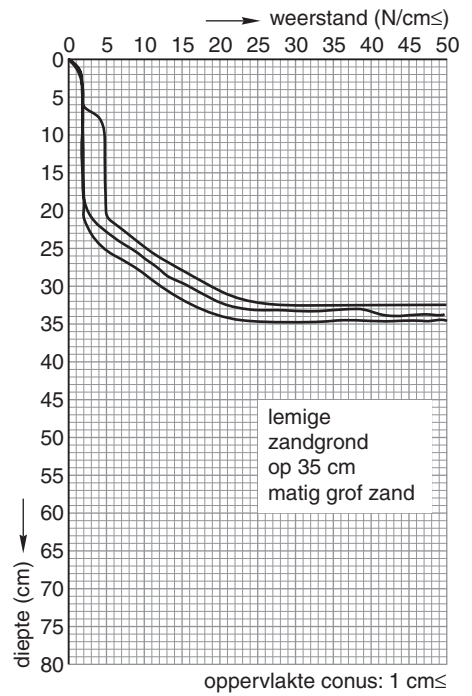
Op welke manieren kan de indringingsweerstand voor de wortels verlaagd worden?

24 De temperatuur van de grond is afhankelijk van de vochtigheid.

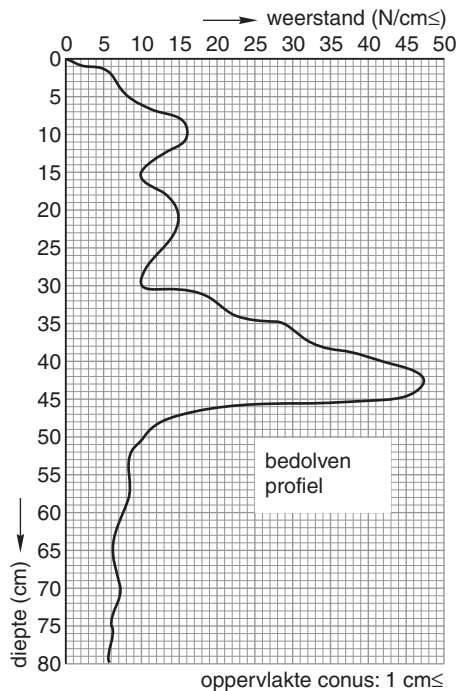
Waardoor komt dat?



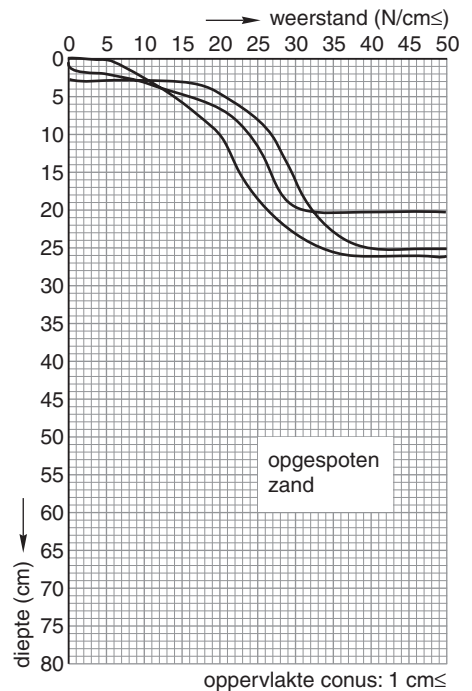
a Weinig indringingsweerstand; er is een goede beworteling mogelijk.



b Zeer hoge indringingsweerstand; er is geen beworteling mogelijk.



c Hoge indringingsweerstand op 40 centimeter diepte door een storende laag.



d Zeer hoge indringingsweerstand; deze grond is geschikt voor huizenbouw.

Figuur 3.7 Indringingsweerstand

NB De conusoppervlakte is het oppervlak waarmee de weerstand gemeten wordt.

- 
- 25 De bouwvoor speelt een belangrijke rol bij gewassen.  
Wat wordt bedoeld met de bouwvoor?
  - 26 Een ploegzool verhindert een goede wortelontwikkeling.
    - a Wat is een ploegzool?
    - b Hoe kunnen we een ploegzool voorkomen?
  - 27 Door een profielkuil te maken kun je onder andere het bodemleven te beoordelen.  
Hoe is in een profielkuil het bodemleven te beoordelen?
  - 28 De ene grond is vruchtbaarder dan de andere grond  
Wat bedoelen we met vruchtbaarheid van de grond?

### 3.5 Afsluiting

In dit hoofdstuk heb je geleerd dat een goede structuur voor een belangrijk deel wordt bepaald door de aanwezigheid van water en lucht. Zonder deze ingrediënten is beworteling onmogelijk. De hoeveelheid water en lucht moet dan in een juiste verhouding staan tot de vaste bodembestanddelen. De hoeveelheden water en lucht die een bodem kan bevatten is per grondsoort verschillend. Warmtetoevoer aan de bodem vindt plaats door instraling van de zonne-energie

#### Vragen en opdrachten

- 29 Beoordeling van een bodemprofiel in het veld  
Als hovenier wordt je regelmatig gevraagd om advies te geven over de beplanting of problemen daarmee van stukken grond die je niet kent. Je zult dan ook regelmatig bodemonderzoek moeten doen. In deze opdracht voer je een van de mogelijke vormen van bodemonderzoeken uit, namelijk het graven van een profielkuil.  
De docent geeft je een kopie mee van de volgende twee bladzijden. Je kunt deze als kladpapier gebruiken, zodat je na het bodemonderzoek de gegevens in het net over kunt nemen.

#### Benodigdheden

- een kopie van de volgende twee bladzijden te gebruiken als kladpapier om de gegevens uit het onderzoek op te schrijven.
- twee spaden, schaalliniaal, potlood, pen.

#### Werkwijze

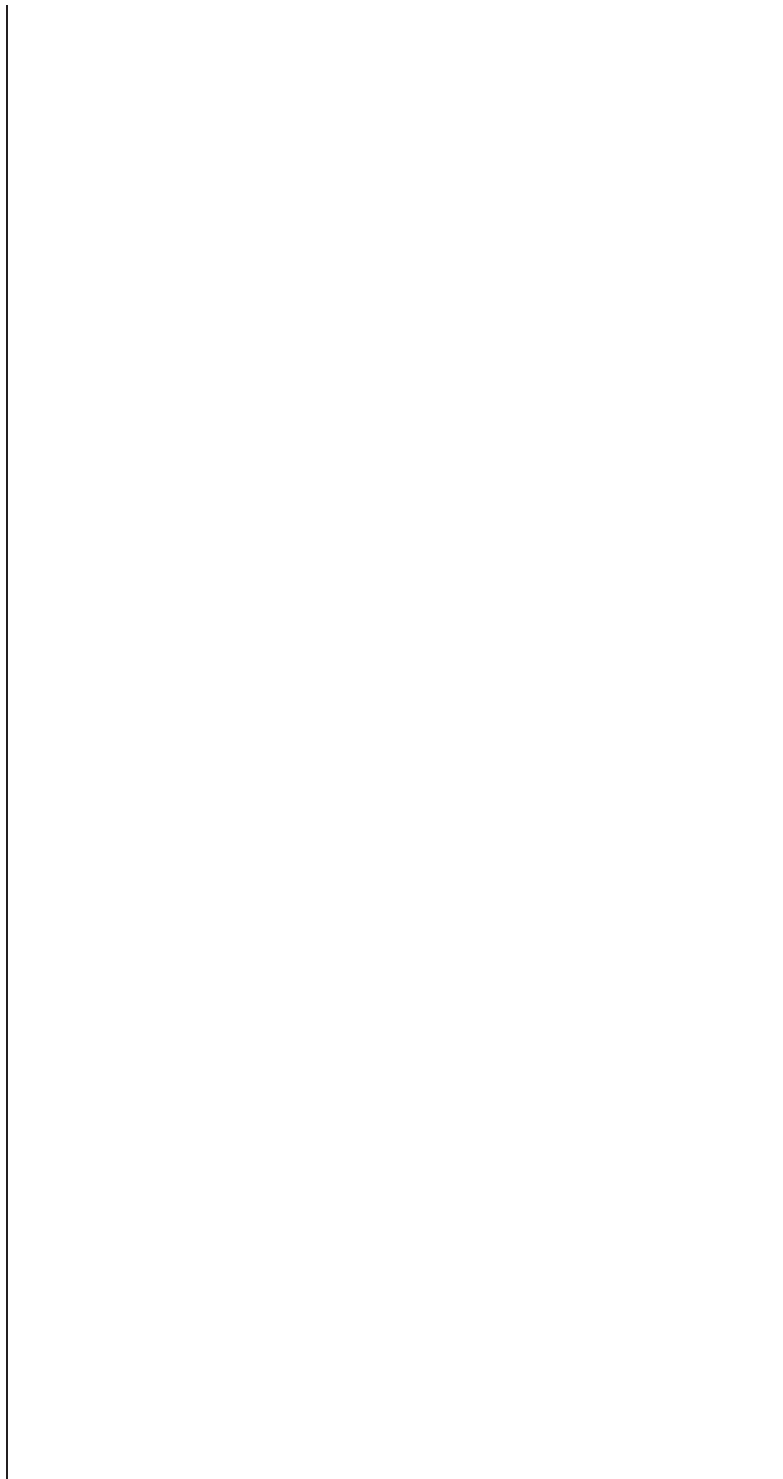
- 1 De plek krijg je aangewezen. Op die plek graaf je een gat van 1x1x1 meter.  
Werk in groepjes van twee of drie leerlingen.
- 2 Zet in de tekening de gevonden lagen neer (1 cm op de tekening = 10 cm in werkelijkheid). Let goed op de kleur.
- 3 Zet er vervolgens de namen bij, eventueel met een accolade; o.a. maaiveld, ondergrond, bouwvoor, gleyzone, wortelzone en grondwaterspiegel.

---

Beantwoord de volgende vragen

- a Is er bodemactiviteit waar te nemen?
- b Is er grondwater te zien?
- c Is er capillaire werking te zien?

cm  
10  
20  
30  
40  
50  
60  
70  
80  
90  
100



- 
- d Streep bij de volgende onderdelen het niet gewenste door en geef kort commentaar op de vragen.
- 1 De bouwvoor is lichter / gelijk / meer donker gekleurd dan de ondergrond. Waardoor?
  - 2 De bouwvoor bevat minder / evenveel / meer organische stof dan de ondergrond. Waardoor?
  - 3 De bouwvoor is meer / gelijk / minder vochthoudend dan de ondergrond. Waardoor?
  - 4 De bouwvoor is even / minder / meer vruchtbaar dan de ondergrond. Waardoor?
- e We vinden wormgangen tot \_\_\_\_\_ cm diepte onder het maaiveld.
- f De grondwaterspiegel is hol / bol / gelijk / ten opzichte van het slootwaterpeil.
- g Op deze plek bedraagt het verschil tussen hoogste en laagste grondwaterstand in centimeters: \_\_\_\_\_ cm. We weten dat onder ander door:
- h De structuur van de bovengrond is goed / matig / slecht. Waarom denk je dat?

#### Conclusies

- a Deze grond is wel / niet geschikt voor de aanleg van een tuin. Waarom?
- b Is het grondanalyserapport wel / niet nodig naast het maken van een profielkuil? Waarom? Noem minstens twee redenen.
- c Noem 2 zaken die wel met een profielkuil en meestal niet met een grondboor zijn te onderzoeken.

---

## 4 Grondbewerking

### Oriëntatie

Stel je voor, je bent onder natte omstandigheden bomen en struiken aan het poten. De bodem zit dicht. Je graaft met moeite de boomgaten. De grond is zwaar te bewerken. Het valt je niet mee om het werk in deze omstandigheden netjes voor elkaar te krijgen. Na een jaar blijkt dat de bomen en struiken nauwelijks tot niet in beweging zijn gekomen. Ze staan er slecht bij. Je opdrachtgever is zwaar teleurgesteld en wil dat je er iets aan doet. Uit het voorgaande blijkt dat er iets aan die grond moet gebeuren om deze beter geschikt te maken voor een goede groei en wortelontwikkeling. In de volgende paragrafen leer je op welke manieren je het profiel kunt bewerken om tot een optimale structuur te komen.

### Leerdoelen

Na bestudering van dit hoofdstuk kun je:

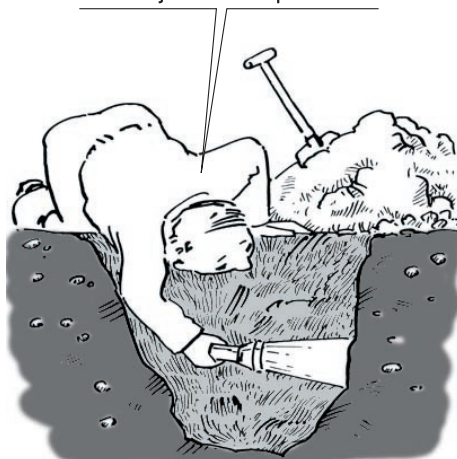
- enkele oorzaken van een slechte profielstructuur noemen;
- uitleggen waarvoor profielverbetering en grondbewerking nodig is;
- enkele grondbewerkingstuigen herkennen en hun toe passing noemen.

### 4.1 Profielverbetering

De structuur die belangrijk is voor een goede ontwikkeling van planten en bodemleven kan door allerlei oorzaken achteruit gaan. Een van de oorzaken van structuurbederf is dat machines over de bodem rijden bij de oogst van producten. Een andere oorzaak is het bewerken van de bodem onder natte omstandigheden. Door een hernieuwde grondbewerking ben je in staat om de structuur van de bodem weer in conditie te brengen.

Een profiel, de verticale doorsnede van de bodem, kan op veel manieren niet in orde zijn waardoor doorworteling, doorluchting, doorwatering en de vruchtbaarheid in gevaar kunnen komen. Profielverbetering is vaak een kostbare zaak. Je moet je dan ook afvragen of de te maken kosten de te verwachte opbrengsten op de lange

'Waar zijn nou die profielen?'



Figuur 4.1 Profielverbetering is vaak een kostbare zaak.

---

termijn niet zullen overtreffen. Een verandering die bodemkundig gewenst is zal dan toch achterwege moeten blijven. Meestal zal het gaan om kleine reparaties (kleine verbeteringen). Een ploegzool bijvoorbeeld kan soms met succes met geringe kosten verbeterd worden. Dit kan dan gebeuren door nu en dan dieper te ploegen of op vooral lichtere gronden met een woeler de ondergrond 'los' te trekken. Op zwaardere gronden is dat niet nodig omdat in droge perioden de ondergrond scheurt, waardoor er weer gangen ontstaan.

### **Profielverbetering: is dat nou nodig?**

Profielverbetering kan wenselijk zijn bij de volgende omstandigheden:

- Wanneer er vaste lagen in de bouwvoor zijn waardoor de beworteling onvoldoende is. Hierdoor kan er een slechte watertoevoer of waterafvoer optreden. Deze lagen kunnen ook dieper voorkomen dan de bouwvoor.
- Storende lagen die dieper in het profiel zitten: oerbanken, keileembanken, grindlagen. Deze lagen zijn met diepe grondbewerkingsmachines te bewerken.
- Wanneer er sprake is van een ongewenste volgorde van grondlagen. Deze grondlagen kunnen met een diepe grondbewerking worden gekeerd.
- Wanneer er van ongelijke ligging van het maaiveld sprake is, waardoor natte plekken kunnen ontstaan. In deze situatie moet er geëgaliseerd worden.

### **Grondbewerking**

Als het profiel is aangepakt en alle storende elementen zijn verdwenen dan moet de bovengrond worden aangepakt. Je spreekt dan van grondbewerking. Het eigenlijke doel van de grondbewerking is het gewas een zo gunstig mogelijke bewortelingsplaats te geven. Je las het al eerder, je hebt daarvoor voldoende lucht, water en een goede structuur nodig.

Als het mogelijk is bewerken de hoveniers de bodem machinaal. Dat kan meestal als er een nieuwe tuin wordt aangelegd. Als machinaal bewerken niet mogelijk is wordt de bodem met de hand bewerkt.

Grondbewerking wordt toegepast om de volgende redenen:

- het verkrijgen van een goed lucht/water huishouding;
- het doorbreken van ondiepe storende lagen;
- het verkrijgen van een geschikt kiem- en/of zaaibed;
- het onderbrengen van compost, stoppelresten, stalmest, herbiciden en dergelijke;
- het bestrijden van onkruiden;
- het losmaken, aandrukken of aanaarden van de grond;
- het egaliseren.

### **Vragen en opdrachten**

- 1 De aanwezigheid van een ploegzool is ongunstig voor de ontwikkeling van de wortels.  
Op welke manieren is een ploegzool weg te werken?
- 2 Door profielverbetering schep je de juiste voorwaarden voor de groei van de wortels.
  - a Noem een aantal in de praktijk voorkomende problemen waarbij profielverbetering op z'n plaats is.
  - b Hoe zou het wortelgestel van een roos eruit zien in een goed doorwortelbaar profiel?
- 3 Grondbewerking is wat anders dan profielverbetering.  
Wat is het verschil?



## 4.2 Grondbewerkingswerktuigen

Bij de grondbewerking kan gebruik gemaakt worden van handgereedschappen zoals spade, schop, hak, hark, en handcultivatoren. Je kunt ook gebruik maken van werktuigen zoals de frees, spitsfrees, cultivator, ploeg en rol.

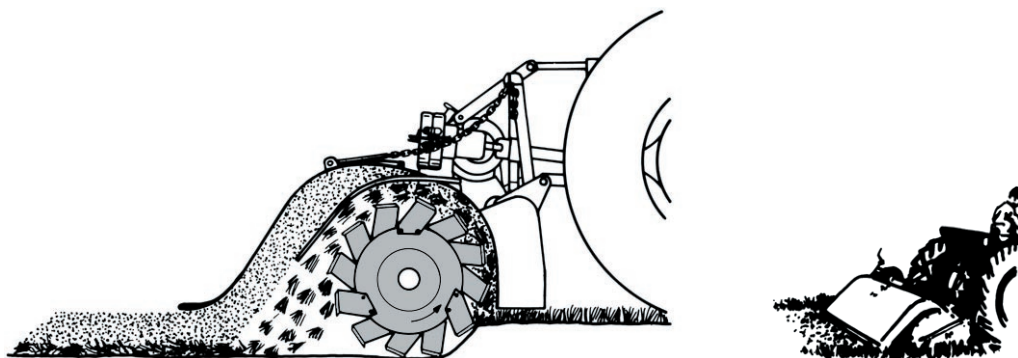
Afhankelijk van het doel dat bereikt moet worden kiest de hovenier voor een bepaald werktuig. De daaraan gekoppelde grondbewerking kunnen dan als volgt worden ingedeeld:

- voorbereiding: spitsfrees, frees, ploeg, spade;
- zaai- of plantklaar maken: eg, frees, cultivator, rol;
- verzorging: schop, eg, frees, cultivator, hark, hak.

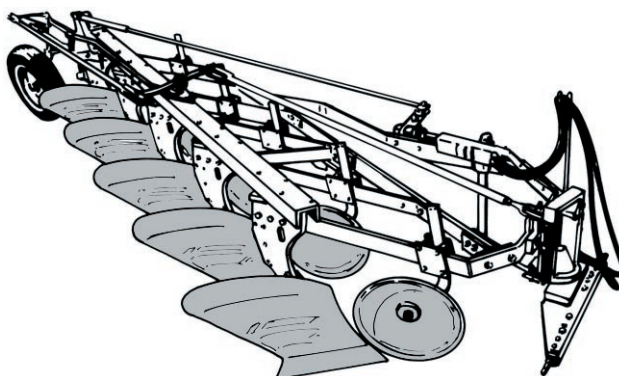
### De frees verkrumelt

De frees bestaat uit een as met flenzen, waaraan haken, hakken, of bladen zijn bevestigd. De werkende delen zijn voorzien van snijvlakken. Je onderscheidt aangebouwde en zelfrijdende frezen.

De losgewerkte grond wordt met grote snelheid weggegooid, vaak tegen een kap, en valt daarna verkrumeld en los neer. De mate van verkrumeling is afhankelijk van het type frees, het toerental en de draairichting van de freesas, de rijsnelheid en de hoogte-instelling van de kap. Door het frezen ontstaat er een fijn zaai- en/of pootbed. Je moet nooit frezen onder natte omstandigheden, omdat de grond daarna dichtslaat en er een dichte structuur ontstaat.



Figuur 4.2 Frees



Figuur 4.3 Ploeg

voor

### En de boer ploeg voren

Ploegen wordt toegepast bij het losmaken van de grond en het onderwerken van stoppelresten, plantenresten en mest. De ploeg snijdt de grond in balken los, keert deze en legt ze dakpansgewijs tegen de voorafgaande. Er ontstaat zo een voor. Hierdoor krijg je holten en scheuren in de groundbalken. In de balken zal een zekere verkrumeling ontstaan.

### De spitfrees combineert frees en ploeg

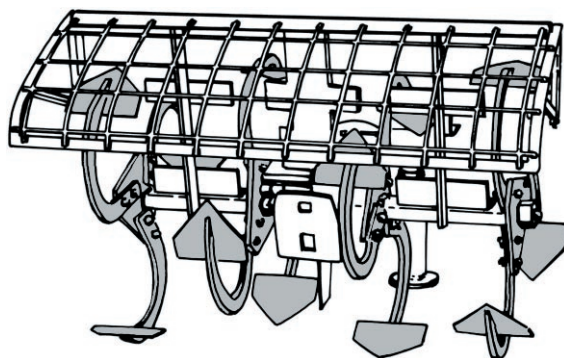
De spitfrees is een werktuig waarin de gunstige eigenschappen van frees en ploeg zijn samengebracht. Het grote voordeel ten opzichte van de ploeg is, dat er geen voren worden gemaakt. Hierdoor is de spitfrees geschikt voor de groundbewerking van kleine oppervlakten.

De bouw van de spitfrees is in principe gelijk aan die van de normale frees. Er zijn enkele typische verschillen:

- de diameter van de krans is groter;
- de werkende delen zijn breder;
- het toerental van de freesas is lager;
- de verkrumeling is minder fijn.

Met de spitfrees wordt de grond goed losgewoeld, maar niet teveel verkrumeld. Dit komt doordat het toerental van de werkende delen (de bladen) lager is dan bij de gewone frees.

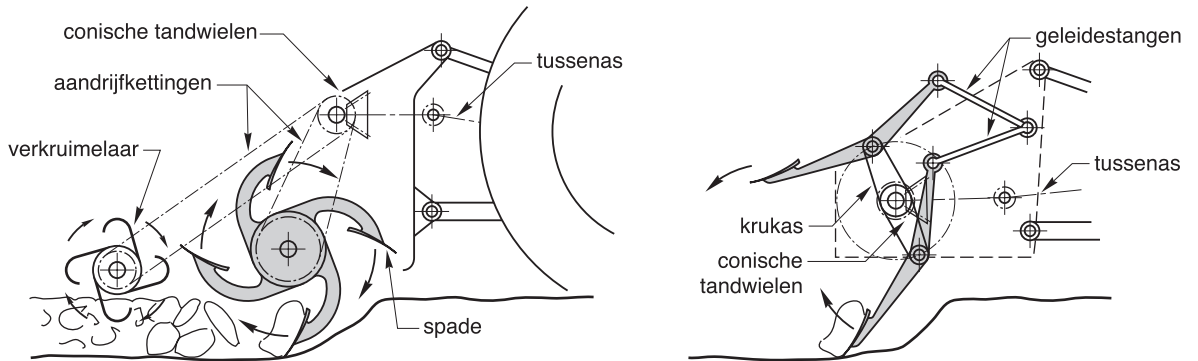
Soms wordt achter de spitfrees een eggerol aangebracht. Met deze combinatie kan men stalmest en planteresten goed onderwerken.



Figuur 4.4 Spitfrees

### De spitmachine geeft weinig scheuren

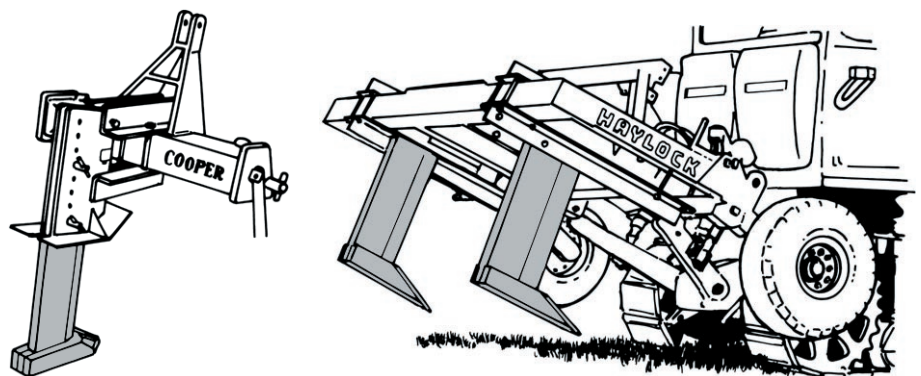
De spaden van de spitmachine worden aangedreven door een krukas. Om beurten worden de bladen loodrecht in de grond gestoken en door de krukasbeweging naar achteren bewogen, waardoor de grond omhoog gewerkt wordt. Met de spitmachine wordt de grond minder gekeerd dan met de ploeg. De scheurvorming is daarom ook geringer. Als de spitmachine op de aftakas van een trekker wordt bevestigd dan kan je de grond onder nattere omstandigheden bewerken. De machine slipt dan minder.



Figuur 4.5 Spitmachine

### De woeler doorbreekt lagen

Een woeler is eigenlijk een verdikte ganzenvoet die door de grond getrokken wordt waarmee verdichte of verharde lagen doorbroken kunnen worden. Daardoor wordt de waterafvoer verbeterd en de capillaire werking bevorderd. De werkdiepte van een woeler varieert in het algemeen van 35-60 cm.



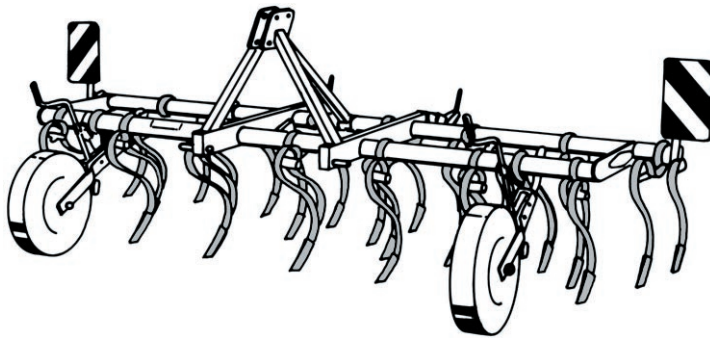
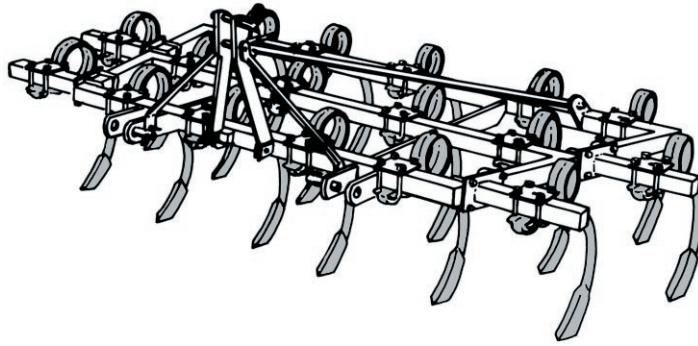
Figuur 4.6 Woeler

### Met de cultivator kun je van alles

De cultivator bestaat uit een stalen raamwerk, waarop op bepaalde afstanden tanden zijn bevestigd. De tanden zijn ver uit elkaar geplaatst om vollopen te voorkomen.

Afhankelijk van de constructie en het aantal vaste tanden kan de cultivator onder andere worden gebruikt voor de volgende doeleinden worden gebruikt. Het openbreken van de grond. Hierdoor kan gemakkelijk water, lucht en warmte toetreden. De cultivator breekt de grond goed los en de grond wordt goed gemengd

- het losmaken van pas gekiemd onkruid;
- het gedeeltelijk onderwerken van stoppelresten;
- het zaai- en plantklaar maken van de grond.



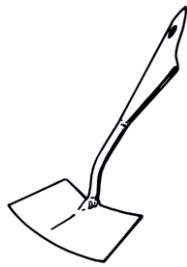
Figuur 4.7 Cultivator

### Schoffelen en hakken

Het schoffelen kan machinaal en met de hand gebeuren. Het wordt toegepast om onkruiden te bestrijden. Schoffelmachines zijn alleen te gebruiken als het gewas op rijen staat. De handschoffel wordt veel in de hovenierssector gebruikt.

In onderstaand schema zijn alle voor- en nadelen op een rijtje gezet.

	Kwaliteit bewerking	Fijn/grof	Nabewer- king/ verfijning	werkdiepte in cm.	Organische mest doorwerken
spitten in handkracht	+	vrij grof	ja	25-30	onder
spitmachine	+	grof	ja	25-30	door
spitfrees	+	fijn	meestal	30-40	door
hakenfrees	+	fijn	nee	20	door
messenfrees	+	fijn	nee	20	slecht
schoffelfrees	-	fijn	nee	10	niet



a schoffel;  
Figuur 4.8



b hak

#### Vragen en opdrachten

- 4 Bij de grondbewerking worden verschillende gereedschappen gebruikt.
  - a Welke voordelen heeft een spitfrees ten opzichte van een frees?
  - b Noem een voordeel van de spitmachine ten opzichte van een ploeg.
  - c Bij welke grondsoort(en) gebruik je een schoffel en bij welke grondsoort(en) een hak?

### 4.3 Afsluiting

In de vorige paragrafen heb je geleerd dat profielverbetering onmisbaar is. Door profielverbetering ontstaat er een betere structuur waardoor het gewas beter de gelegenheid krijgt zich te ontwikkelen. Voor een profielverbetering heb je gereedschappen nodig om die verbetering voor elkaar te krijgen. Er zijn verschillende machines die geschikt zijn voor verschillende werkzaamheden. Er zijn machines die kunnen omleggen, fijn maken of die beide tegelijk kunnen. Voor de hovenier is de frees en de handschoffel in vele gevallen onmisbaar.



---

## 5 Waterhuishouding

### Oriëntatie

Waterhuishouding heeft in ons land al honderden jaren een belangrijke rol gespeeld. Een groot gedeelte van Nederland ligt onder de waterspiegel. Het was en is noodzaak om waterkeringen, zoals dijken en kaden aan te leggen om droge voeten te krijgen en te houden. Vroeger waren de waterkeringen niet altijd goed van kwaliteit. Het gebeurde nogal eens dat bij hoog water dijken doorbraken en grote delen van Nederland onder water kwamen te staan. Door de technische vooruitgang was Nederland in staat de waterhuishouding beter onder controle te houden. Daarbij was het een kunst om zo snel mogelijk overtollig water te kunnen afvoeren. In de volgende paragrafen leer je wat drainage inhoudt en op welke manieren water kan worden afgevoerd. In droge perioden kan watertoevoer van belang zijn.



Figuur 5.1 Een goede waterhuishouding is in Nederland van groot belang.

### Leerdoelen

Na bestudering van dit hoofdstuk kun je

- manieren noemen om de grondwaterstand te beheersen;
- je de draindiepte en de drainafstand vaststellen bij gegeven omstandigheden;
- materialen noemen ten behoeve van drainage;
- verschillende drainagesystemen beschrijven;
- constateren in hoeverre er voldoende gedraineerd wordt en zo nodig passende maatregelen nemen;
- toelichten welk onderhoud er nodig is aan drainagesystemen;
- toelichten hoeveel en hoe vaak je moet beregenen.

### 5.1 Drainage

Wortels hebben zuurstof nodig. In water zit te weinig zuurstof. Daarom moet je het overtollig water afvoeren. Draineren noemen we dat. De aanleg van een drainage heeft de meeste kans van slagen tijdens een droge zomermaand. De grondwaterstanden zijn dan het diepst. Draineren is een vorm van waterbeheersing. Onder *waterbeheersing* verstaan we alle maatregelen die nodig zijn om een teveel aan water af te voeren en een te kort aan water te voorkomen.

*waterbeheersing*

### Waterverlies voorkomen

Er zijn verschillende maatregelen om onnodig waterverlies te voorkomen.

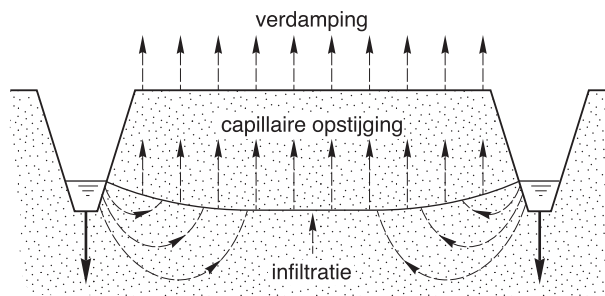
Door te schoffelen, hakken en krabben houd je het bovenste grondlaagje los. Hierbij verbreek je de capillairen, zodat het water niet zo snel afgevoerd wordt. Lichte gronden kun je na de bewerking van de bouwvoor weer vastlopen en rollen. Door bewerking is de capillaire werking verstoord. Door te rollen sluit de grond weer beter aan.

Ook de planten zelf kunnen een belangrijke rol spelen. Door de grond snel te laten bedekken met planten wordt de grond beschaduwd. De temperatuur loopt zo minder hoog op en er vindt minder verdamping van water plaats. Vooral bij heidetuinen is het belangrijk dat het gewas zich snel sluit. Door grondbewerking, inbrengen van organische meststoffen en door klei te bekalken kan de structuur van de grond worden verbeterd, zodat hij hangwater vasthoudt. Ook zal het plantenvoedsel dan minder snel uitspoelen.

Storende vaste lagen moeten worden verwijderd of gebroken worden. Zij houden het capillaire water tegen of verhinderen in natte perioden het wegzakken van overtollig water. Bovendien kan dan het wortelstelsel dieper in de grond doordringen, waardoor water onttrokken kan worden aan een groter volume grond.

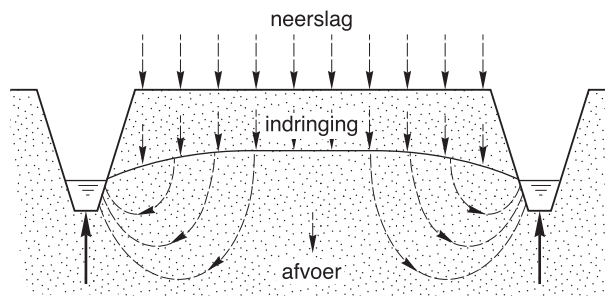
### Zomer- en winterwaterstanden

Van april tot half augustus blijft de neerslag normaliter achter bij de verdamping. Dit heeft tot gevolg dat de bodem uitdroogt en de grondwaterstand beneden het slotwaterpeil kan dalen.



*Figuur 5.2 Zomergrondwaterstand*

*Doordat er in de zomer weinig water is, is de grondwaterspiegel hol.*



*Figuur 5.3 Wintergrondwaterstand*

*In de winter is er veel water. Er is dus een bolle grondwaterspiegel.*



---

Als er meer regen valt dan er verdampt, meestal in de periode van half augustus tot eind maart, zal het overtollige water wegzakken naar het grondwater. De grondwaterstand gaat stijgen. Bij gronden met een 'open' ondergrond zal de grondwaterstand redelijk snel gelijk met het slootwaterpeil staan of iets daar boven. Echter bij grondlagen in de ondergrond die nauwelijks water doorlaten zoals klei, leem of zelfs ondoorlatende lagen, blijft het grondwaterpeil dagen tot weken boven het slootwaterpeil. We moeten dan ontwateren om wortelsterfte te voorkomen. Dat kan door sloten en greppels aan te leggen, maar ook door drainage. Ook als het slootwaterpeil hoog staat en je hebt een grote bewortelbare laag nodig, ga je draineren.

### **Waarom draineren?**

Een drainagesysteem heeft een aantal functies. Door te draineren krijg je een betere structuur van de boven- en ondergrond. Daardoor vergroot je de doorwortelbare laag. Grote schommelingen in de hoeveelheid bodemwater worden voorkomen door drainage. Bovendien worden schadelijke stoffen en overtollige zouten afgevoerd.

### **Draindiepte**

De eerste keus die bij de aanleg van een drainage moet worden gemaakt is de draindiepte. Deze diepte is een compromis tussen de grondwaterstanden in het voorjaar, de herfst en de winter enerzijds en in de zomer anderzijds. In het eerste geval wil je de grondwaterstand diep hebben. Daardoor houdt de grond in deze natte periode voldoende draagkracht en blijft verkruielbaar. In de zomer daarentegen dreigt de grond te verdrogen. Dan moet de grondwaterstand minder diep zijn.

De optimale draindiepte is in eerste instantie afhankelijk van het bodemgebruik en de profielopbouw. Zo geldt een optimale draindiepte van 80 cm beneden maaiveld voor stedelijke bebouwing en extensief gebruikte sport- en recreatievelden. Deze optimale diepte noemen we de *sleufbodemdiepte*.

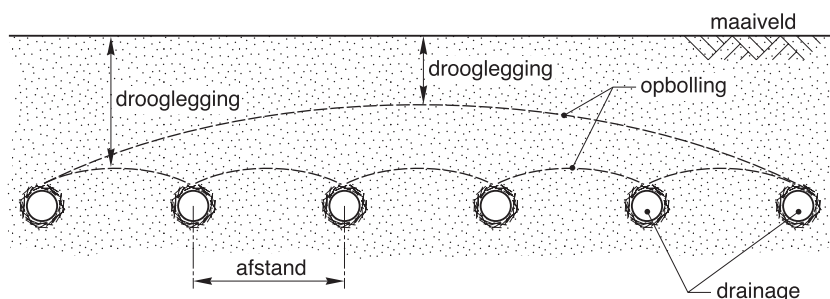
*sleufbodemdiepte*

### **Draindiepte en slootwaterpeil**

Het gedraineerd water wordt afgevoerd via een buizenstelsel. Via een eindbuis komt het water terecht in een sloot. Om een goede afvoer mogelijk te maken, moet het gemiddelde slootpeil minimaal 10 centimeter onder de eindbuis staan. Wil men bijvoorbeeld op 90 centimeter draineren (dat wil zeggen de sleufbodemdiepte is 90 centimeter onder het maaiveld), dan moet het slootpeil minstens 100 centimeter beneden het maaiveld staan. Een afdoende beheersing van het slootpeil is dus de eerste vereiste om met drainage een bevredigende ontwatering te verkrijgen. De buizen moeten onder een helling van 10 centimeter per 100 meter gelegd worden omdat ze leeg moeten kunnen lopen in de sloot.

### **Drainafstand**

Nadat je de draindiepte hebt vastgesteld kan de drainafstand worden bepaald. Uitgangspunt is de opbolling van het grondwater tussen de drainreeksen en de laag grond die daarboven doorwortelbaar is. De opbolling tussen twee ver van elkaar gelegen sloten, komt veel hoger dan tussen dicht bij elkaar gelegen drainreeksen. De grondwaterspiegel daalt dus ten gevolge van draineren. In open grond worden de drainbuizen op afstanden van 5 tot 20 meter toegepast.



Figuur 5.4 Door de capillaire werking tussen de drainagebuizen vindt opbolling plaats van het grondwater. In de tekst vind je verdere uitleg.

Behalve van de draindiepte is de drainafstand afhankelijk van

- de waterdoorlaatbaarheid van de grond;
- het voorkomen van kwel;
- de diepte waarop een eventuele slecht doorlatende laag voorkomt;
- het bodemgebruik;
- de drainlengte.

### De doorlaatbaarheid van de grond

Nadat de doorlaatbaarheid van de boven- en ondergrond is bepaald, kan de drainafstand worden berekend. Een doorlaatbaarheidsonderzoek en een daarbij behorende drainafstandsberekening is een eerste vereiste.

### Het voorkomen van kwel

Kwel is vanuit de ondergrond omhoog stromend water, dat afkomstig is van omringende hoger gelegen percelen of wateroppervlakten. Indien er binnen een perceel kwel optreedt, betekent dit dat de drainbuizen in natte perioden extra water moeten afvoeren. Hiervoor kan men zowel een grotere buisdiameter als een kleinere drainafstand (nauwere drainage) toepassen.

### Voorkomen van slecht doorlatende lagen

Wanneer er binnen 150 cm onder de optimale draindiepte zeer slecht doorlatende lagen voorkomen (zoals keileem, zeer dichte klei, vast veen), dan moet nauwer worden gedraineerd. Komen deze lagen zelfs binnen de gewenste draindiepte voor, dan moet er zeer nauw worden gedraineerd, namelijk 5 tot 10 meter. Het is aan te raden indien mogelijk eerst de storende laag te verbreken. Uiteraard is dit duur. Het heeft overigens weinig zin om in een slecht doorlatende laag zelf te draineren.

### Bodemgebruik

Groente- en fruitteelten vragen een intensievere drainage dan akkerbouw of grasland. Dit speelt vooral naarmate het gewas duurder is en later wordt geoogst. De hoogste eisen worden aan de drainage gesteld door de glastuinbouw waar men de grond periodiek doorspoelt; de laagste eisen gelden voor gebruik als speel- en ligweiden.

---

### Drainlengte

De buislengte, vermenigvuldigd met de afstand tussen de buizen, geeft het grondoppervlak dat per drainbuis moet worden ontwaterd. Deze oppervlakte mag niet te groot worden en is afhankelijk van de afvoercapaciteit van de buis en de hoogte van de slootwaterspiegel.



Figuur 5.5 Waterbeheersing

### Flexibele plastic buizen

Tegenwoordig wordt praktisch alleen nog gedraineerd met flexibele kunststof ribbelbuizen. Vanwege de gunstige verhouding tussen prijs en afvoercapaciteit worden hiervoor overwegend buizen gebruikt met een buitendiameter van 6 centimeter. In bijzondere gevallen, bijvoorbeeld voor hoofddrains bij samengestelde drainages, worden ook buizen met grotere diameters toegepast.

### Eindbuizen

De drains moeten via een stevige gladde buis, de zogenaamde eindbuis, in de sloot uitmonden. Indien de drain een windsingel langs de drainsloot passeert, moet deze (niet geperforeerde) eindbuis langer zijn om het binnendringen van boomwortels in de buis te voorkomen. Zowel voor slootonderhoud als drainonderhoud moeten eindbuizen duidelijk en liefst permanent zichtbaar gemaakt worden door er bijvoorbeeld een paal bij te plaatsen of een markering aan de afrastering aan te brengen. Om beschadiging bij slootonderhoud te voorkomen, kan een in het talud verzonken eindbuis met beschermgoot worden gebruikt. Deze taludgoot moet dan goed worden ingegraven, zodanig dat de bovenkant van de opstaande randen enkele centimeters onder het vlak van het talud komt.

### Omhullingsmateriaal

Deze materialen worden gebruikt:

- als filter tegen inspoeling van grondeeltjes;
- voor verbetering van de toestroming van water rondom de drainbuis.

In de meeste gevallen worden buizen gelegd die reeds fabrieksmatig omwikkeld zijn met omhullingsmateriaal. Hierbij worden volumineuze of dikke, naast dunne omhullingsmaterialen onderscheiden. De meest gebruikte volumineuze omhullingsmaterialen zijn polypropeenvezels, polystyreenkorrels (in geperforeerde folie of kunststof net) en kokosvezel. Het meest bekende dunne omhullingsmateriaal is glasvlies.

---

In de meeste gronden verdienen de volumineuze omhullingsmaterialen de voorkeur. Deze verstoppem minder snel met ijzerafzettingen en hebben een gunstige invloed op de toestroming van water naar de buis. In zeer fijnzandige gronden echter bieden sommige volumineuze materialen geen voldoende waarborg tegen inzanding en voldoet bijvoorbeeld glasvlies beter, maar dan moet het grondwater niet te veel ijzer bevatten. IJzer kan namelijk eveneens verstopping veroorzaken en dit risico wordt groter naarmate het omhullingsmateriaal beter filtert. Bij rode slootbodems dus geen dun omhullingsmateriaal toepassen.

### Vragen en opdrachten

- 1 Onnodig waterverlies kan voorkomen worden.  
Noem een aantal maatregelen
- 2 Door te draineren kun je de grondwaterstand beheersen.
  - a Kan je op iedere grondsoort draineren? Licht je antwoord toe.
  - b Waar hangt de draindiepte in eerste instantie vanaf?
  - c Op welke manieren kan je de opbolling tussen twee drainreeksen verlagen?
  - d Van welke factoren is de drainafstand afhankelijk?
  - e Is de doorlaatbaarheid van de grond onder de drain net zo belangrijk als de doorlaatbaarheid van de bodem boven de drain? Licht je antwoord toe.
  - f Kan je de drainlengte 'onbeperkt' lang maken? Motiveer je antwoord.
- 3 Bij drainage wordt gebruikgemaakt van verschillende materialen.
  - a Waar hangt de keuze van een eindbuis, die uitmondt boven de slootwaterspiegel en een in het talud verzonken eindbuis met beschermgoot van af?
  - b Waar dient het omhullingsmateriaal voor?
  - c Rode slootbodems kunnen stagnatie geven in de afvoer van water. Leg uit wat er gebeurt en draag oplossingen aan voor verbetering.

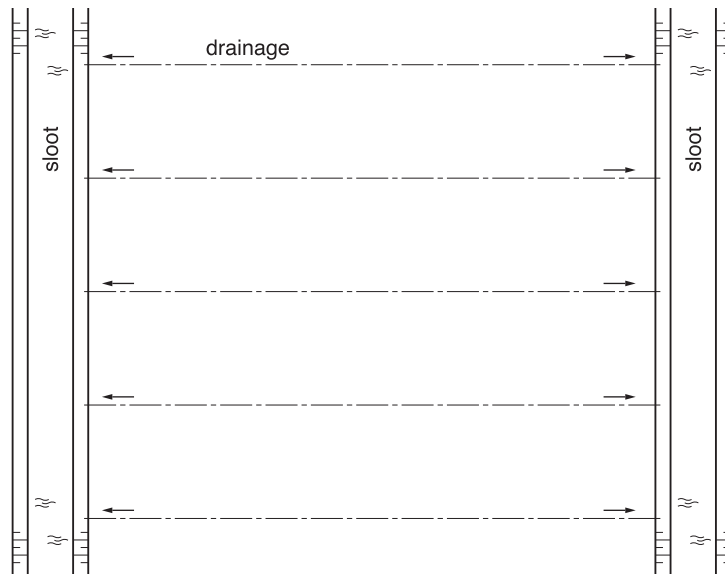
## 5.2 Drainagesystemen

Je onderscheidt bij drainage twee systemen: enkelvoudige drainage en samengestelde drainage. De enkelvoudige drainage is altijd open, de samengestelde kan open of gesloten zijn.

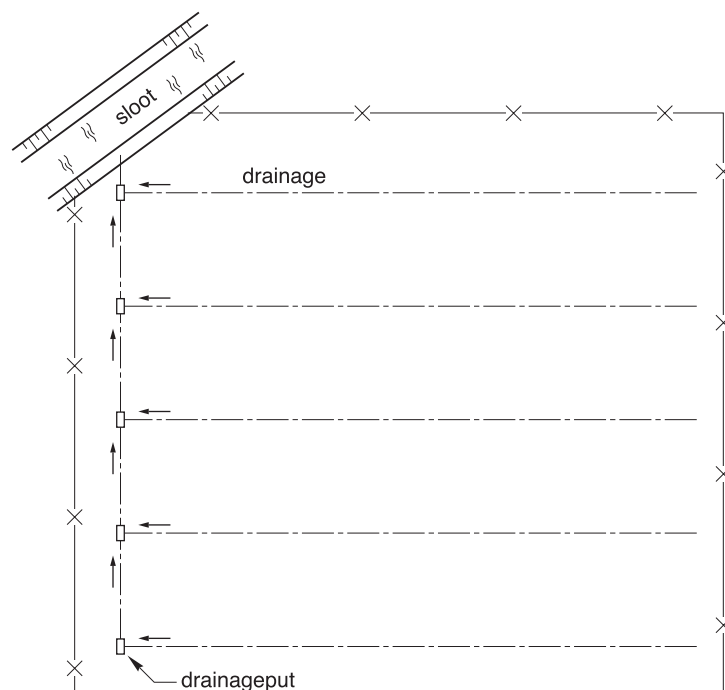
### Enkelvoudige drainage is open

In de meeste gevallen wordt enkelvoudige drainage toegepast, waarbij elke reeks via een eindbuis in de sloot uitmondt. Dit heet een *open drainage*. Alleen wanneer de slootwaterstand constant laag is, kan je de drainage rechtstreeks op de sloot laten uitmonden. Indien de slootwaterstand aan grote schommelingen onderhevig is, is dit niet verantwoord. Enkelvoudige drainage is alleen mogelijk als er voldoende sloten in de omgeving aanwezig zijn. Als de slootwaterstand hoog moet zijn in verband met de grondslag dan kan voor een perceel onderbemaling worden overwogen. Hiervoor moet je een vergunning aanvragen bij de polder of het waterschap.

*open drainage*



Figuur 5.6 Enkelvoudige drainage



Figuur 5.7 Samengestelde drainage

*controleput*

*open samengestelde drainage*

### Als er weinig sloten zijn

Bij een samengestelde drainage komen de reeksen via een *controleput* uit in een hoofddrain. De hoofddrain is een verzameldrain. De drain heeft geen perforaties, is wijder en is uitsluitend bedoeld om het water af te voeren naar de sloot. Dit heet een *open samengestelde drainage*. Dit systeem wordt vooral toegepast in situaties waarbij niet genoeg sloten in de onmiddellijke omgeving aanwezig zijn. De

---

controleput dient ervoor om stagnatie in de afvoer redelijk gemakkelijk te kunnen opsporen. In tuinen, groot en klein, zijn meestal geen sloten aanwezig. Dan ben je aangewezen op de afvoer naar een riolering. Hiervoor is toestemming nodig van de gemeente.

### Samengesteld en gesloten

verzamelput

Bij laagliggende percelen of in gebieden waar de slootwaterstand te snel wisselt, wordt de hoofddrain op een *verzamelput* met pomp aangesloten. In veengebieden waar een hoge slootwaterstand een vereiste is, wordt vaak zo'n gesloten drainage toegepast. Bij verlaging van de slootwaterspiegel zou het veen namelijk zeer sterk inkrimpen. Het veen droogt sterk in, kan weinig water meer opnemen (irreversibele indroging) en er vindt een sterke maaiveldsdaling plaats. Door het water vanuit de put in de sloot te pompen, kan de waterstand goed beheerst worden. Zo'n betonnen onderbemaalingsput is doorgaans 2 meter diep met een diameter van 1,25 meter en moet worden voorzien van een bodem. Een motorpompje van ongeveer 1 pk met niveauschakeling is voldoende. De pomp moet wel vorstvrij staan.

### Vragen en opdrachten

- 4 Er zijn verschillende typen drainages.
  - a Wanneer pas je een enkelvoudige drainage toe?
  - b Wanneer pas je samengestelde drainage toe?
  - c In wat voor soort gebieden zou je kiezen voor een gesloten samengestelde drainage?

## 5.3 Controle en onderhoud

'Waar blijft dat water nou?'



Figuur 5.8 Controle

### De grondwaterstand bepalen

Belangrijk is om regelmatig de drains te controleren en na te gaan of ze voldoende water afvoeren. Je kunt op een simpele manier zelf controleren of je drainage voldoende functioneert. Het is daarvoor niet alleen belangrijk te weten hoeveel water de drains afvoeren, maar ook hoe hoog de grondwaterstand op dat moment is. Om de grondwaterstand te meten, moet je een peilbuis plaatsen. Dat doe je als volgt.

- Maak met een grondboor een gat van 1,20 meter diepte. Doe dit in het midden van het land tussen twee drainreeksen in, zodanig dat er geen water in kan stromen vanaf het maaiveld.
- Neem een stuk pvc-pijp, bijvoorbeeld elektriciteitsbuis, van minimaal 1,20 meter lengte en een diameter van een à twee centimeter en maak zaagsneden in de onderste tien centimeter van de pijp.
- Doe een nylonkous om het bewerkte eind en zet deze stevig vast met tape.
- Zet de pijp, met de zaagsneden naar onder, in het boorgat.
- Schud een liter grof zand rond de pijp in het boorgat.
- Vul de rest van het gat op met natte humeuze grond en druk deze stevig aan met een stok.
- In deze pijp kun je nu met een meetlint (geen stok) de grondwaterstand bepalen.

### **Te weinig afvoer**

Zodra de drains in een natte periode gaan lopen, begin je te meten. Als je constateert dat er te weinig water wordt afgevoerd, dan controleer je eerst de eindbuis. Is deze niet gebroken of verstopt, dan moet de oorzaak op een ander plaats gezocht worden. Een handige manier om het drainagesysteem hierop te onderzoeken is om op enkele plaatsen boven de drain, vlak naast de drainsleuf en midden tussen twee drains, een peilbuis tot op drainniveau te plaatsen. Na ongeveer 24 uur zonder veel neerslag controleer je de waterstand. Figuur 5.9 a geeft de situatie indien de drains goed zouden functioneren. Er mag daarbij gerust water boven de drains staan, als het maar niet meer dan 10 tot 15 centimeter is. Vinden we een situatie als in figuur 5.9 b – dus meer dan 15 centimeter water boven de buis – dan is;

- of het slootpeil tijdelijk te hoog, waardoor de buis onder water staat;
- of de buisomhulling verstopt, vervuild of verstoord.

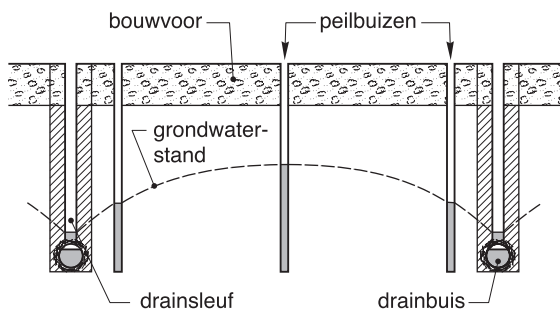
Als het slootpeil voldoende diep is blijft het tweede punt over. De reeksen moeten dan doorgespoten worden, waarbij tegelijk ernstige verstoppingen of verstoringen van de buis naar voren kunnen komen. Bij plaatselijke ernstige verstoppingen of verstoringen van de buis, moet tot opgraven en gedeeltelijke vervanging worden overgegaan.

### **Andere oorzaken**

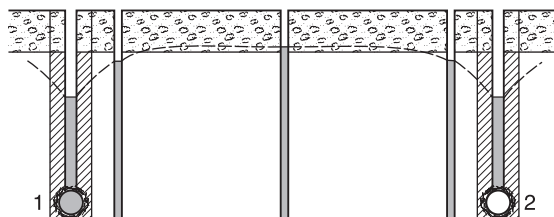
Het kan ook voorkomen dat de afvoer te gering is, en er geen water boven de drains staat, terwijl de grondwaterstand tussen de drains toch te hoog is (figuur 5.9 c). In zo'n geval is de drainsleuf zeer slecht doorlatend, met als gevolg dat het water niet snel genoeg bij de drains kan komen. Hieraan is weinig te doen. Na een droge zomer wordt de doorlaatbaarheid vaak wat beter. Komt zo'n situatie plaatselijk voor, dan kan de grond boven de drains worden verwijderd en vervangen door goed doorlatend materiaal, bijvoorbeeld schelpen of grof zand.

Een situatie die in de praktijk ook nogal eens wordt aangetroffen, is dat er water op het land staat, terwijl de grondwaterstand tussen de drains laag is. De oorzaak hiervan zit vaak in de bovengrond. De bouwvoor kan verslempd zijn en slecht doorlatend zijn geworden, waardoor plasvorming optreedt (figuur 5.9 d).

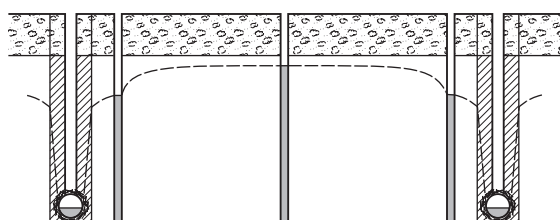
Er kan ook een verdichte laag onder de bouwvoor voorkomen die een slechte doorlaatbaarheid heeft (figuur 5.9 e). Door middel van ondiepe peilbuizen, die tot aan de verdichte laag reiken, kun je dit nagaan.



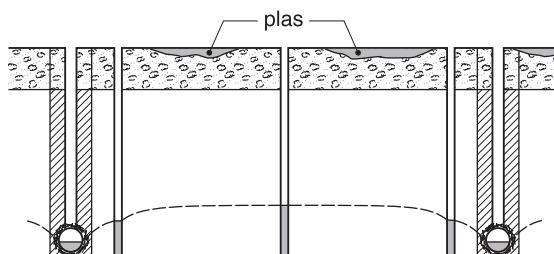
a Goed werkende drainage.



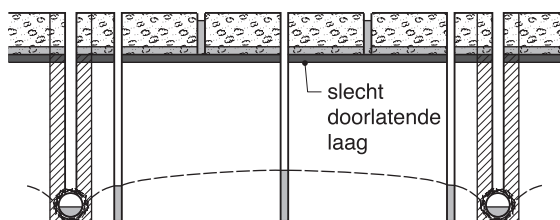
b In situatie 1 is het slootpeil te hoog. In situatie 2 is de buis of de omhulling verstopt, vervuild of verstoord. In beide gevallen werkt de drainage niet goed.



c De drainsleuf laat het grondwater niet goed door.



d Het water wordt onvoldoende afgevoerd ook al werkt het drainagesysteem goed. Dit komt doordat bodem verslemt is, zodat regenwater niet door de bouwvoor zakt.



e Ook als er onder de bouwvoor een slecht doorlatende laag zit, wordt er onvoldoende water afgevoerd.

Figuur 5.9 Enkele storingen die kunnen optreden bij de afvoer van het grondwater.

### Het onderhoud

De eindbuizen moeten soms grote hoeveelheden water kunnen verwerken. Wanneer de uitmondingen met gras overgroeid zijn of met wat grond bedekt, geeft dit een aanzienlijke beperking in de waterafvoer. Het komt nogal eens voor dat de eindbuis is afgebroken en niet meer te vinden is. Zo'n drainage, hoe goed ook aangelegd, doet in het geheel niets. Het is daarom belangrijk dat de taludgoten enkele malen per jaar worden schoongemaakt en eventueel gerepareerd, evenals de eindbuizen. Voeren de buizen ijzerrijk water af, dan moeten de eindbuizen ook nog eens worden doorgestoken, omdat vooral hier zich het meeste ijzer ophoopt. De drainbuizen zelf vragen soms ook onderhoud, meestal alleen de eerste jaren na het aanleggen. Twee problemen kunnen onderhoud noodzakelijk maken: verstopping van de buis of van de perforaties met gronddeeltjes en verstopping met ijzer.



---

### Gronddeeltjes

Verstopingen met gronddeeltjes zijn meestal het gevolg van een verkeerde keuze van het omhullingsmateriaal en treden vrij snel na de aanleg op. Het probleem wordt versterkt door draineren bij een hoge grondwaterstand. Doorspuiten kan enige verbetering brengen, maar meestal met onvoldoende resultaat.

### IJzer

IJzerafzetting in de buizen is in de praktijk een van de belangrijkste oorzaken van een onvoldoende functioneren van drainages. In de meeste gronden neemt het gevaar hiervoor na enkele jaren af. Dit is niet het geval met ijzerrijk kwel (rode slootbodems).

### Doorspuiten

Het verdient aanbeveling per perceel enkele drainreeksen een half jaar na aanleg door te spuiten bij een hoge grondwaterstand. Als je hierbij een sterke verontreiniging met ijzer constateert, moet je ook de overige buizen doorspuiten. Doorspuiten gaat het best wanneer de drains water afvoeren. Het bezakte materiaal in de buis is dan goed doorweekt waardoor de waterstralen het vuil gemakkelijker lossputten.

Een druk aan de spuitkop van 10-15 bar is in de praktijk meestal voldoende om de drain goed te reinigen. Hogere drukken kunnen schade veroorzaken, zowel aan de buis als aan het omhullingsmateriaal.

### Vragen en opdrachten

- 5 Het is van belang dat drains voldoende water afvoeren.
  - a Hoe kan je vaststellen of de drains bij enkelvoudige drainage voldoende water afgeven? Zet de mogelijke oorzaken van onvoldoende drainage op een rijtje.
  - b Hoe kan je vaststellen of de drains bij samengestelde drainage allemaal goed lopen? Zet de mogelijke oorzaken van onvoldoende drainage op een rijtje.
- 6 Stel dat je drainreeksen moet doorspuiten.
  - a Met wat voor druk ga je spuiten en waarom?
  - b Waar moet je op letten als je gaat spuiten?

## 5.4 Beregenen

In Nederland valt ongeveer 770 millimeter neerslag per jaar. Tussen de jaren onderling zijn grote verschillen. Ook is de verdeling over de maanden van het jaar niet gelijk. Beregenen kan nodig zijn in perioden dat de verdamping de neerslag overtreft. Regenwater is over het algemeen zuiver maar erg zuur.

### Oppervlaktewater

Veel kwekers halen gietwater uit het oppervlaktewater. Dat is water afkomstig uit sloten, plassen, vaarten, kanalen en rivieren. De kwaliteit van dit water is soms slecht of twijfelachtig, omdat het verontreinigd kan zijn met zouten en ziektekiemen. Dit kan per regio sterk verschillen.

'Daar heb ik niet om gevraagd.  
Een neerslag tekort!?  
Dat kan niet.'



Figuur 5.10 In Nederland valt zo'n 770 milliliter neerslag per vierkante meter per jaar.

### Leidingwater

Leidingwater is in veel gebieden goed te gebruiken als gietwater. Het is eenvoudig in gebruik en aanschaf. De kosten per m<sup>3</sup> water zijn hoog in verband met de verontreiniging van de oppervlaktewateren. Er moet namelijk veel aan gedaan worden om van het oppervlaktewater goed drink- en gietwater te krijgen.

### Bronwater

De voordelen van bronwater zijn, dat het ziektevrij is en dat de temperatuur altijd gelijk, maar wel laag is. Soms bevat bronwater veel zouten of ijzer en dat maakt het minder geschikt. IJzerhoudend water geeft bruinverkleuring, vooral op de bestrating. Kwekers, hoveniers en tuincentra die veelvuldig water geven met ijzerhoudend bronwater moeten het water ontijzeren met een speciale filter. Op zandgronden is dit heel vaak het geval.

### Hoeveel en hoe vaak

Zoals je gezien hebt in het hoofdstuk over bodemwater, is de capillaire zone erg belangrijk voor de constante wateraanvoer naar de wortels. Bij het beregenen is het dan ook belangrijk om zoveel water te geven dat deze de veldcapaciteit bereikt. Geef je meer water dan zal een deel ongebruikt weg zakken of luchtgebrek veroorzaken. Verder moet je langdurig water geven. Het is beter om een aantal aaneengesloten uren per week te beregenen dan elke dag een beetje. In het laatste geval worden de planten lui, dat wil zeggen dat ze niet veel moeite doen om naar water te zoeken. De wortelontwikkeling wordt daardoor niet bevorderd en de gewassen kunnen zich slecht in stellen op drogere perioden. Hoeveel water er gegeven kan worden is af te leiden uit de tabel van paragraaf 3.2.

---

### Vragen en opdrachten

- 7 Stel dat je wilt beregenen met bodemwater en/of oppervlaktewater. Waar moet je dan allemaal op letten voordat de eerste druppel door de leiding loopt?
- 8 Een hovenier wil een tuin besproeien. Waar moet hij allemaal op letten?

## 5.5 Afsluiting

In dit hoofdstuk is aangegeven dat het noodzakelijk is om te draineren, waarbij het overtollig water wordt afgevoerd en eventueel in droge perioden wordt aangevoerd. Er zijn een aantal belangrijke factoren die uiteindelijk de drandiepte en drainafstand bepalen. Daarbij spelen de sloot- en grondwaterstand een belangrijke rol. De drainagematerialen kunnen gemakkelijk machinaal aangebracht worden omdat ze lang en flexibel zijn. Omhullingsmateriaal is noodzakelijk om een lange levensduur te bevorderen. Door regelmatig de drainage te controleren en goed te onderhouden worden de kosten tot het minimale beperkt. Soms is het noodzakelijk om te beregenen. Afhankelijk van het doel moet goed naar de kwaliteit van het water gekeken worden. Vaak zijn er installaties nodig om het water geschikt te maken voor consumptie.



## Leereenheid 2 **Bemesting**

Jan de Kort



---

# Inhoud

<b>1</b>	<b>Groeivoorwaarden van planten</b>	<b>77</b>
1.1	Groefactoren	77
1.2	Voedingselementen	79
1.3	Plantenfysiologische processen	81
1.4	Indeling der meststoffen	86
1.5	Samenvatting	87
<b>2</b>	<b>Organische meststoffen (bodemverbeteraars)</b>	<b>89</b>
2.1	Verschillende organische bodemverbeteraars	90
2.2	Effecten op de bodem	93
2.3	Samenvatting	96
<b>3</b>	<b>Anorganische meststoffen</b>	<b>97</b>
3.1	Het element stikstof	98
3.2	Het element fosfor	103
3.3	Het element kalium	106
3.4	Het element calcium	109
3.5	Het element magnesium	113
3.6	Mengmeststoffen	115
3.7	Spoorelement-meststoffen	117
3.8	Samenvatting	118
<b>4</b>	<b>Het analyserapport</b>	<b>119</b>
4.1	Analysecijfers	120
4.2	Streefcijfers	123
4.3	Het bemestingsadvies	125
4.4	Samenvatting	129
<b>5</b>	<b>Algemene bemestingsadviezen</b>	<b>131</b>
5.1	Borders	131
5.2	Gazons	136
5.3	Sportvelden	141
5.4	Samenvatting	143
<b>6</b>	<b>Bemesting en milieu</b>	<b>145</b>
6.1	Organische meststoffen	145
6.2	Wetgeving	147
6.3	Samenvatting	150
<b>Bijlage 1</b>	<b>Samenstelling anorganische meststoffen</b>	<b>151</b>





---

# 1 Groeivoorwaarden van planten

- \* De zoon wist van zijn vader, hoe hij zijn land moest bemesten. En die wist het weer van zijn vader. Pas door de ontginning van de heidevelden kwam het gebruik van kunstmest in zwang. Dat was in 1940.

## Oriëntatie

### *eerdgronden en essen*

Uit oude geschriften weten we dat al in 500 jaar voor Christus stalmest en afval uit de steden gebruikt werd voor bemesting van het land. De Romeinen bemestten en bewerkten de grond voor de teelt van verschillende gewassen, die voornamelijk voor voedsel dienden. In de nabijheid van nederzettingen werden de akkers opgehoogd met mest, stedelijk afval en heideplaggen. Op deze manier werd het organisch stofgehalte sterk verhoogd en kwam de grond aan de typische dikke laag zwart bruine grond. De zogenaamde *eerdgronden en essen* zijn op deze manier ontstaan. Kenmerkend voor deze gronden is dat ze hoger liggen dan de omliggende gronden.

Ook nu nog speelt bemesting een belangrijke rol in de landbouw. In dit hoofdstuk gaan we na wat planten nodig hebben om goed te kunnen groeien. In paragraaf 1.1 hebben we het over de groeifactoren. Voedingselementen behoren tot de groeifactoren. We bespreken ze in paragraaf 1.2. In paragraaf 1.3 zien we hoe deze voedingselementen door de plant worden opgenomen. In paragraaf 1.4 tenslotte hebben we het over de verschillende meststoffen.

## Leerdoelen

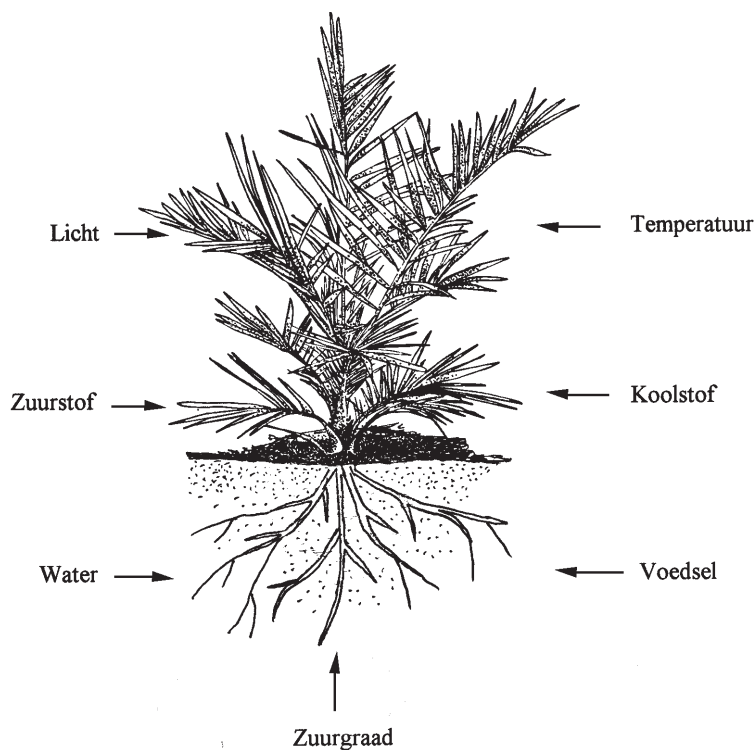
Na bestudering van dit hoofdstuk kun je:

- toelichten welke groeifactoren van belang zijn voor een plant;
- vertellen welke voedingselementen er zijn;
- de manier beschrijven waarop planten voedingsstoffen opnemen;
- de verschillende meststoffen noemen.

## 1.1 Groeifactoren

- \* In ons land werden rond 1800 perceeltjes in het veengebied afgebrand en gebruikt voor de akkerbouw. Door het afbranden kwamen de mineralen vrij voor de planten; een soort bemesting dus. Maar het nadeel was dat de veengrond verwoest werd en er spoedig weinig meer van over was. Dit werd nog eens versterkt door het op grote schaal steken van turf, dat als brandstof dienst deed. Om bodemerosie tegen te gaan moest bij de winning van turf, de bovenste laag veengrond, vermengd met zand, weer teruggelegd worden.

Een aantal factoren bepalen de groei van de plant. De belangrijkste groeifactoren zijn licht, warmte, voedsel, zuurstof, koolstof, water en zuurgraad.



Figuur 1.1 De groeifactoren boven- en ondergronds.

### Wat heeft een plant nodig?

Een plant heeft warmte nodig om te kunnen groeien. Dit kunnen we zien bij het ontkiemen van zaad en het uitlopen van knoppen in het voorjaar. Grasplanten gaan groeien als de temperatuur boven de zes graden Celsius uit komt.

De plant is in staat om uit zonlicht voeding (glucose) te maken, de zogenaamde assimilatie. Voor dit proces heeft de plant licht nodig.

Naast glucose heeft de plant een aantal voedingselementen nodig, zoals bijvoorbeeld stikstof, fosfaat, kali, magnesium en calcium. Deze worden via de wortels uit de grond opgenomen.

Zoals alle levende organismen heeft ook de plant zuurstof nodig om te kunnen leven, zowel boven- als ondergronds.

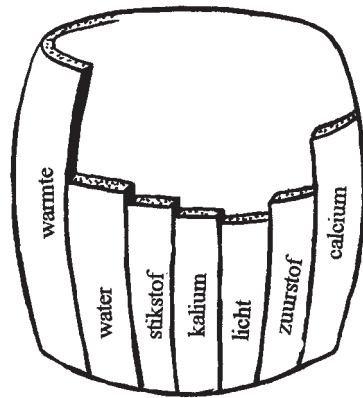
Water dient in de plant voor stevigheid, transportmiddel en afkoeling. Zonder water zou een plant niet kunnen leven.

De zuurgraad (pH van de grond) bepaalt de opneembaarheid van de verschillende voedingselementen.

### De wet van het minimum

Uit het bovenstaande is duidelijk dat de voedingselementen een onderdeel van de groeifactoren zijn. Ze bepalen niet als enige de groei van de plant.

Als één van deze groeifactoren niet in orde is, neemt de groei af. De groei wordt namelijk bepaald door de factor die het minst goed aanwezig is. We noemen dit de wet van het minimum. Als de hoeveelheid vocht beperkt is, zal de groei slecht zijn, zelfs als de grond perfect bemest is.



Figuur 1.2 De ton kan gevuld worden tot de laagste plank. Dit is de beperkende factor.

Planten hebben allemaal een eigen behoefte aan bepaalde elementen. In het groeiseizoen hebben planten andere elementen nodig dan in nazomer en herfst. Een aantal planten heeft een bijzondere behoefte aan bepaalde elementen. Bol- en knolgewassen bijvoorbeeld hebben veel kali nodig.

### Vragen en opdrachten

- 1 Planten hebben koolstof nodig.
  - a Waarvoor is deze koolstof nodig?
  - b Waar komt de koolstof vandaan?
- 2 In de kas van een tuinder staan tomatenplanten. De planten krijgen genoeg licht. Toch groeien de planten niet.  
Wat is hiervan de oorzaak?  
Er zijn verschillende factoren die de groei van planten bepalen.  
Vraag 3 en 4 gaan hierover.
- 3 Welke factoren bepalen bovengronds de ontwikkeling van de plant?
- 4 Welke factoren bepalen ondergronds de ontwikkeling van de plant?
- 5 Bij de bemestingsleer kennen we de wet van het minimum.  
Wat verstaan we hieronder?

## 1.2 Voedingselementen

- \* Chemici hebben de groei van de planten onderzocht. Rond 1700 had de Duitser Glauber nitraten gevonden in de uitwerpselen van dieren. Deze hadden een grote invloed op de groei van planten. In de 18de eeuw was men van mening dat de plant van humus leefde, de zogenaamde *humus-theorie* (van Albrecht Thaer).

*humus-theorie*



Figuur 1.3 Albrecht Thaer stelde in de 18e eeuw de humustheorie op.

De plant bestaat uit verschillende bestanddelen.

- water een plant bestaat voor 85% uit water.
- organisch deel het brandbaar deel.
- anorganisch deel de zogenaamde mineralen.

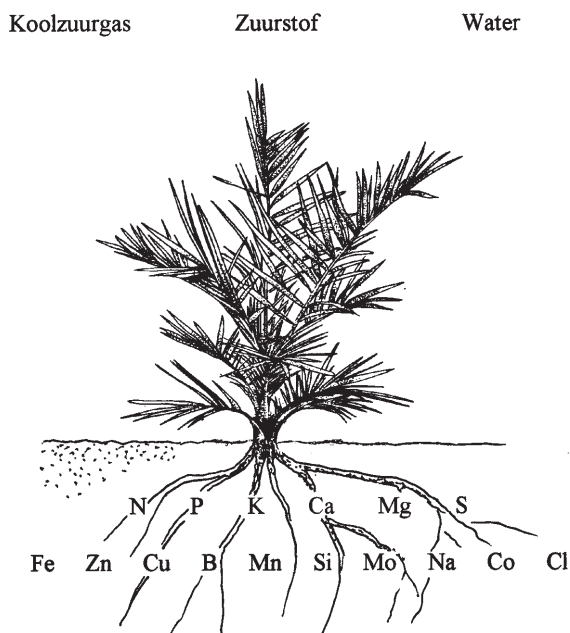
Net als alle andere organismen bestaan planten ook uit verbindingen (bouwstenen) met koolstof (C), waterstof (H) en zuurstof (O). Waterstof neemt de plant op uit de bodem, in de vorm van water. Koolstof neemt de plant op uit de lucht, in de vorm van koolstofdioxide. Ook de zuurstof neemt de plant op uit de lucht.

hoofdelementen

Door scheikundige proeven hebben we ontdekt dat planten voedingselementen in grote hoeveelheden opnemen. Dit zijn de zogenaamde *hoofdelementen*. Tot deze groep behoren de elementen stikstof (N), fosfaat (P), kalium (K), calcium (Ca), magnesium (Mg) en zwavel (S).

spoorelementen

Daarnaast neemt de plant in mindere mate ook andere elementen op. Deze voedingselementen worden *spoorelementen* genoemd. Tot deze groep behoren onder andere de elementen ijzer (Fe), koper (Cu), zink (Zn), mangaan (Mn) en borium (B).



Figuur 1.4 Voedingsstoffen en andere stoffen die een plant nodig heeft.

---

Bemesten is het toedienen van voedingsstoffen aan de bodem of het gewas met als doel de groei van de planten te verbeteren of te behouden.

Plantengroei wordt echter niet alleen bepaald door het aanwezige plantenvoedsel. De plant moet een goed wortelgestel ontwikkelen. Daarvoor moet de grond voldoende zuurstof en water bevatten en een goede structuur hebben. Bovendien moet in het bodemprofiel geen storende vaste lagen voorkomen.

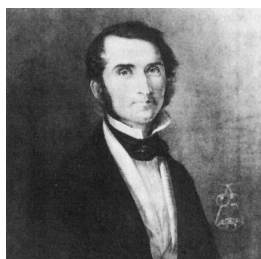
### Vragen en opdrachten

- 6 Je kunt onderscheiden hoofdelementen en spoorelementen.
  - a Welke hoofdelementen kennen we bij planten?
  - b Welke spoorelementen kennen we?
  - c Wat is het verschil tussen hoofdelementen en spoorelementen met betrekking tot de behoefte van de plant?
- 7 Voor een goede ontwikkeling van een plant zijn een aantal groeifactoren onmisbaar.  
Welke factoren zijn dit?

## 1.3 Plantenfysiologische processen

\* In 1804 ontdekte een Zwitser, De Saussure, dat de plant uit koolstofdioxide in staat was suikers te maken. Hij wees echter ook op de mineralen die voor een goede groei verantwoordelijk waren. Dit was natuurlijk in strijd met de humus-theorie.

Pas in 1840 werd de humus-theorie voorgoed vaarwel gezegd. Justus von Liebig wees net zoals De Saussure op het belang van de mineralen.

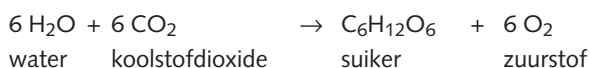


Figuur 1.5 Justus von Liebig wees in 1840 op het belang van de mineralen.

*fotosynthese*

Een plant heeft het vermogen om uit water en koolzuurgas, onder invloed van licht, glucose te maken. Daarvoor heeft de plant bladgroen nodig. Dit proces noemen we koolstofassimilatie of *fotosynthese*.

Met een scheikundige formule is dit proces als volgt weer te geven:



### Van minimum, via optimum naar maximum

Lucht bestaat voor slechts 0,035% uit koolstofdioxide, zodat dit vaak de beperkende factor is van de fotosynthese. In kassen kan de groei van sommige gewassen verhoogd worden door extra CO<sub>2</sub> te geven. In het openbaar groen en de tuinen is dit echter niet mogelijk.

De fotosynthese zal boven een temperatuur van 2 graden Celsius traag op gang komen. Dit is de minimum temperatuur. Bij een temperatuur van 35 graden Celsius is de mate van fotosynthese op zijn hoogst, de optimum temperatuur. Voorbij het optimum neemt de fotosynthese af tot bijna niets bij 45 graden Celsius. Dit is de maximum temperatuur.

### Het vervoer in de plant

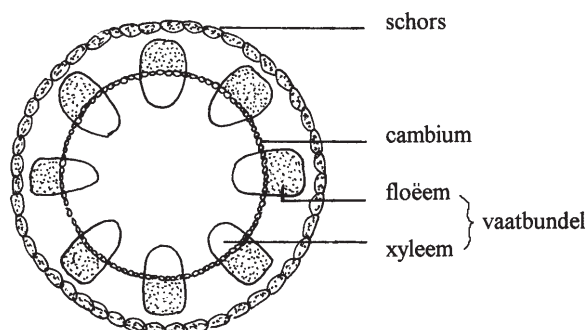
De assimilatieproducten worden vervoerd door de gehele plant. Ze zijn in de levende cellen nodig voor de ademhaling en de vervanging van de gebruikte stoffen.

*floëem*

Het vervoer van koolhydraten en eiwitten gaat vanaf de bladeren via het *floëem* (bastvaten) van het bastweefsel. De wortel krijgt dus zijn voedingsstoffen vanuit de bovengrondse delen.

*xyleem*

De wortel van de plant neemt water en voedingszouten op uit de bodem in de vorm van ionen. Het *xyleem* (houtvaten) zorgt voor het transport van water en opgenomen voedingselementen van de wortels naar de rest van de plant. Daar worden de opgenomen voedingselementen verbruikt of opgeslagen. Het opgenomen water dient dus als transportmiddel, voor zowel de opwaartse stroom via het xyleem als de neerwaartse stroom via het floëem.



Figuur 1.6 Dwarsdoorsnede van een stengel

### Wateropname

De epidermis, de opperhuid, van de wortel neemt water op uit de grond. Via de celwanden en via de cellen stroomt het water in de richting van de houtvaten. Bij dit watertransport spelen onder andere osmotische processen een rol. In de houtvaten gaat het water omhoog.

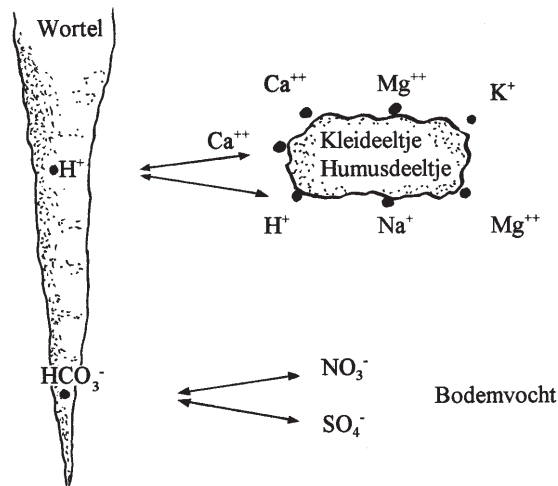
De opname van water zal nooit stoppen, zolang de plant water laat verdampen. Door deze verdamping vindt er een constante waterstroom plaats en koelt de plant af. De bladeren leveren als het ware een *zuigkracht* op het aan te voeren water.

*zuigkracht*

### De ionenopname door de wortel

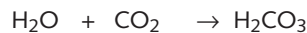
Vroeger dachten we dat alleen de osmose zorg droeg voor de opname van water, met daarin opgelost de voedingselementen. Dit is echter een te simpele voorstelling; in werkelijkheid is het een complex systeem.

Verschillende plantensoorten op een zelfde grond nemen de voedingsstoffen niet in gelijke verhouding op. Zo heeft de ene plantensoort meer behoefte aan bijvoorbeeld kali dan de ander.



Figuur 1.7 Ionen worden door de wortel uitgewisseld.

De wortel neemt water en voedingselementen op uit de bodem. Deze elementen kan de wortel opnemen door uitwisseling van ionen (elektrisch geladen deeltjes). Zo worden positief geladen deeltjes ( $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$  en  $Mg^{2+}$ ) uitgewisseld met  $H^+$ -ionen. Deze ionen zijn afkomstig van de verbinding water en koolstofdioxide. Beide zijn afkomstig van de ademhaling bij de wortels.



Dit is echter een weinig stabiele verbinding, die makkelijk uiteen valt in  $H^+$  en  $HCO_3^-$ .

Met deze twee ionen worden de benodigde ionen uitgewisseld. Een positief ion met een  $H^+$  - ion, een negatief ion met een  $HCO_3^-$ -ion. Als de wortel het kalium-ion ( $K^+$ ) wil opnemen moet deze een waterstofion ( $H^+$ ) uitwisselen. De lading van de wortel blijft daarbij neutraal.

### De zuurgraad is van belang

De zuurgraad (pH) van de bodem wordt met een getal weergegeven. In een oplossing zitten positief - en negatief geladen deeltjes (ionen). De hoeveelheid  $H^+$ -ionen wordt weergegeven met een getal. Indien er 1/100000 gram  $H^+$ -ionen in de oplossing (1 liter) aanwezig zijn wordt gesproken van een pH=5 (onder de streep staat een 1 met vijf nullen).

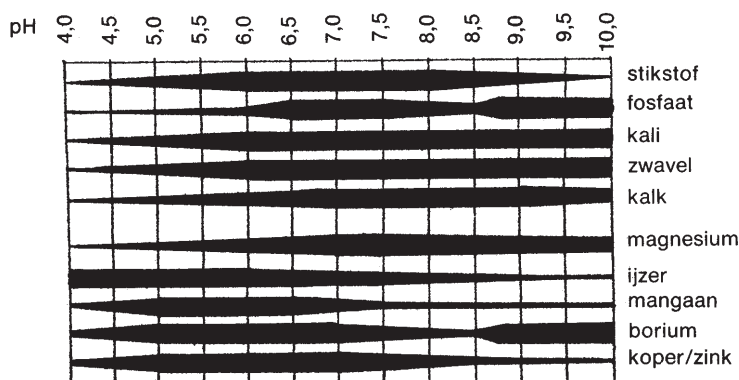
Indien er 1/10000000 gram  $H^+$ -ionen aanwezig zijn spreken we van een pH=7. Bij een pH=7 zitten er minder  $H^+$ -ionen in de oplossing dan bij pH=5.

Des te meer  $H^+$ -ionen in de oplossing aanwezig zijn, des te zuurder de oplossing en des te lager de pH.

Als de wortel veel positiefgeladen ionen opneemt, zullen er veel  $H^+$ -ionen rondom de wortel gaan zitten. Dit is de oorzaak dat er een daling van de pH-waarde ontstaat.

Bij grote opname van negatief geladen ionen zal de pH-waarde oplopen, omdat er veel  $OH^-$ -ionen rondom de wortel zitten. Dit heeft gevolgen voor de opneembaarheid van verschillende voedingselementen. Zo zal er minder magnesium opgenomen worden bij een lage pH-waarde.

Zie hiervoor de onderstaande afbeelding.



Figuur 1.8 De zuurgraad beïnvloedt de opneembaarheid van elementen. De dikte van de lijnen geeft de mate van opneembaarheid weer.

### De opneembaarheid van voedingselementen

De voedingselementen komen in de grond in verschillende vormen voor:

- opgelost in het bodemwater;
- gebonden aan het klei-humuscomplex ( het lutum- en humusdeeltje);
- in slecht oplosbare zouten en mineralen;
- opgenomen door levende bodemorganismen en dode organische stof.

De opgeloste voedingselementen in het bodemvocht zijn direct voor de plant opneembaar. De hoeveelheid voedingselementen is echter gering. De opname gebeurt door *osmose*.

*osmose*

Kleideeltjes en humusdeeltjes zijn negatief geladen. Daardoor zijn ze in staat om positief geladen deeltjes vast te houden, dit noemen we *adsorptie*. De uitwisseling gebeurt door middel van de ionen-uitwisseling.

*adsorptie*

De vaste anorganische deeltjes van de grond bestaan uit diverse mineralen, zoals kwarts, fosfaten, carbonaten en silicaten. Deze zijn afkomstig van het gesteente dat door verwerking is ontstaan. De verhouding waarin deze mineralen in de grond voorkomen is verschillend. Zandgronden bevatten veel kwarts ( $\text{SiO}_2$ ), terwijl kleigronden veel silicaten bevatten. Deze laatste bevatten veel Na, K, Ca, Mg en Fe.

De verwerking van deze deeltjes gaat steeds door, waardoor de voedingselementen geleidelijk vrij zullen komen.

De vaste organische deeltjes zijn afkomstig van afgestorven planten en dieren. Deze deeltjes bevatten plantenvoedsel dat niet direct door de plant op te nemen is. Het bodemleven zal deze stoffen nog moeten verteren, zodat de voedingselementen opneembaar worden gemaakt. Dit heet de *mineralisatie*.

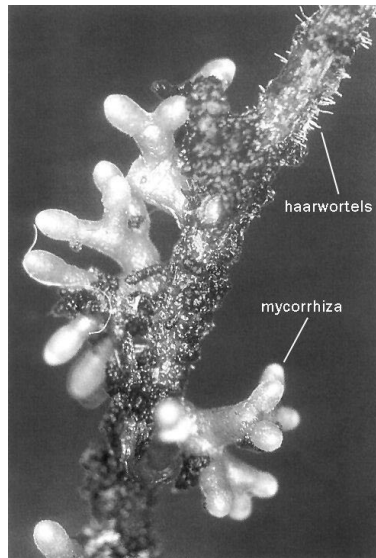
*mineralisatie*

### Mycorrhiza

De wortels van een plant leven samen met schimmels, waarbij beide organismen van elkaar profiteren. Dit noemen we *symbiose*. De schimmel groeit beter doordat deze profiteert van de voedingsstoffen die de plant maakt, zoals suikers. De plant profiteert op zijn beurt van de schimmel, doordat deze met zijn wijdvertakt stelsel van schimmeldraden een groter contact heeft met de bodemdeeltjes. Op deze manier kan de wortel meer water en voedingselementen opnemen.

*symbiose*





Figuur 1.9 Mycorrhiza op een wortel.

*endomycorrhiza*  
*ectomycorrhiza*

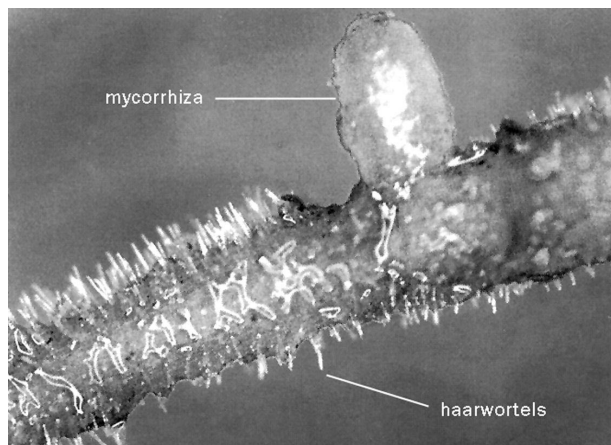
Een bekend voorbeeld van een symbiose is de samenwerking van vlinderbloemigen en bacteriën. De vrije stikstof in de lucht kan door de plant niet opgenomen worden. De bacteriën kunnen dit wel. Ze zetten de stikstof af in knolletjes op de wortel van de plant. De plant kan die stikstof wel opnemen.

Bij mycorrhiza onderscheiden we twee typen schimmels: *endomycorrhiza* en *ectomycorrhiza*.

Endomycorrhiza dringen de wortel binnen, waarbij zich een aantal schimmeldraden aan de buitenkant van de wortel bevinden. De wortel wordt niet totaal bedekt met de schimmel.

Ectomycorrhiza leven aan de buitenkant van de wortel. De wortel wordt vaak volledig bedekt.

Voor de ontwikkeling van mycorrhiza is zuurstof nodig, vooral bij de ectomycorrhiza. De mycorrhiza ontwikkelen zich het best in een licht zuur milieu. De zuurgraad van de bodem speelt dus een belangrijke rol.



Figuur 1.10 De schimmeldraden vergroten het opnameoppervlak.

---

Een zware bemesting, waarbij veel stikstof aanwezig is, werkt averechts op de ontwikkeling van deze schimmeldraden.

### Vragen en opdrachten

- 8 Fotosynthese is een belangrijk proces.  
Waarom is dat zo?
- 9 Teken een dwars- en een lengtedoorsnede van een stam en geef de plaatsen van transport aan met hun transportrichting.
- 10 Voedingselementen komen in verschillende vormen voor.
  - a In welke vormen komen ze voor? Geef een korte uitleg.
  - b Geef aan of de genoemde voedingselementen makkelijk of moeilijk opneembaar zijn.
- 11 Mycorrhiza spelen een belangrijke rol voor planten.  
Waarom zijn mycorrhiza zo belangrijk?

## 1.4 Indeling van de meststoffen

- \* Von Liebig toonde aan dat de plant sommige voedingselementen als mineralen uit de bodem opneemt. Door zijn onderzoeken was hij in staat om zouten samen te stellen, die als kunstmest gebruikt konden worden. Een tijdgenoot, Mulder, toonde aan dat de zuurgraad van de bodem een grote invloed had op de beschikbaarheid van deze voedingselementen.

We spreken van organische en anorganische meststoffen. De laatste groep noemt men meestal kunstmest. Het doel van beide groepen meststoffen is verschillend: Organische meststoffen worden onder andere gebruikt om de structuur, de waterhuishouding en het bodemleven te verbeteren. Organische meststoffen bevatten ook plantenvoeding die door afbraak geleidelijk vrijkomt voor de planten. Je moet met de aanwezige voedingsstoffen rekening houden, als je gaat bemesten. Bij de anorganische meststoffen (kunstmeststoffen) gaat het alleen om het geven van voedingszouten.



*Figuur 1.11 Het grote aanbod bemoeilijkt de keuze!*

---

De kunstmeststoffen deelt men in naar de samenstelling. Zo zijn er enkelvoudige - en samen-gestelde meststoffen (mengmeststoffen).

Een enkelvoudige meststof bevat één voedingsstof. In samengestelde meststoffen komen twee of meer voedingselementen in grotere percentages voor.

In kunstmest zijn de voedingselementen in minerale vorm aanwezig. Het zijn dezelfde verbindingen die ook uit dierlijke mest beschikbaar komen na vertering. Kunstmest heeft dus het voordeel dat de voedingselementen direct voor de plant beschikbaar zijn. Bovendien is het gemakkelijk om de meststof in de juiste hoeveelheid en op de juiste tijd te doseren.

#### **Vragen en opdrachten**

- 12 Organische mest en kunstmest hebben een verschillende functie.  
Wat is het verschil?
- 13 Kunstmest wordt ingedeeld in enkelvoudige - en samengestelde meststoffen.  
Wat is het verschil tussen deze twee groepen?

## **1.5 Samenvatting**

In dit hoofdstuk hebben we gezien dat planten onder bepaalde voorwaarden groeien. Deze groeifactoren zijn: licht, warmte, voedsel, zuurstof, koolstof, water en zuurgraad. Planten hebben bepaalde elementen nodig. Waterstof onttrekt de plant aan de bodem, zuurstof en koolstof worden aangevoerd via de lucht. Andere elementen worden via de wortels opgenomen. We onderscheiden hoofdelementen en sporelementen.

De verschillende stoffen worden op uiteenlopende manieren opgenomen. Hierbij spelen onder andere osmose en de uitwisseling van ionen een rol.

Tenslotte hebben we de verschillende meststoffen besproken. Er zijn enkelvoudige en samengestelde meststoffen.



---

## 2 Organische meststoffen (bodemverbeteraars)

- \* Organische meststoffen worden van oudsher al gebruikt. Stalmest en huishoudelijk afval werden al gebruikt voor de verrijking van de bodem. Turf werd gebruikt als brandstof, waarna de asdelen over het land werden verspreid.



*Figuur 2.1 Het verspreiden van stalmest.*

### Oriëntatie

Organische meststoffen hebben een aantal voordelen. Bij regelmatig toedienen wordt het organisch stof- en het humusgehalte verhoogd of op peil gehouden. Daarnaast verbeteren organische meststoffen het vochthoudend vermogen, de luchthuishouding en de structuur van de grond. Het bodemleven wordt geactiveerd om het organische materiaal om te zetten.

We kunnen daarom beter van organische bodemverbeteraars spreken.

Er zijn verschillende organische bodemverbeteraars. In paragraaf 2.1 leer je ze kennen. De verschillende organische bodemverbeteraars hebben uiteenlopende effecten op de bodem. Welke effecten dat zijn leer je in paragraaf 2.2



*Figuur 2.2 Compostering.*

### Leerdoelen

Na bestudering van dit hoofdstuk kun je

- de verschillende organische bodemverbeteraars noemen;
- de effecten van een aantal bodemverbeteraars op de bodem toelichten en de voor- en nadelen van enkele bodemverbeteraars noemen;
- uitleggen wat groenbemesting is en wanneer dat wordt toegepast.

---

## 2.1 Verschillende organische bodemverbeters

Er zijn een groot aantal organische bodemverbeters: bodemverbeters die veel voedingsstoffen bevatten (waaronder bijvoorbeeld stalmest, champignonmest, molmest en compost) en bodemverbeters die weinig voedingsstoffen bevatten (waaronder turfproducten). De laatste groep verhoogt het humusgehalte van de bodem, maar levert weinig voedsel.

### De veensoorten

In de lagere delen van het landschap zijn vennen ontstaan, die gevuld waren met voedselarm regenwater.

De pH is vaak laag (3.6-4.2) en de grond is arm aan plantenvoedende stoffen.

De belangrijkste hoogveensoorten zijn veenmosveen, turfstrooisel en tuinturf.

Bekijken we de groeilaag van het hoogveen van boven naar beneden in het profiel, dan ziet deze er als volgt uit:

---

Bonklaag		25-50 cm dikke laag
Witveenlaag	turfstrooisel brokkenturf vezelturf	50-100 cm dikke laag
Zwartveenlaag	brandturf persturf tuinturf	100-300 cm dikke laag
Dargveenlaag	onbruikbaar	
Zand		

---

### Veenmosveen

Veenmosveen kun je omschrijven als jong weinig verteerd sphagnumveen. Het is licht van kleur. Veenmosveen kan 10 tot 12 keer zijn eigen gewicht aan water opnemen.

Het veenmosveen wordt verwerkt in potgronden die worden gebruikt in de potplanten- en de boomteeltsector. Het veenmosveen wordt gemengd door de potgrond om een goede structuur te verkrijgen, zodat de plant goed kan doorwortelen.

### Turfstrooisel-turfmolm

Turfstrooisel of turfmolm wordt gewonnen van de bovenlaag van het veenpakket. Het product is lichtbruin en weinig verteerd. Turfstrooisel kan 8 keer zijn gewicht aan water opnemen. Turfstrooisel wordt geleverd in verschillende gradaties, namelijk fijn, normaal en grof. De fijne gradatie wordt gebruikt voor zaaigrond. De normale en grove vezels worden door de potgrond vermengd om deze luchtig te maken.

### Bonkveen

Turfstrooisel werd vroeger van de betere turflagen afgescheept en opgeslagen. Nadat de turf afgestoken was werd deze laag vaak vermengd met zand en weer terug gelegd.

Zodra zuurstof de turflagen binnenkomt, start het verteringsproces. Bonkveen moet een watercapaciteit hebben van tenminste 400. De bonkveen gebruiken we vaak als toevoeging van potgronden die voor de groenteteelt worden gebruikt.

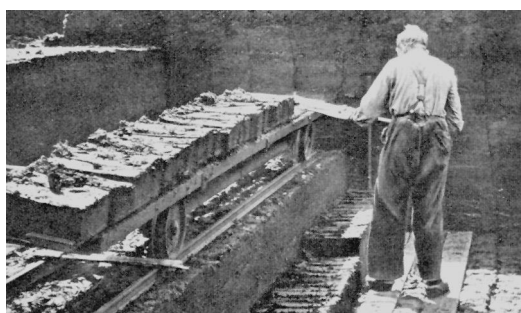
### Tuinturf

Tuinturf wordt verkregen door het zwartveen te laten doorvriezen. De tuinturf wordt uit de bodem gehaald en op velden neergezet. In de winter zal deze turf bevroren. De structuur van de turf wordt na indrogen beter. De watercapaciteit bedraagt minstens 200.

In onderstaand overzicht worden de eigenschappen van de genoemde veensoorten weergegeven.

	<i>Kleur</i>	<i>Vertering</i>	<i>Watercapaciteit</i>
Veenmosveen	okergeel	zeer weinig	1000%
Turfstrooisel	lichtbruin	weinig	800%
Bonkveen	bruin	matig	400%
Tuinturf	donkerbruin	vrij sterk	200%

Een watercapaciteit van 1000 % wil zeggen dat het product 10 maal zijn eigen gewicht aan water kan opnemen.



Figuur 2.3 Turfwinning omstreeks 1900.

### Andere organische bodemverbeteraars

Al eerder bleek dat voedingselementen goed worden vastgehouden door een klei-humuscomplex. Zo zullen ook turfproducten, bestaande uit humus, de voedingselementen goed vasthouden, die afkomstig zijn van een kunstmeststof. In de onderstaande tabel zijn een aantal organische bodemverbeteraars opgenomen. Er is een indeling gemaakt naar herkomst. Per bodemverbeteraar zijn de specifieke eigenschappen vermeld, wat belangrijk is om een juiste keuze te kunnen maken. Hierover meer in de volgende paragraaf.

Meststof	% organische stof	% N	% P	% K	% Ca	% Mg	opmerkingen
stalmest	13	0,4	0,3	0,3			moelijk aan te komen
kippenmest	23	1,1	1,6	0,7	2,3	0,2	bevat veel kalk / heeft een hoog gehalte aan voedingsstoffen / heeft een onprettige geur
gedroogde koemest	50	2	2	3			in poeder- en korrelvorm / veroorzaakt verbranding aan het gewas door de hoge concentratie
gedroogde kippenmest	66	4,9	4,5	3,0	6,5	1,2	idem als gedroogde koemest
Culterra	40	10	4	6	5	1	destructiemeel / in korrelvorm / heeft een sterke geur / veroorzaakt geen gewasverbranding
turfproducten		-	-	-	-	-	tuinturf is zwart van kleur / turfstrooisel is lichtbruin van kleur / beide hebben een zure werking en hebben een hoog gehalte aan organisch materiaal
compost	14	0,3	0,4	0,2	2,5	0,3	bevat kalk / bevat zware metalen
veencompost	18	0,3	0,4	0,1	1,8	0,2	is fijner gemalen dan compost
champost	12,6	6	3,2	9		2,5	een mengsel van champignonmest en compost
champignonmest	20	0,6	0,4	0,7	4,8	0,2	bevat veel chloor in verband met de bestrijding van schimmels / bevat veel kalk door de deklaag van schuimaarde
molmest							mengsel van champignonmest en turfproducten
G.F.T.- afval	21	9,1	4	6,9		2,9	bevat vaak zware metalen

de gehalten in procenten per 1000 kg mest

### Vragen en opdrachten

- 1 Er zijn organische bodemverbeteraars en anorganische meststoffen. Wat is de belangrijkste functie van organische - en wat van anorganische meststoffen?
- 2 In de tabel staat dat gedroogde koemest en kippenmest gewasverbranding kan veroorzaken.
  - a Welk proces veroorzaakt deze verbranding?
  - b Waarom wordt dit verbranding genoemd?
  - c Waarom zouden juist gedroogde mestvormen gewasverbranding veroorzaken?



---

## 2.2 Effecten op de bodem

Bij regelmatig toedienen van organische bodemverbeteraars wordt het organisch stof- en het humusgehalte verhoogd of op peil gehouden. Daarnaast verbeteren de organische bodemverbeteraars het vochthoudend vermogen, de luchthuishouding en de structuur van de grond. Bovendien wordt het bodemleven geactiveerd om het organische materiaal om te zetten.

### Een kwestie van tijd

Van de organische bodemverbeteraars, die in de grond worden ondergewerkt, zal een deel het eerste jaar reeds verteren, de rest in de volgende jaren. De organische stof die na het eerste jaar nog aanwezig is draagt bij tot verhoging, of instandhouding van het organisch stofgehalte. Het volgende staatje laat zien welk percentage van de bodemverbeteraars na een jaar nog in de bodem aanwezig is.

---

<i>Organische bodemverbeteraars</i>	<i>percentage</i>	<i>opmerkingen</i>
stro	10%	
stalmest	20%	
blad	15%	levert weinig organische stof
groenbemester	5%	levert weinig organische stof
turfstrooisel	30%	levert erg veel organische stof / verteert vrij snel
tuinturf	60%	levert erg veel organische stof / verteert langzaam
groen-, fruit- en tuinafval	10%	

---

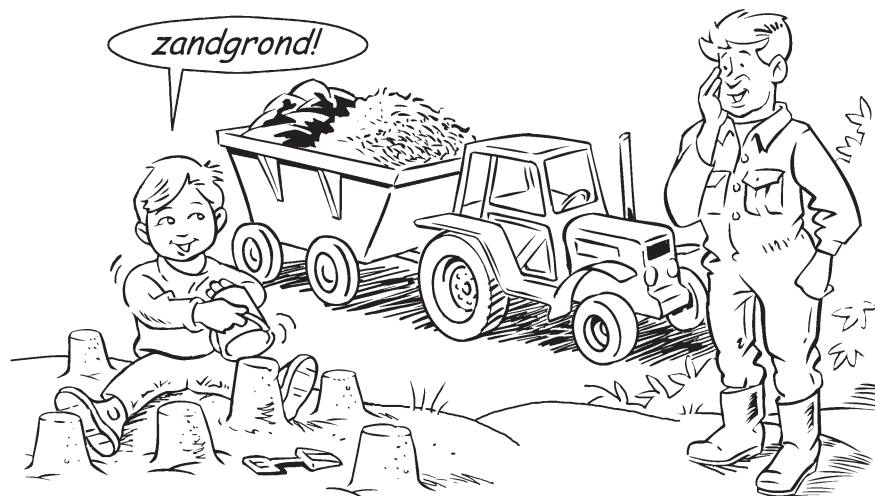
De tabel geeft aan wat er na een jaar nog in de grond over zal zijn onder normale omstandigheden. Maar de afbraak in de jaren daarop is net zo belangrijk. Zo zal stalmest na een jaar of drie bijna helemaal verteerd zijn, afhankelijk van het gehalte aan stro. Gier bevat geen stro en zal dus sneller uit de bodem verdwenen zijn onder invloed van de mineralisatie.

### Onderwerken

Regelmatig gebruik van organische bodemverbeteraars is een must. Maar dit kan niet op alle plaatsen zo eenvoudig. In borders is het makkelijk om de bodemverbeteraars onder te werken, maar bij een gazon is dit niet mogelijk. Het is dan ook belangrijk om bij de aanleg van de tuin een goede organische basisbemesting toe te passen. Op dat moment is het onderwerken van de mest geen probleem.

Daarna kun je gebruik maken van gedroogde organische meststoffen, zoals gedroogde stalmest, gedroogde koemest en de meststof "Culterra". Omdat deze meststoffen een hoge concentratie hebben, moet je de dosering van deze gedroogde meststoffen goed opvolgen. Een verkeerde dosering zal leiden tot gewasverbranding. 'Culterra' vormt hierop een uitzondering. De prijs van gedroogde

meststoffen ligt hoog, maar je kan er een grote oppervlakte mee bemesten (ongeveer 1 kg per 5-10 m<sup>2</sup>).



Figuur 2.4 De grondsoort bepaalt in grote lijnen de keuze van de organische bemesting.

### Welke meststof?

De juiste keuze van de meststof is bij de aanleg van de tuin erg belangrijk, om een goede buffer van organische stof aan te leggen. Zoals bekend vanuit de bodemkunde bevat de zandgrond weinig organische stof, zodat het water en de voedingsstoffen slecht vastgehouden worden. Om dit te verbeteren is het wenselijk om een hoog gehalte organische stof in de grond te brengen, en wel zo dat er na een aantal jaren nog steeds een buffer aanwezig is. Turfproducten komen hiervoor in aanmerking. Het is echter een zure meststof zodat een correctie van de zuurgraad noodzakelijk is, bijvoorbeeld in de vorm van kalk.

Tegenwoordig gebruiken we op zandgrond graag meststoffen die gemaakt zijn van een mengsel van turfproducten en een andere organische meststof. Molmest is een mengsel van turf en champignonmest. De zuurgraad is ongeveer neutraal, omdat de zure werking van de turf opgeheven wordt door de kalkrijke champignonmest.

Op kleigrond kun je de structuur verbeteren door een kalkbemesting. Bij het toedienen van een organische bemesting zou je gebruik kunnen maken van kalkrijke organische meststof. Champignonmest, compost en kippenmest voldoen hier aan.

### Voor- en nadelen van compost

Compost is een meststof waar vaak zware metalen in aanwezig zijn. Hetzelfde probleem hebben we bij G.F.T-afval en andere meststoffen van tuin- en snoeiafval.



*Figuur 2.5 Een hoge temperatuur in de composthoop is een noodzaak voor 't doden van onkruidzaden.*

Een voordeel is, dat bij compostering zo'n hoge temperatuur ontstaat, dat de onkruidzaden en ziekteverwekkers gedood worden. Indien de compostering niet goed uitgevoerd wordt zal de temperatuur in de mest te laag blijven. Bij gebruik van dergelijke meststoffen zal er een explosie van onkruidgroei ontstaan.

### **Groenbemesting**

Groenbemesting wordt toegepast op gronden die tijdelijk niet in productie zijn, bijvoorbeeld een tuin in de nieuwbouw wordt het eerste half jaar na oplevering van het huis niet aangelegd.

Om dan toch de structuur van de grond te behouden en om de onkruidgroei tegen te gaan, wordt groenbemesting toegepast. Als groenbemester worden grassen (bijvoorbeeld rogge), koolzaad en vlinderbloemigen (bijvoorbeeld lupine en Phacaelia) gebruikt. De vlinderbloemigen leggen stikstof vast in hun wortels, door toedoen van bacteriën. Deze stikstof komt ten goede aan de tuinplanten, nadat de groenbemester ondergewerkt wordt.

### **Vragen en opdrachten**

- 3 Zet de volgende meststoffen in de juiste volgorde met betrekking tot het leveren van humus of stabiele humus.  
Stalmest                      tuinturf                      tuincompost van bladafval.
- 4 Aan bepaalde meststoffen kleven ook nadelen.  
Wat is een nadeel van kippenmest; van champignonmest; en gedroogde meststoffen?
- 5 Zware kleigrond moet op een bepaalde manier bemest worden.  
Welke meststof, uit de lijst, is uitermate geschikt voor de bemesting van zware kleigrond?
- 6 Meststoffen, die bestaan uit een mengsel van turfproducten en een tweede meststof zijn erg in trek de laatste tijd.  
Waarom is dat zo?
- 7 Een turfproduct draagt bij aan de bodemvruchtbaarheid, terwijl de meststof zelf weinig plantenvoedsel bevat. Hoe komt dat?

---

## 2.3 Samenvatting

In dit hoofdstuk heb je kennis gemaakt met verschillende organische bodemverbeteraars en hun specifieke eigenschappen. Er zijn organische bodemverbeteraars die veel voedingsstoffen bevatten (waaronder bijvoorbeeld stalmest, champignonmest, molmest en compost) en bodemverbeteraars die weinig voedingsstoffen bevatten (waaronder turfproducten).

Welke bodemverbeteraar we moeten gebruiken hangt af van de grondsoort. Zo bemesten we zandgrond met turfproducten en kleigrond met kalkhoudende mestsoorten.

Een voordeel van compost is, dat er geen ziekteverwekkers in zitten en geen onkruidzaden; een nadeel is dat het vaak zware metalen bevat.

Groenbemesting gebruiken we op stukken land, die een tijd niet gebruikt worden.

Groenbemesting verbetert de structuur van de grond en gaat de groei van onkruid tegen.

---

## 3 Anorganische meststoffen

### Oriëntatie

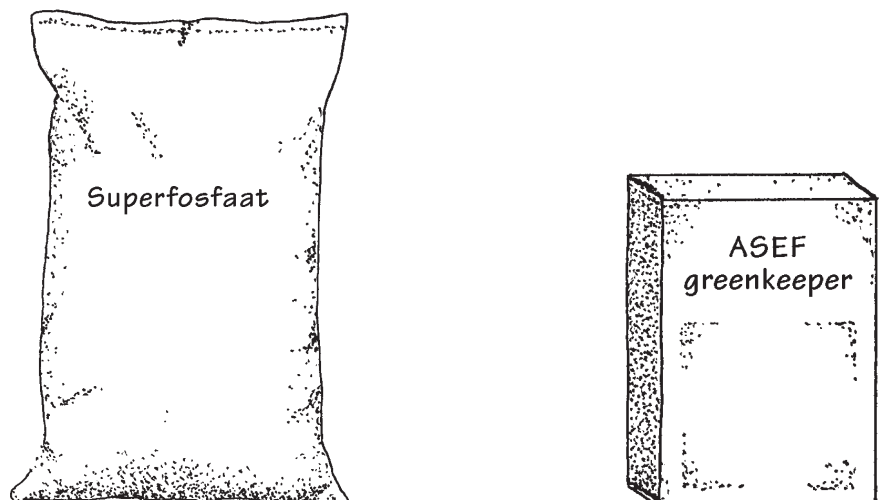
Anorganische meststoffen worden op chemische wijze gemaakt. Het zijn meestal mengsels van zouten, waarvan de oplosbaarheid erg verschillend is.

Het gebruik van kunstmeststoffen heeft ten opzichte van organische meststoffen verschillende voordelen.

- De voedingselementen kunnen in elke gewenste hoeveelheid en verhouding gegeven worden.
- De anorganische meststoffen zijn op het meest ideale tijdstip toe te dienen.
- De anorganische meststoffen werken vaak sneller dan de organische meststoffen, doordat organische meststoffen eerst omgezet moeten worden om opneembaar te worden.
- De anorganische meststoffen zijn makkelijk te verwerken.

Het gebruik van anorganische meststoffen (kunstmest) is vooral gericht op het toedienen van voedingsstoffen. Toch kunnen deze meststoffen ook invloed uitoefenen op de zuurgraad en de structuur van de bodem. Kalkmeststoffen, bijvoorbeeld, hebben naast de levering van calcium vooral tot doel om de structuur van kleigronden te verbeteren en om de zuurgraad te beïnvloeden.

De werking van de kunstmeststoffen op de zuurgraad van de bodem is verschillend. Zo zijn er basisch werkende meststoffen (kalk), zuurwerkende meststoffen en neutraal werkende meststoffen. Naast het leveren van voeding kan met anorganische stoffen dus de zuurgraad van de bodem een beetje aangepast worden.



Figuur 3.1 Kunstmest wordt op verschillende manieren verpakt.

Je kunt de voedingselementen afzonderlijk toedienen (enkelvoudige meststof) of met meststoffen waarin twee of meer voedingselementen aanwezig zijn

(samengestelde meststof). De hoofdelementen, zoals stikstof, fosfaat, kalium, calcium, magnesium en zwavel, en de spoorelementen kunnen met anorganische meststoffen aangevuld worden tot het gewenste peil.

In de grond vallen deze meststoffen uiteen, waarna de voedingselementen voor de plant ter beschikking komen. De voedingselementen kunnen dan oplossen in het bodemvocht, aan het kleihumus-complex gekoppeld worden (alleen de positief geladen ionen) of als zouten in de bodem (tijdelijk) neerslaan. Meststoffen die in het bodemvocht terecht komen kunnen makkelijk uitspoelen. Omdat dit schadelijk is voor het milieu moeten we hier verstandig mee omgaan.

Meststoffen kunnen soms onder invloed van andere voedingselementen in de bodem vastgelegd worden in voor de plant niet-opneembare verbindingen. Dit noemen we *fixatie*.

*fixatie*

Als een bepaald voedingselement in grote hoeveelheden in de bodem aanwezig is, kan dit de opname van een aantal andere voedingselementen tegenwerken. Dat noemen we *antagonisme*.

*antagonisme*

Het een en ander zal duidelijk worden gemaakt bij de behandeling van de verschillende voedingselementen.

## Leerdoelen

Na bestudering van dit hoofdstuk kun je

- de verschillende anorganische meststoffen noemen en kun je hun gebruik toelichten.
- de functie(s) van de verschillende hoofdelementen benoemen.
- verklaren wat er gebeurt bij een overmaat en bij een gebrek aan dit element.
- aangeven in welke vormen het element in de grond voorkomt.
- aangeven wat het effect van de meststoffen is op de zuurgraad
- aangeven wanneer de meststoffen het best toegediend kunnen worden.

## 3.1 Het element stikstof ( N )

\* Stikstof komt in verschillende vormen in de natuur voor. De vrije stikstof in de lucht kan door de plant niet opgenomen worden. Door een speciaal procédé kan deze vrije stikstof vastgelegd worden in de vorm van kunstmest.



*Figuur 3.2 De vrije stikstof uit de lucht wordt omgezet tot kunstmest. Dit gebeurt in een fabriek volgens een bepaald procédé, waarbij vrije stikstof gekoppeld wordt aan zuurstof of aan waterstof.*

---

Het element stikstof heeft een aantal functies:

- Stikstof bevordert de groei van de plant.
- Stikstof bevordert de groene kleur van de plant, waardoor de fotosynthese beter verloopt.
- Stikstof is een belangrijk bestanddeel van de eiwitten.

### **Te veel en te weinig**

Indien het element stikstof niet voldoende aanwezig is treden er gebreksverschijnselen op. De plant groeit slecht. De plant heeft een bleekgroene tot gele kleur, waardoor de fotosynthese minder goed verloopt. Ook de vegetatieve groei wordt snel beëindigd en de plant gaat bloeien, dikwijls met zeer goed gekleurde bloemen.

Indien het element stikstof in te grote hoeveelheden aanwezig is treden er overmaatsverschijnselen op. De plant groeit te weelderig. De bladeren zijn zeer groot, donkergroen en zacht. Hierdoor is de plant vatbaarder voor ziekten en plagen.

### **Vormen van stikstof in de bodem**

Stikstof komt in verschillende verbindingen voor:

- als vrije stikstof;
- als nitraat;
- als ammonium;
- als ureum.

#### *vrije stikstof*

In de lucht is de *vrije stikstof* ( $N_2$ ) te vinden. De plant kan deze vorm van stikstof niet opnemen. Vlinderbloemigen daarentegen kunnen deze vrije stikstof met behulp van bepaalde bacteriën wel opnemen en in de grond opslaan in bolletjes op de wortels. Na vertering komt deze stikstof ter beschikking aan de plant.

#### *nitraat*

In het bodemvocht komt de stikstof in de vorm van *nitraat* ( $NO_3^-$ ) voor. Het is een negatief geladen ion en kan dus niet door het klei-humuscomplex geadsorbeerd worden. Omdat het in opgeloste vorm voorkomt is deze makkelijk voor de plant opneembaar. Nadeel is dat de nitraat makkelijk uitspoelt. Veel planten hebben de voorkeur voor nitraat in plaats van ammonium

#### *ammonium*

De stikstof in de vorm van *ammonium* ( $NH_4^+$ ) is positief geladen en daarom aan het klei-humuscomplex te absorberen. Deze vorm is voor de plant beperkt opneembaar, maar wordt bij een actief bodemleven snel omgezet in de nitraat-vorm.

#### *ureum*

*Ureum*  $CO(NH_2)_2$  is een verbinding van stikstof, die door omzetting van  $NH_3$ ,  $NH_4$  naar  $NO_3^-$  als een trager werkende meststof wordt gezien.

### **Stikstof door mineralisatie**

#### *mineralisatie*

Naast deze verbindingen komt er stikstof vrij door de mineralisatie van het organische materiaal. *Mineralisatie* is het omzetten van organische meststof in verbindingen die voor de plant opneembaar zijn.

Er vinden allerlei processen plaats om de stikstof om te zetten in een opneembare vorm.

---

*nitrificatie*

*Nitrificatie* is het omzetten van de ammoniumvorm in de nitraatvorm, dus de omzetting van  $\text{NH}_4^+$  in  $\text{NO}_3^-$ .

*denitrificatie*

*Denitrificatie* is het omzetten van de nitraatvorm in vrije stikstof, dus de omzetting van  $\text{NO}_3^-$  in  $\text{N}_2$ . Deze omzetting vindt plaats in een zuurstofarm milieu. Het nitraat zal omgezet worden in nitriet ( $\text{NO}_2^-$ ) en ten slotte in  $\text{N}_2$ . De stikstof gaat hierbij verloren voor de plant, omdat vrije stikstof niet kan worden opgenomen.

### **Stikstof meststoffen**

Zoals uit het voorgaande blijkt zijn er verschillende stikstofmeststoffen. We delen ze in in vier groepen, namelijk de nitraatmeststoffen; de ammoniummeststoffen; de nitraat- en ammoniummeststoffen en de ureum-meststoffen.

- **Nitraat-meststoffen**

De plant kan snel over het element N beschikken. Nitraat lost erg gemakkelijk op in water.

Een nitraatmeststof is:

---

<i>Meststof</i>	<i>percentage</i>	<i>opmerkingen</i>
Kalksalpeter	15,5% N	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ pH-verhogende werking

---

- **Ammoniummeststoffen**

De meststof werkt langzamer dan in de nitraatvorm. De ammoniumvorm ( $\text{NH}_4$ ) wordt aan het klei-humuscomplex vastgehouden. De meststof komt geleidelijker vrij, zodat de werking van de meststof langduriger is dan de nitraatvorm.

Een belangrijke ammonium-meststof is:

---

<i>Meststof</i>	<i>percentage</i>	<i>opmerkingen</i>
zwavelzure ammoniak	21% N	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ pH-verlagende werking / bevordert de uitspoeling van kalk

---

- **Nitraat- en ammoniummeststoffen**

In deze meststoffen zit de stikstof zowel in de nitraat- als in de ammonium-vorm. Dat houdt in dat de meststof deels snelwerkende en deels langzaamwerkende bestanddelen heeft. De aanvoer van stikstof is voor langere tijd vrij stabiel.

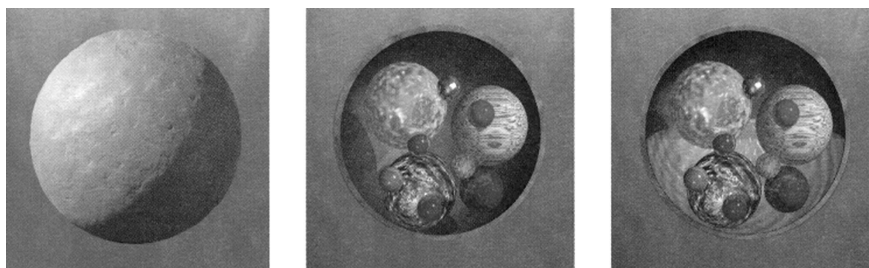


Enige nitraat- en ammoniummeststoffen zijn:

<i>Meststof</i>	<i>percentage</i>	<i>opmerkingen</i>
magnesamon (salpeter)	22% N	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> + MgCO <sub>3</sub> langzaamwerkende Mg-meststof (8% Mg) / neutrale tot zwak basische werking
kalkammonsalpeter (kas)	26% N	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> + CaCO <sub>3</sub> neutrale tot zwak zure werking

- Ureumeststoffen

Ureum CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub> is een organische verbinding met een hoog stikstofgehalte, namelijk 46%. Deze stikstofvorm is over het algemeen niet direct opneembaar voor de plant, maar moet in de grond eerst worden omgezet door bacteriën in de ammoniakvorm en daarna tot de nitraatvorm. Dit kost tijd en daarom werkt deze meststof langzamer.



*a*

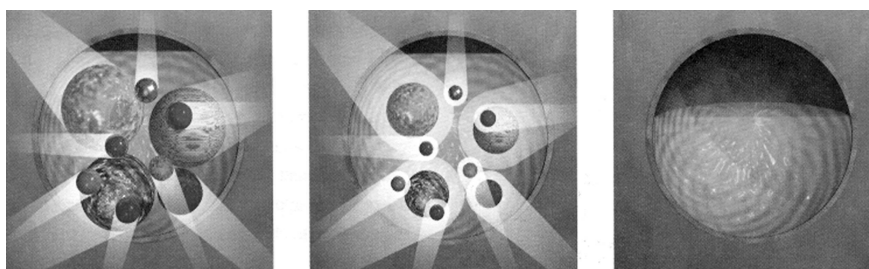
*b*

*c*

*a* Buitenkant van de korrel.

*b* Binnenkant, je ziet dat er voedingselementen zijn opgeslagen.

*c* Water dringt de korrel binnen.



*d*

*e*

*f*

*d* en *e* De voedingselementen komen langzaam vrij.

*f* De lege huls blijft over.

*Figuur 3.3 Osmocote*

Deze meststof wordt bij de teelt in containers veel gebruikt. Daarbij wordt de meststof verpakt in een coating, een soort jasje. De meststof komt pas ter beschikking als dit jasje op plaatsen doorbroken wordt. Dat is de reden waarom deze gecoate meststoffen een langdurige werking hebben. Iets wat voor de containerteelt erg belangrijk is. Bij het voortdurend beregenen zou de meststof heel makkelijk uit de pot kunnen uitspoelen. Daarbij zou een groot deel van de beschikbare stikstof verdwijnen. Dit zou veel geld kosten en het milieu zou zwaar belast worden. (zie verder onder 'mengmeststoffen')

Enige ureum-meststoffen:

<i>Meststof</i>	<i>percentage</i>	<i>opmerkingen</i>
Ureum	30% N	zure werking / langzaamwerkend / duur
Multicote	verschillend	in vele soorten te verkrijgen / samengestelde meststof / met verschillende werkingsduren
Osmocote	verschillend	in vele soorten te verkrijgen / samengestelde meststof / met verschillende werkingsduren/ vooral gebruikt bij containerteelt

### **Toedienen van stikstofmeststoffen**

De stikstofmeststoffen kunnen elk moment van de groeiperiode gegeven worden. Vanaf september moet je echter stoppen met toedienen. Het gewas moet namelijk goed kunnen afrijpen voordat de winter zijn intrede doet. Stop je niet op tijd, dan zal het gewas makkelijk bevriezen.

Bij het bemesten van het gazon en border maken we graag gebruik van mengmeststoffen, zoals de overbekende N P K 12-10-18. Deze meststof moet je met regelmatige perioden geven, bijvoorbeeld eens in de maand in de maanden mei tot en met september.

### **Vragen en opdrachten**

- Op het bemestingsadvies wordt aangegeven dat er 1,5 kilogram kalkammonsalpeter per 100 m<sup>2</sup> gegeven dient te worden. Men kiest voor een andere stikstofmeststof. Om dezelfde bemestingswaarde van het advies aan te houden moeten we dan gaan uitrekenen hoeveel kg van de gekozen meststof gegeven moet worden om een gelijkwaardige vervanger te krijgen. We pakken dit als volgt aan:  
 Kalkammonsalpeter bevat 26% N.  
 1 kg kalkammonsalpeter levert ..... gram zuivere N.  
 We moeten 1,5 kg geven, dat is ..... gram zuivere stikstof.  
 We kiezen kalksalpeter (15% N) als vervanger voor de kalkammonsalpeter.  
 1 kg kalksalpeter levert ..... gram zuivere stikstof.  
 We moesten ..... gram zuivere stikstof aanvoeren.  
 Dus we moeten ..... : ..... = ..... kg kalksalpeter aanvoeren.
- Reken nu het volgende uit als je weet dat Multicote 30% N, kalkammonsalpeter 26% N, kalksalpeter 15% N en zwavelzure ammoniak 20% N bevat.

- 
- 3 kg kalkammonsalpeter bevat evenveel stikstof als ..... kg zwavelzure ammoniak.
- 4 kg kalksalpeter bevat evenveel stikstof als ..... kg kalkammonsalpeter.
- 3 Stikstofmeststoffen hebben invloed op pH van de grond.  
Welke invloed?
- A Alle stikstofmeststoffen hebben een basische vorming
- B Alle stikstofmeststoffen hebben een zure werking
- C Er zijn stikstofmeststoffen die een basische werking hebben en er zijn stikstofmeststoffen die een zure werking hebben.
- 4 Bij gebruik van stikstofmeststof gaat altijd een gedeelte van de stikstof verloren door:
- A uitspoeling
- B mineralisatie
- C denitrificatie
- D nitrificatie.
- 5 Stikstof komt in verschillende vormen in de bodem voor.
- a In welke vormen komt stikstof in de bodem voor?
- b Zet erachter of deze vorm makkelijk of moeilijk opneembaar is.
- c Geef ook waarom de vorm van stikstof makkelijk of moeilijk opneembaar zijn.
- 6 KAS is een belangrijke meststof in de groene sector. Wat zou hiervoor de reden zijn?
- 7 Een van de meststoffen is Multicote.  
Waarvoor wordt bijvoorbeeld Multicote gebruikt en waarom specifiek hiervoor?
- 8 Stikstofbemesting vindt plaats onder bepaalde omstandigheden.  
Wanneer wordt stikstof bemest ?
- 9 Kalkammonsalpeter bevat stikstof
- A alleen in de ammoniumvorm
- B alleen in de nitraatvorm
- C zowel in de ammoniumvorm als in de nitraatvorm.

## 3.2 Het element fosfor (fosfaat) ( P )

- \* Fosfaatverbindingen komen in grote hoeveelheden voor in de natuur. Ophopingen van zogenaamde ruwe fosfaten vind je bijvoorbeeld in Marokko, Algiers, Rusland en Amerika. Deze ruwe fosfaten, die onoplosbaar zijn, worden in de fabriek omgezet in oplosbare verbindingen die voor de plant opneembaar zijn.

Fosfaat heeft een aantal functies.

- Fosfaat bevordert de bloei.
- Fosfaat is een bestanddeel van de eiwitten.
- Fosfaat regelt de wortelgroei van kiemplanten.
- Fosfaat regelt de rijping van zaden.

### **Te veel en te weinig fosfaat**

Als fosfaat niet voldoende aanwezig is, treden er gebreksverschijnselen op. Er treedt groeiremming op, zonder duidelijke symptomen. De bladeren worden vaak



*Figuur 3.4 Een fosfaatgroeve*

dofgroen/blauwgroen en stug, waarbij de bladranden naar beneden omkrullen. De oudste bladeren worden geel en vertonen indrogende vlekken. Het blad valt voortijdig af.

Jonge planten ontwikkelen hun wortelgestel slecht.

Als fosfaat in te grote hoeveelheden aanwezig is, treden overmaatsverschijnselen op. Dit is aan de plant te zien als gebreksverschijnselen van andere voedingselementen. Zo kan een overmaat aan fosfaat leiden tot ijzergebrek. Tevens wordt de opname van koper en zink geremd. Dit noemen we antagonisme.

### **Vormen van fosfaat in de bodem**

Fosfaat is in verschillende vormen in de bodem te vinden:

- oplosbaar in bodemwater;
- oplosbaar in zwakke zuren;
- onoplosbaar.

De ruwe vorm van fosfaat is niet oplosbaar en bevat het volgende bestanddeel:



Deze verbinding wordt oplosbaar indien er waterstofionen aan toegevoegd worden:



Fosfaationen ( $\text{PO}_4^{2-}$ ) zijn negatief geladen en worden dus niet gebonden aan het klei-humuscomplex, waardoor zij uit kunnen spoelen. Maar in de grond komt het fosfaat kalk, ijzer en aluminium tegen en bindt zich zo tot zouten die neerslaan en slecht opneembaar zijn.

---

De plantenwortels produceren CO<sub>2</sub> bij de ademhaling. Dit lost in het bodemwater op en er ontstaat een zwak zuur ( H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> ) , waarin deze zouten kunnen oplossen.

Om te voorkomen dat fosfaat in een zout kan neerslaan (fixatie) kun je bij de bemesting het volgende doen. De fosfaatbemesting wordt verdeeld over enige giften gedurende het groeiseizoen. De plant kan dan het nodige aan fosfaat opnemen voordat de fixatie zal plaatsvinden.

Het gebruik van superfosfaat verdient de voorkeur, omdat deze meststof oplosbaar calciumfosfaat bevat.

### Fosfaatmeststoffen

Voor het bemesten van gronden in de groene ruimte worden hoofdzakelijk de volgende meststoffen gebruikt:

---

<i>Meststof</i>	<i>percentage</i>	<i>opmerkingen</i>
Superfosfaat	19% P	Ca(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> + CaSO <sub>4</sub> + gips goed oplosbaar / pH neutraal.
Tripelsuper(fosfaat)	43% P	Ca(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> goed oplosbaar / pH neutraal / vaker gebruikt dan superfosfaat.

---

De fosfaten zijn over het algemeen slecht oplosbaar, waardoor er weinig uitspoeling zal zijn.

Fosfaat is echter weinig mobiel in de grond. De meststof moet goed vermengd worden door de grond, zodat de wortels het fosfaat beter kunnen vinden. Daarbij is de fijnheid van de meststof ook erg belangrijk.

### Toedienen van fosfaatmeststoffen

Het toedienen van fosfaatmeststoffen kan op kalkrijke gronden het best in het vroege voorjaar gebeuren.

Op zandgronden kan dit beter in het najaar gebeuren, zeker bij moeilijk oplosbaar fosfaat.

Als er een grote gift gegeven moet worden (bijvoorbeeld bij de aanleg) kan dit beter in twee gedeeltes gedaan worden: tijdens de grondbewerking en een paar weken voor de aanplant.

Het is belangrijk om de meststof goed door de gehele bouwvoor te mengen.

### Vragen en opdrachten

- 10 Een hovenier heeft het advies gekregen om 5 kg kalksalpeter (15,5% N) per are te strooien. De hovenier heeft echter nog een flinke voorraad kalkammonsalpeter (26%). Daar het gaat om een voorraadbemesting wil hij liever kalkammonsalpeter strooien. Hoeveel kg kalkammonsalpeter moet de hovenier strooien op 7 are om het advies zo dicht mogelijk te benaderen? In dat geval moet de tuinder ongeveer ..... kg kalkammonsalpeter per are strooien.

- 
- 11 Bij de plant is het element fosfaat vooral nodig voor
    - A de vegetatieve groei
    - B de stevigheid van de stengel
    - C de wortelgroei
    - D de vorming van bladgroen.
  - 12 Fosfaat is een belangrijk element bij het inzaaien van het gazon. Geef een korte uitleg over deze stelling.
  - 13 Dat de plant op een zeker moment het vastgelegde fosfaat weer enigszins kan opnemen komt door
    - A de enzymwerking van de wortels
    - B de ademhaling van de wortels waardoor koolzuurhoudend water ontstaat
    - C de toename van het zuurstofgehalte bij de haarwortels.
  - 14 Fosfaat kan op kalkrijke of ijzerhoudende gronden gefixeerd worden. Hoe kan dat?
  - 15 Fosfaatbemesting vindt onder bepaalde omstandigheden plaats. Wanneer wordt fosfaat toegediend?
  - 16 Fosfaatbemesting kan niet zomaar. Waarop moet je letten bij een fosfaatbemesting?

### 3.3 Het element kalium

- \* Van nature komt kalium voor in gesteenten, in zeewater en vooral als zoutafzetting – ingesloten tussen dikke zoutlagen – in de grond (Franse kalimijnen). Deze zoutafzettingen zijn in het grijze verleden ontstaan door verdamping van zeewater. Ook nu worden in warme streken zouten gewonnen door verdamping van (zout)zeewater.



*Figuur 3.5 Een kalimijn*

---

Het element kalium heeft een aantal functies.

- Het bevordert de opname van water en regelt de verdamping (met andere woorden: het regelt de waterhuishouding van de plant).
- Het bevordert de stevigheid van de plant (water en turgor).
- Het bevordert de productie van koolhydraten (vooral bij bol- en knolgewassen).
- Het bevordert het transport van assimilatieproducten door de plant.
- De planten worden steviger en sterker tegen schimmels, vorst en droogte.

### **Te weinig en te veel kalium**

Als het element kalium niet voldoende aanwezig is, treden er gebreksverschijnselen op. Het blad blijft achter in de groei en de kleur is vaak donkerder dan normaal. De bladrand is meestal geel gekleurd en vaak verdord. De verdorring kan zich over het gehele blad uitbreiden. Vaak sterven de bladeren vroeg af.

Als het element kalium in te grote hoeveelheden aanwezig is treden er overmaatsverschijnselen op. Dit is aan de plant te zien als gebreksverschijnselen van andere voedingselementen. Zo kan een overmaat aan kalium leiden tot magnesiumgebrek. Kali remt de opname van magnesium, calcium en borium. Dit is weer een voorbeeld van antagonisme.

### **Vormen van kalium in de bodem**

Kali is in verschillende vormen in de bodem te vinden:

- als  $K^+$ -ion in het bodemvocht;
- als  $K^+$ -ion aan het klei-humuscomplex;
- in de mineralen.

De  $K^+$ -ionen die opgelost zijn in het bodemvocht zijn snel opneembaar voor de plant. Een nadeel is echter dat het kalium dan ook kan uitspoelen.

De  $K^+$ -ionen die aan het klei-humuscomplex gekoppeld zijn kan de plant opnemen door  $H^+$ -ionen uit te wisselen.

Door verwerking van de mineralen, vooral silicaten, komt het kalium geleidelijk vrij. Dit speelt echter alleen op zeekleigronden een rol. Zandgrond heeft van nature geen mineralen waarin kalium aanwezig is.

### **Kaliummeststoffen**

We delen de kaliummeststoffen in twee groepen in, te weten: chloorhoudende meststoffen en chloorarme meststoffen.

Chloorhoudende meststoffen bevatten kali in de vorm van zout (KCl). Veel planten verdragen dit slecht. Gazons en sportvelden verdragen chloor goed.

De prijs van de chloorhoudende meststoffen is beduidend lager dan die voor chloorarme meststoffen.



- Chloorhoudende meststoffen

<i>Meststof</i>	<i>percentage</i>	<i>opmerkingen</i>
K 40	40% K	KCl + NaCl goed oplosbaar / pH neutraal
K 60	60% K	KCl + NaCl goed oplosbaar / pH neutraal

- Chloorarme meststoffen

<i>Meststof</i>	<i>percentage</i>	<i>opmerkingen</i>
Patentkali	30% K	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> + MgSO <sub>4</sub> 10% magnesium / pH neutraal / minder dan 3% Cl
Zwavelzure kali kalisulfaat	50% K	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> pH neutraal / minder dan 3% Cl

### Toedienen van kalimeststoffen

De chloorhoudende kalimeststoffen kun je het best in het najaar toedienen, zodat de chloor nog wat uit kan spoelen. De chloorarme kalimeststoffen worden bij voorkeur in het voorjaar gegeven.

Kali zal makkelijk uitspoelen als de grond een laag organisch stofgehalte heeft en weinig lutum bevat. Dit is dus het geval bij arme zandgronden. Op deze gronden wordt de kalium in het voorjaar toegediend.

Patentkali kan het best gebruikt worden als uit het grondonderzoek blijkt dat er ook een te kort is aan magnesium.

Een overmaat aan kali remt de opname van magnesium, maar dit geldt ook andersom. Gebruik van patentkali op gronden met een voldoende magnesiumvoorraad kan antagonisme veroorzaken. Daarbij wordt door de grote hoeveelheid magnesium de opname van kalium tegengehouden. Antagonisme komt voor tussen magnesium en kalium en tussen kalium en calcium.

### Vragen en opdrachten

- Kalium heeft een aantal belangrijke functies.  
Geef drie belangrijke functies van kalium.
- Een overmaat aan kali kan ongunstige gevolgen hebben.
  - Wat is het gevolg van een kalium-overmaat?
  - Hoe noemen we dit verschijnsel?
  - Tussen welke elementen onderling kan dit verschijnsel nog meer optreden?
- Op sportvelden worden vaak chloorhoudende meststoffen gebruikt.  
Waarom is dat zo? Noem twee redenen.
- Kalimeststoffen moet je op bepaalde tijden in het jaar geven.
  - In welk jaargetijde worden kalimeststoffen gegeven op zandgronden en waarom?
  - In welk jaargetijde worden kalimeststoffen gegeven op kleigronden en waarom?



---

## 3.4 Het element calcium (kalk)

- \* Kalk komt in de natuur voor in de vorm van onder andere kalksteen, kalkmergel en schelpen. Voor Nederland is de winning in Winterswijk van belang.



*Figuur 3.6 Een kalkgroeve*

Het element calcium heeft een aantal functies.

- Calcium is nodig voor de opbouw.
- Calcium verstevigt de celwand.
- Calcium neutraliseert giftige stoffen.
- Calcium regelt de wateropname.

### **Te weinig en te veel calcium**

Een tekort aan calcium komt op gronden zelden voor. De reserve in de meeste gronden is voldoende voor de opname door de plant. Maar met betrekking tot kalk ligt het anders. De opname van sommige elementen zal minder worden, zoals van molybdeen. Er ontstaat dan een gebrek aan het desbetreffende element. Het uitspoelen van sommige elementen wordt bevorderd, zoals bij kalium en magnesium. Er zal een gebrek aan de desbetreffende elementen ontstaan. Andere elementen die in een zuur milieu oplosbaar zijn en die bij overmaat voor de plant giftig zijn, worden vastgelegd. Dit geldt voor mangaan, ijzer en aluminium die in zure gronden oplossen en dan in een overmaat aanwezig zijn, waardoor ze giftig kunnen werken.

---

Een overmaat aan calcium komt ook zelden voor. Met betrekking tot de kalk ligt dit anders.

De oplosbaarheid van sommige elementen zal slecht worden, zoals bij mangaan, koper, boor en ijzer (een aantal spoorelementen). De opname van de desbetreffende elementen zal minder worden. Er ontstaat een gebrek aan deze elementen.

### Vormen van kalk in de bodem

De grondstof voor de meeste kalkmeststoffen is koolzure kalk ( $\text{CaCO}_3$ ) die in enorme hoeveelheden in verschillende vormen in de natuur voorkomt (kalksteen, kalkmergel, schelpen). In ons land zijn de Limburgse mergel en de Winterswijkse dolomietmergel bekend.

Calcium (kalk) komt in verschillende vormen voor:

- als vrije koolzure kalk ( $\text{CaCO}_3$ );
- geadsorbeerd aan het klei-humuscomplex ( $\text{Ca}^{2+}$ );
- opgelost in het bodemvocht ( $\text{Ca}^{2+}$ ).

### Het belang van kalk

Voor kleigronden is het belangrijk dat er voldoende  $\text{Ca}^{2+}$ -ionen aan het klei-humuscomplex gebonden zijn en er voldoende  $\text{Ca}^{2+}$ -ionen in het bodemvocht aanwezig zijn. Kalk werkt namelijk structuurverbeterend op kleigronden, omdat het de kleideeltjes bindt. Op deze manier kan er een kruimelstructuur ontstaan. Tevens zal het gevaar voor slempen afnemen.

Kalk helpt bij de vertering van organische stof omdat het onder andere de bacteriewerking bevordert.

Kalk regelt voor een deel de zuurgraad (pH) van een grond. Dit is vooral op zandgronden van veel betekenis omdat deze de neiging hebben te verzuren.

### Kalkmeststoffen

De werkzame stof van kalkmeststoffen wordt niet aangegeven in procenten Ca, maar in zuurbindende waarde (z.b.w.).

Wil een kalkmeststof goed werken, dan moet ze fijn verdeeld in de grond worden gewerkt. Dit is alleen mogelijk als de kalk zeer fijn en droog is. Op de kalkzakken wordt de fijnheid aangegeven. Op een zak landbouwpoederkalk staat bij voorbeeld: garanties 60% zuurbindende waarde, 80% fijnheid door de zeef 0,25 mm.

We kunnen voor de kalkmeststoffen de volgende indeling maken:

- kalkmeststoffen zonder nevenbestanddelen ;
- kalkmeststoffen met een nevenbestanddeel, namelijk magnesium;
- kalkmeststoffen met meerdere nevenbestanddelen.

- kalkmeststoffen zonder nevenbestanddelen

---

<i>Meststof</i>	<i>percentage</i>	<i>opmerkingen</i>
koolzure landbouwkalk	53% zbw	$\text{CaCO}_3$ gebruik neemt af, i.v.m. afwezigheid magnesium

---

- kalkmeststoffen met magnesium

<i>Meststof</i>	<i>percentage</i>	<i>opmerkingen</i>
Dolokal (koolzure magnesiakalk)	54% zbw	CaCO <sub>3</sub> + MgCO <sub>3</sub> 5-17% magnesium / pH verhogend / vergroting van Mg-voorraad

- kalkmeststoffen met meerdere bestanddelen

<i>Meststof</i>	<i>percentage</i>	<i>opmerkingen</i>
schuimaarde	20% zbw	CaCO <sub>3</sub> organische meststof (10% org.stof) / afvalproduct suikerbietenindustrie / op hoop gezet om het product te drogen, waardoor het ruller wordt. Levering N, P en Mg (echter erg weinig 1%)

Het toedienen van kalk heeft eerder een structuurverbeterende reden dan een voedende waarde. De plant heeft over het algemeen voldoende calcium ter beschikking.

### **Steeds minder kalk**

De kalktoestand van de grond loopt langzaam maar zeker terug. Dit heeft een aantal oorzaken.

- Enige kalk lost op in het bodemwater en bij regenval spoelt deze kalk uit naar de ondergrond of verdwijnt via de drainage.
- De gewassen onttrekken kalk aan de grond.
- Door het toenemende gebruik van zure meststoffen als 12+10+18 verzuurt de grond ook. Daarnaast is het gebruik van de kalkbevattende meststoffen teruggelopen.
- Door het vermengen van grond met veenproducten.

### **Toedienen van kalkmeststoffen**

Om te bepalen hoeveel kalk je moet strooien zijn het percentage afslibbaar deel en het percentage organische stof van groot belang.

Op zandgronden kan het beste in het voorjaar bemest worden met kalk. Als je grote hoeveelheden moet geven, moet je een deel voor en een deel na de grondbewerking geven.

Op kleigronden wordt vaak in het najaar bemest. Een diepe grondbewerking voor de winter geeft namelijk een betere structuur. De kluiten kunnen dan stuk vriezen. Bij een onderhoudsbemesting kan zowel op zandgronden als op kleigronden de gift in het voorjaar gegeven worden.

---

Noodzakelijk voor een goede kalkbemesting zijn:

- de meststof moet droog en fijn zijn;
- de meststof moet over een droge grond verspreid worden (klontering tegengaan);
- de meststof moet goed verdeeld worden in de bodem (kalk is moeilijk oplosbaar en verdeelt zich niet goed in de bodem);
- de meststof moet niet met grote hoeveelheden gegeven worden (moeilijke verdeling).

### **Kalk en de zuurgraad**

Kalk is geschikt om de zuurgraad (pH) te verhogen. Sommige meststoffen, zoals zwavelzure ammoniak, kunnen de pH verlagen, maar dit gaat langzaam en is erg kostbaar.

Een verkeerde pH veroorzaakt soms ziekteverschijnselen. Zo kan mangaangebrek optreden bij een te hoge pH en magnesiumgebrek bij een te lage pH.

Meststoffen die de pH verhogen binden dus zuur ( $H^+$ -ionen). Hun waarde wordt aangegeven als zuurbindende waarde (z.b.w.). Meststoffen die zuur werken geeft men ook wel aan met een negatieve zuurbindende waarde (z.b.w.).

### **Vragen en opdrachten**

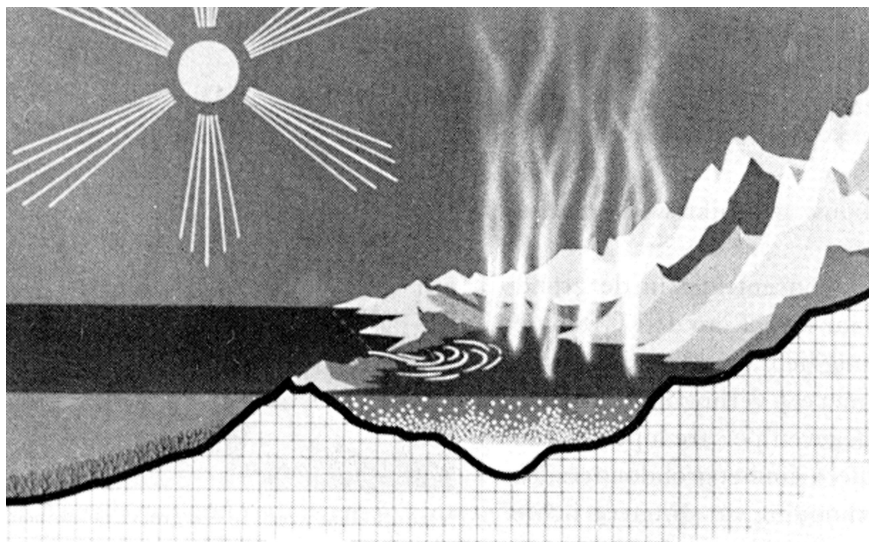
- 21 De pH van de grond oefent een grote invloed uit op
  - A het ontstaan van gebreksverschijnselen
  - B de wortelvorming van het gewas
  - C de slempgevoeligheid van de grond
  - D de bodemverzilting.
- 22 De pH van de grond wordt lager door
  - A gebruik te maken van kalkmeststoffen
  - B de vertering van organische stof
  - C gebruik te maken van zuurwerkende meststoffen
  - D gebruik te maken van basisch werkende meststoffen.
- 23 Gebreksverschijnselen treden onder andere op als een plant van een bepaald voedingselement tekort opneemt.
  - A Dit komt alleen voor bij spoorelementen.
  - B Dit komt alleen voor bij hoofdelementen.
  - C Dit kan zowel bij spoorelementen als bij hoofdelementen voorkomen.
- 24 Neem de zinnen over en vul in.

Kalk wordt op kleigronden gegeven voor: \_\_\_\_\_

Kalk wordt op zandgronden gegeven voor: \_\_\_\_\_
- 25 De kalktoestand in de grond kan afnemen. (m.a.w. de grond kan zuurder worden)  
Waardoor komt dat?
- 26 Kalkmeststoffen geef je onder bepaalde omstandigheden.  
Wanneer worden kalkmeststoffen gegeven?
- 27 Kalkmeststoffen dienen zorgvuldig gegeven te worden.  
Wat is belangrijk bij het toedienen van kalkmeststoffen?

## 3.5 Het element magnesium

- \* Magnesium wordt gewonnen uit zouten. Deze zouten bestaan uit kalium-, natrium- en magnesiumverbindingen. De magnesiummeststoffen worden gemalen en gezeefd.



*Figuur 3.7 Het ontstaan van zouten, waarin magnesium kan zitten. Na verdamping van zeewater ontstaan lagen. In die lagen kan magnesium zitten.*

Het element magnesium heeft de volgende functie:

- Magnesium is een bestanddeel van het bladgroen. Bladgroen is onmisbaar voor een goede (koolstof)assimilatie.

### **Te weinig en te veel magnesium**

Als het element magnesium niet voldoende aanwezig is, treden er gebreksverschijnselen op. De oudste bladeren vertonen een vrij brede, niet scherp afgetekende geelverkleuring aan de randen, welke tussen de nerven indringt, of een geelverkleuring tussen de nerven midden op het blad. Later volgt afsterving van het vergeelde weefsel. De bladeren zijn normaal van grootte.

In de grond sterven veel fijne wortels af.

Magnesiumgebrek kan ook optreden als de grond te zuur is (lage pH). Er is voldoende magnesium in de grond aanwezig maar het kan door de lage pH niet opgenomen worden. Door de pH te verhogen (kalk strooien) kan de magnesium weer opgenomen worden.

Daarnaast kan magnesiumgebrek ontstaan door een overmaat aan kalium. Dan treedt antagonisme op.

Als het element magnesium in grote hoeveelheden aanwezig is, treden er overmaatsverschijnselen op. Dit is aan de plant te zien als gebreksverschijnselen van andere voedingselementen. Zo kan een overmaat aan magnesium leiden tot mangaangebrek en kaliumgebrek.

---

### Vormen van magnesium in de bodem

Magnesium is in verschillende vormen in de bodem aanwezig:

- opgelost in het bodemvocht, als  $Mg^{2+}$ -ion;
- geadsorbeerd door het klei-humuscomplex, als  $Mg^{2+}$ -ion;
- als mineraal, in de vorm van calcium-magnesiumcarbonaat:  $CaMg(CO_3)_2$ . Dit mineraal komt voornamelijk op kleigronden voor.

### Magnesiummeststoffen

De magnesiummeststoffen zijn in twee groepen te verdelen, te weten de enkelvoudige meststoffen en de samengestelde meststoffen.

- de enkelvoudige meststoffen

---

<i>Meststof</i>	<i>percentage</i>	<i>opmerkingen</i>
kieseriet	27% Mg	$MgSO_4 \cdot 7H_2O$ lost moeilijk op / geen verbranding
bitterzout	16% Mg	$MgSO_4 \cdot 7H_2O$ lost goed op (via regenleiding te geven) / voor de aanleg en onderhoud minder belangrijk

---

- de samengestelde meststoffen

---

<i>Meststof</i>	<i>percentage</i>	<i>opmerkingen</i>
magnesiumammon	7% Mg	zie stikstof-meststoffen
patentkali	10% Mg	zie kalium-meststoffen
Dolokal	5-17% Mg	zie kalk-meststoffen

---

### Toedienen van magnesium

Als op grond van de analyseresultaten van het grondonderzoek een magnesiumbemesting wordt geadviseerd, dan hangt het in eerste instantie af van de kalktoestand, in welke vorm je deze bemesting moet geven. Bij het op peil brengen van de kalktoestand kun je ook het magnesiumgehalte op peil brengen door gebruik te maken van magnesiumhoudende kalkmeststoffen (bijvoorbeeld Dolokal). In andere gevallen moet je kieseriet gebruiken.

De beste periode waarin je magnesium kan geven is in het voorjaar. Magnesium kan namelijk bij toediening in het natte najaar vaak uitspoelen.

### Vragen en opdrachten

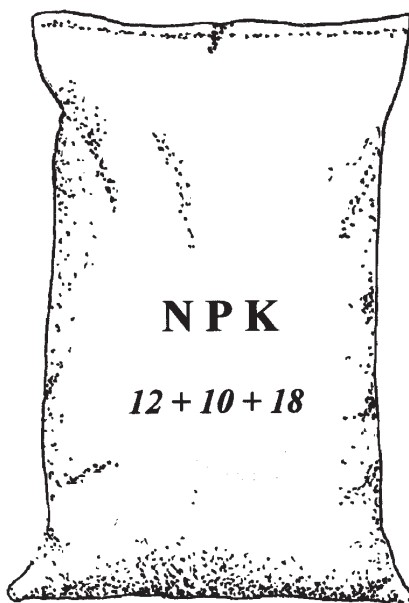
- 28 Magnesium is een meststof.
- Wat is de functie van magnesium?
  - Wat is het gevolg van magnesiumgebrek?
  - Is dit gebreksverschijnsel altijd een gevolg van te weinig magnesium in de bodem? Licht je antwoord toe.

- 29 Magnesiumgebrek komt voor op  
 A zandgronden met een lage pH  
 B lichte kalkrijke kleigronden  
 C droge gronden met veel fosfaat, door een zware stalmestgift  
 D kalkarme, slempige kleigronden.
- 30 Noem een veelgebruikte magnesiummeststof.
- 31 Een aantal samengestelde meststoffen bevatten magnesium. Welke?
- 32 Magnesium kan het best op een bepaald moment in het jaar gegeven worden. Wanneer is dat en waarom juist dan?

### 3.6 Mengmeststoffen

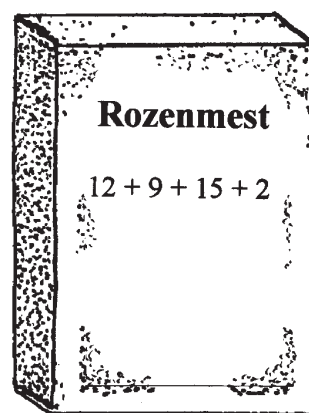
- Zoals we in de vorige paragrafen hebben gezien, kun je stikstof, fosfaat en kali als aparte elementen toepassen. In de praktijk moeten soms twee van de genoemde elementen gelijktijdig gestrooid worden. Daarom mengde men vroeger veelal zelf de diverse enkelvoudige meststoffen. Dit had een aantal bezwaren, bijvoorbeeld het hard worden van sommige mengsels, vorming van onoplosbare zouten, vervluchtiging van stikstof. Daarnaast is het mengen van de meststoffen zeer arbeidsintensief. Vandaar dat de industrie is gaan zoeken naar mengmeststoffen.

Onder een mengmeststof verstaan we een product dat twee of meer voedingselementen bevat. Het is dus een samengestelde meststof. Deze meststoffen worden aangegeven door een combinatie van twee of meer onderling, door een plusteken gescheiden, getallen, bijvoorbeeld 12 + 10 + 18. Dat wil zeggen 12% stikstof + 10% fosfaat + 18% kali. Soms staat er nog een vierde getal. Dat is het percentage magnesium dat deze meststof bevat.



1 Bekende meststof: 12+10+18.

Figuur 3.8



2 Rozenmest met magnesium.



---

### **Voor- en nadelen**

Mengmeststoffen hebben een aantal voordelen.

- Mengmeststoffen besparen arbeid bij het uitstrooien.
- De wet van het minimum treedt minder snel in werking, omdat meerdere elementen worden gegeven.
- Mengmeststoffen zijn geschikt voor basis- en onderhoudsbemesting.
- Er is minder opslag en ruimte nodig.

Mengmeststoffen hebben ook een aantal nadelen.

- Men strooit de N, P en K op één moment, terwijl ieder element beter op zijn eigen optimale tijdstip gestrooid zou kunnen worden.
- Ze werken verzurend. Op zandgrond laat de pH dikwijls te wensen over. Men zal daar zeker rekening moeten houden met de ontkalkende werking van vele mengmeststoffen.
- Mengmeststoffen bevatten geen spoorelementen.

### **De juiste keuze**

De keuze in mengmeststoffen is erg groot. (Er zijn ongeveer 75 verschillende mengmeststoffen in de handel) Voor het bepalen van de juiste keuze moeten we naar een aantal zaken kijken.

Iedere groep van gewassen stelt bepaalde eisen aan de kali- en fosfaatbemesting, de stikstofbehoefte varieert veelal nog meer.

Tijdens het groeiseizoen verandert de N.P.K.-behoefte. De plant vraagt tijdens de groei een andere N.P.K.-verhouding dan tijdens de bloei. Stikstof zorgt voor de groei, terwijl fosfaat voor de bloei zorgt.

Enkelvoudige en samengestelde meststoffen kunnen zonder bezwaar naast elkaar gebruikt worden. Ook kunnen ze elkaar aanvullen.

### **Mengmeststoffen gehuld in een membraan**

In figuur 3.9 zie je een meststof, waarvan de kristallijne deeltjes omhuld zijn met een soort membraan, coating genaamd. Het membraan regelt de afgifte van de voedingselementen. De soort coating bepaalt de afgifte van de voedingselementen, vandaar dat er vele soorten zijn.

Deze meststoffen hebben het voordeel dat ze arbeid besparen, een egale werking hebben, een langdurige werking hebben en geen verbranding veroorzaken. Het nadeel is dat de meststof duur is.

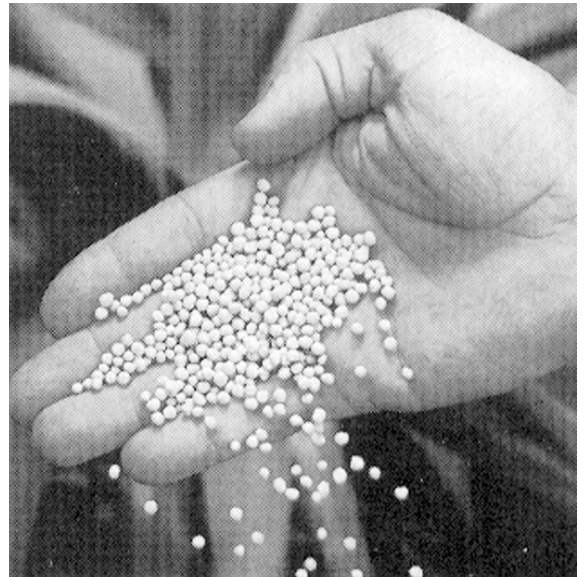
De gecoate meststoffen worden gebruikt bij de teelt in containers en potten. Daarbij worden de meststoffen al door de potgrond vermengd, voordat er opgepot wordt. Op de tuincentra wordt vaak daarna nog een extra gift op de potgrond gegeven. Dit doen ze omdat de planten niet altijd even snel verkocht worden en er voor de verkoop goed uit moeten blijven zien.





1 Osmocote plus tablet.

Figuur 3.9



2 Osmocote korrels.

### Vragen en opdrachten

- 33 Er zitten voor- en nadelen aan mengmeststoffen.
  - a Wat is het voordeel van mengmeststoffen?
  - b Wat is soms een nadeel?
- 34 NPK is een mengmeststof.
  - a Welke NPK-meststof wordt het meest gebruikt?
  - b Welk element van de NPK-meststof zal voor rozen erg belangrijk zijn?
  - c Wat zou de verhouding NPK dan kunnen zijn voor een rozenmest?
- 35 Gecoate meststoffen zijn omgeven door een membraan.
  - a Wat is het voordeel van gecoate meststoffen?
  - b Wat is het nadeel?
  - c Waarvoor worden deze meststoffen gebruikt en waarom?
  - d Noem twee bekende merknamen van gecoate mengmeststoffen.

## 3.7 Sporelement-meststoffen

Spoorelementen zijn onder andere: IJzer (Fe), Borium (B), Zink (Zn), Koper (Cu), Mangaan (Mn), Fluor (F) en Molybdeen (Mo). Deze elementen zijn in geringe hoeveelheden voor de plant noodzakelijk.

De functie van sporelementen is erg divers. Ze spelen een rol bij de opbouw van de plant en de vorming van hormonen en vitaminen.

### Meststoffen

Er is een zeer uitgebreid assortiment sporenelementen leverbaar. Een daarvan is pg-mix (14 + 16 + 18 met Cu + B + Mo + Mn + Zn + Fe). Deze meststof wordt gebruikt voor potgronden.

---

### Vragen en opdrachten

- 36 Planten hebben spoorelementen nodig.
- a Wat zijn spoorelementen?
  - b Noem een paar spoorelementen.
  - c Wat gebeurt er bij gebrek aan spoorelementen?
  - d Zijn deze spoorelementen ontzettend belangrijk in het openbaar groen en in de tuinen? Licht je antwoord toe.
  - e Welke agrarische bedrijfstakken moeten wel degelijk goed opletten met spoorelementen? Licht je antwoord toe.

## 3.8 Samenvatting

In dit hoofdstuk werden de verschillende anorganische meststoffen behandeld.

Besproken werden stikstof, fosfaat, kalium, calcium, magnesium, mengmeststoffen en spoorelement-meststoffen. Van de verschillende meststoffen werd aangegeven, hoe ze in de bodem voorkomen, in welke vormen ze als meststof kunnen worden aangeboden, wat er gebeurt als er te veel en te weinig is en wat hun functies zijn.

Stikstofmeststoffen worden op vier verschillende manieren aangeboden als nitraat, als ammonium, als nitraat en ammonium en als ureum.

Kalk heeft invloed op de zuurgraad van de bodem.

Mengmeststoffen bestaan uit twee of meer voedingselementen.

Gecoate meststoffen zijn omgeven door een membraan, waardoor de afgifte van de meststoffen geregeld wordt.

Voor spoorelement-meststoffen geldt de wet van het minimum evenzeer als voor de andere meststoffen.

Zie voor een beknopt overzicht van de verschillende meststoffen en hun samenstelling de bijlage 1 achterin dit boek.

---

## 4 Het analyserapport

### Oriëntatie

- \* Stel dat je als hovenier de opdracht krijgt een tuin aan te leggen. Voordat je begint wil je weten welke stoffen in de grond zitten en hoeveel. Maar hoe kom je daar achter?

Bij de aanleg van een tuin of plantsoen is het belangrijk om de grond te laten onderzoeken op de voedingswaarde en de hoeveelheid organische stof. Voor de aanleg is namelijk een goede basisbemesting nodig. Om de grond te laten onderzoeken kan een hovenier onder andere terecht bij het Bedrijfslaboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek te Oosterbeek.



*Figuur 4.1 Het bedrijfslaboratorium voor grond- en gewasonderzoek, te Oosterbeek.*

Op verschillende plaatsen in de tuin neemt de hovenier een aantal scheppen grond. De verzamelde grond wordt bij elkaar gedaan en goed vermengd. Een deel van de vermengde grond wordt in een zakje gestopt en opgestuurd naar Blgg Oosterbeek. Bij het grondmonster wordt aangegeven wat er met de grond gedaan wordt. Voor het aanleggen van een border of voor een gazon gelden andere voedingswaarden. Voor de particuliere tuinen en het openbaar groen wordt de grond onderzocht op de volgende onderdelen:

- organische stof-gehalte;
- lutum-gehalte;
- kalkgehalte;
- zuurgraad;
- de voedingselementen P, K en Mg.

In paragraaf 4.1 bespreken we deze analysecijfers.

Na het onderzoek worden de analyse-cijfers (de gevonden waarden) vergeleken met de streefcijfers (de gewenste waarden). De streefcijfers behandelen we in paragraaf 4.2. Aan de hand van deze vergelijking wordt gekeken of er bemest moet worden, waarmee bemest moet worden, hoeveel er gestrooid moet worden en op welk tijdstip. Meer hierover lees je in paragraaf 4.3.

Met deze gegevens kan de hovenier aan de gang.

### Leerdoelen

Na bestudering van deze paragraaf kun je

- de gegevens, die van belang zijn voor grondanalyse noemen;
- toelichten hoe de gegevens voor grondanalyse worden verkregen;
- tabellen uitleggen, waarin streefgetallen staan;

- uitleggen hoe je door vergelijking van analysesresultaten en streefgetallen tot een bemestingsadvies komt.

## 4.1 Analysecijfers

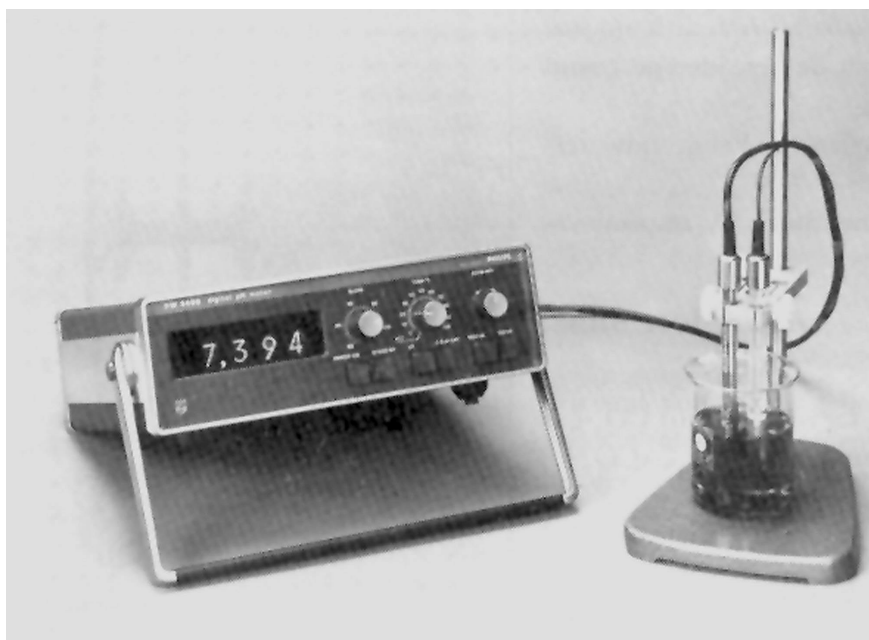
In het analyserapport staan de volgende onderdelen:

- **Organische stof** Het percentage organische stof (humus) geeft een indruk van de aard van de grond. Het gehalte is in hoge mate bepalend voor het vochthoudend vermogen van de grond. Dit percentage is sterk afhankelijk van de grondsoort. Voor zandgronden wordt het organisch stofgehalte met een waarde van 5 of 6 als goed gezien. Voor kleigronden ligt deze rond 4 of 5.
- **Lutum-gehalte** Hierbij wordt het percentage minerale bodembestanddelen kleiner dan 2 micrometer bepaald. Dit wordt gedaan door de grond door verschillende zeven te halen. De kleinste deeltjes, minder dan 50 micrometer worden met water vermengd en goed geschud. Om te voorkomen dat de kleideeltjes aan elkaar klitten wordt polyfosfaat toegevoegd. De kleinste deeltjes zullen het langzaamst bezinken. De tijd die het daarvoor nodig heeft bepaalt de grootte van de deeltjes. Een deeltje van 20 micron heeft ongeveer vier minuten nodig om te bezinken, terwijl een deeltje van 0,5 micron ongeveer 60 uur nodig heeft. Naarmate het percentage lutum hoger is, heeft de grond een hoger absorptievermogen.
- **Kalk (CaCO<sub>3</sub>)** Het bepalen van het kalkgehalte kan in het veld op een vrij eenvoudige manier. Door gebruik te maken van zoutzuur (HCl) zal koolstofdioxide ontsnappen uit de grond. Deze koolstofdioxide is afkomstig van de kalk:
 
$$\text{CaCO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{CO}_2 \uparrow + \dots\dots$$
 De mate waarin dit koolstofdioxide ontsnapt geeft bij benadering het kalkgehalte aan. Bij een percentage van 0,5 tot 1% kalk ontstaan bellen; bij 1 tot 2% ontstaat een bruising en bij meer dan 2% is die bruising en ontsnapping van koolzuurgas erg goed zicht- en hoorbaar. Een nauwkeurige methode is de Scheibler-methode, waarbij het ontsnappende koolzuurgas wordt opgevangen in een gasvolumemeter. Hiermee kan je een zeer nauwkeurige berekening maken.
- **pH-KCL** De zuurgraad wordt gemeten aan de hand van het aantal H<sup>+</sup>-ionen in een oplossing. Zijn er veel H<sup>+</sup>-ionen dan is de zuurgraad laag, met andere woorden de grond is zuur. Zijn er weinig H<sup>+</sup>-ionen dan is de zuur-

graad hoog, met andere woorden de grond is basisch of alkalisch.

Op kleigrond is een pH-KCl van tussen 6,5 en 7,2 gewenst. Deze waarden zijn sterk afhankelijk van het percentage organische stof. Naarmate de kleigrond meer organische stof bevat, mogen de cijfers lager zijn. Voor zandgrond is een pH-KCl van 5 tot 6 gewenst, afhankelijk van de beplanting. Denk daarbij aan de heide-achtigen die graag een pH-KCl van 4 tot 5 hebben.

Voor veengronden is een pH-KCl van 5,0 gewenst. Bij lagere waarden, op zand- en veengrond, zal meestal een bemesting met kalk worden geadviseerd.



*Figuur 4.2 Een pH-meter meet de zuurgraad.*

Het meten van de pH gebeurt met een pH-meter. Het berekenen van de zuurgraad wordt aan de hand van de vrije  $H^+$ -ionen gedaan. Deze ionen zitten in het bodemvocht (het is een bestanddeel van water) en aan het klei-humuscomplex gekoppeld.

De zuurgraad kan op de volgende manier berekend worden. De grond wordt met KCl behandeld worden, waardoor de  $K^+$ -ionen de  $H^+$ -ionen verdringen. Dit gebeurt met de pH-kcl.

Met de bepaling van pH-kcl worden alle  $H^+$ -ionen weergegeven.

Zoals we al gezien hebben is de zuurgraad een erg belangrijke factor, zeker bij de opname van de verschillende voedingselementen.

- P-Al getal  
Het element P wordt op het analyserapport aangeven met  $P_2O_5$  (fosfaatoxide).  
Om het beschikbare fosfaat te meten, extraheren we de grond met een zwakzure vloeistof (ammonium-azijn-lactaatzuur), met een pH van 6,0. De uitkomst wordt weergegeven met het P-AL getal.  
Het P-AL getal geeft aan hoeveel fosfaat er totaal aanwezig is.
- K-HCl of K-getal  
Het element kalium wordt op het analyserapport aangegeven als  $K_2O$  (kaliumoxide).  
We extraheren de grond met een HCl-oplossing. De  $H^+$ -deeltjes duwen dan de  $K^+$ -deeltjes weg van het klei-humuscomplex en deze komen dan samen met de losse  $K^+$ -deeltjes in de spoelvloeistof. We krijgen een cijfer dat aangeeft wat op de lange duur voor de planten beschikbaar is (K-HCl).  
In combinatie met het lutum-gehalte en de organische stof wordt vervolgens het K-getal berekend. Dit getal geeft een betere beeld van wat er beschikbaar is.
- MgO-NaCl  
Het element magnesium staat op het analyserapport aangegeven als MgO (magnesiumoxide). Het Mg-gehalte wordt bepaald met een keukenzout (NaCl) oplossing, wat het totale gehalte aan magnesium in de grond aangeeft.
- Stikstof  
Een stikstofadvies wordt niet gegeven op basis van een analyseresultaat, maar op basis van een algemene richtlijn. Dit in verband met de grote mobiliteit van stikstof in de grond.

De gevonden cijfers worden voor de hovenier 'vertaald' in bepaalde waarderingen. Deze waardering wordt uitgedrukt in termen als

- zeer laag
- laag
- vrij laag
- goed
- vrij hoog
- hoog

### Vragen en opdrachten

- 1 Een hovenier die een nieuwe tuin aanlegt zal vragen om een grondonderzoek.
  - a Wat wordt in het grondonderzoek bekeken?
  - b Welke instantie verricht het grondonderzoek?
- 2 Analyse van het organisch stofgehalte is een deel van het onderzoek.
  - a Hoe wordt het organisch stofgehalte berekend?
  - b Hoe hoog is het organisch stofgehalte meestal op zandgronden?
  - c En op kleigronden?
- 3 Ook het lutumgehalte wordt bepaald.  
Waarom is het bepalen van het lutumgehalte belangrijk?
- 4 Het kalkgehalte kan je ook in het veld vaststellen.  
Op welke manier kun je het kalkgehalte bij benadering vaststellen?

## 4.2 Streefcijfers

Voor veel gewassen zijn tegenwoordig streefcijfers bekend. Deze streefcijfers geven de waarden waarbij de plant optimaal kan groeien.

Deze cijfers zijn niet altijd hetzelfde maar hangen onder andere af van:

- de grondsoort;
- het gebruik van de grond (border of gazon);
- de te gebruiken planten (zuurminnend of niet);
- tijdstip van het jaar (voorjaar of najaar);
- groeistadium van het gewas (vegetatief of generatief).

### Een tabel

De volgende tabel geeft enig inzicht in deze streefcijfers. Hierin zijn de tuinplanten opgenomen (= border in het bemestingsadvies). Er wordt onderscheid gemaakt tussen zuurminnende planten (de ericaceae) en niet-zuurminnende planten. Zuurminnende planten moeten een lage zuurgraad hebben, vaak tussen de 4 en 5. Dat heeft consequenties met betrekking tot de streefgetallen.

Onderdeel	zuurminnende planten		niet-zuurminnende planten		
<b>zuurgraad</b> (pH <sub>kcl</sub> )	<i>alle grondsoorten</i>		<i>zand</i>	<i>rivierklei</i>	<i>zeeklei</i>
	laag	< 4.0	< 4.5	< 5.0	< 6.0
	goed	4.0 - 4.9		5.0 - 6.0	6.0 - 6.8
	vrij hoog	5.0 - 5.6	4.6 - 5.3		
	hoog	> 5.6	5.4 - 6.0 > 6.0	> 6.0	> 6,8
<b>fosfaat</b> (P-AL)	<i>alle grondsoorten</i>		<i>alle grondsoorten</i>		
	laag	< 10	< 30		
	vrij goed	10 - 20	30 - 40		
	goed	21 - 30	41 - 50		
	zeer goed	> 30	> 50		
<b>kalium</b> (K-getal)	<i>alle grondsoorten</i>		< 20% slib	20 - 40%	veen
	laag	< 8	< 10	< 15	< 20
	vrij goed	8 - 10	10 - 15	15 - 25	20 - 30
	goed	11 - 15	16 - 20	26 - 35	31 - 40
	hoog	> 15	> 20	> 35	> 40
<b>magnesium</b> (MgO <sub>NaCl</sub> )	<i>zand</i>	<i>klei / veen</i>	<i>zand</i>	<i>klei / veen</i>	
	laag < 50	< 100	< 75	< 125	
	vrij goed 50 - 75	100 - 150	75 - 125	125 - 200	
	goed 76 - 100	151 - 200	126 - 200	201 - 300	
	zeer goed > 100	> 200	> 200	> 300	

---

### Streefgetallen en analyseresultaten

De streefgetallen zitten in een computer opgeslagen. De analyseresultaten worden hiermee vergeleken, waarna automatisch de waarderungen bekend worden. Deze streefgetallen zijn afhankelijk van verschillende factoren. Daarbij is het gebruik van de grond erg belangrijk. Als er een border met zuurminnende gewassen wordt aangelegd zullen er andere waarden ontstaan als bij de niet-zuurminnende gewassen. Hetzelfde geldt voor de aanleg van een gazon. Ook de grondsoort is erg bepalend voor de streefgetallen. De waarden zijn verschillend voor zandgronden en kleigronden.

Het 'verslag van grondonderzoek', door het Bedrijfslaboratorium voor grond- en gewasonderzoek te Oosterbeek, geeft de gevonden waarden en de streefgetallen weer, waarna er een waardering gegeven kan worden.

Deze waarderungen zijn belangrijk om te kijken wat er gedaan moet worden om zo dicht mogelijk bij de streefgetallen uit te komen (= het bemestingsadvies).

### Vragen en opdrachten

- 5 Streefgetallen komen niet uit de lucht vallen.
  - a Waarvan zijn de 'streefgetallen' afgeleid?
  - b Welke functie hebben deze cijfers?
- 6 Voordat de tuin wordt aangelegd wordt de bodem onderzocht op voedingswaarde. Uit dit onderzoek komen de volgende resultaten. Het onderstaande bemestingsadvies is opgesteld voor niet-zuurminnende heesters. De tuin wordt aangelegd op zandgrond.

---

	<i>organische stof</i>	<i>pH-kcl</i>	<i>mgO-NaCl</i>	<i>P-AL</i>	<i>K-getal</i>	<i>stikstof</i>
Analyse- resultaten	3,5	4,6	72	28	14	–

---

Bekijk de resultaten van dit onderzoek. Vergelijk de resultaten met de streefcijfers op de vorige bladzijde. Kijk goed in welke kolom je de waarden moet opzoeken. Vul de onderstaande tabel verder in. Hanteer voor het streefgetal de gemiddelde waarde bij de waardering 'goed'.

---

<i>Onderdeel</i>	<i>analyse-resultaat</i>	<i>streefgetal</i>	<i>waardering</i>
organische stof	3,5		
zuurgraad	4,6		
magnesium	7,2		
fosfaat	28		
kalium	14		

---

Je hebt nu de analyse-resultaten vergeleken met de streefcijfers en daaraan een waardering toegekend. Dit is nodig om het bemestingsadvies op te kunnen stellen. We gaan met deze gevonden waarderungen verderop in de tekst verder.



## 4.3 Het bemestingsadvies

Door vergelijking van de resultaten met de streefgetallen kan een waardering gegeven worden. Deze waardering is de maatvoering om wel of niet tot bemesting over te gaan.

Indien de waarde van het resultaat van de analyse lager ligt dan het streefgetal moet je gaan bemesten. Is de waarde hoger dan het streefgetal, dan wordt geen bemesting toegepast.

Het bemestingadvies geeft een aantal zaken weer:

- de bemestingstoestand van de bodem (de analyseresultaten);
- de waardering hieromtrent (vergeleken met de streefgetallen);
- de te gebruiken meststof;
- de te gebruiken hoeveelheid;
- het tijdstip waarop de meststof toegediend moet worden.

### Een voorbeeld

Bemestingsadvies voor niet-zuurminnende heesters. Grondsoort: zand.

	<i>organische stof</i>	<i>pH-kcl</i>	<i>mgO-NaCl</i>	<i>P-AL</i>	<i>K-getal</i>	<i>stikstof</i>
Analyse-resultaten	3,5	4,6	72	28	14	–
streefgetal		5,0	170	45	18	

Uit deze gegevens kunnen we, zoals we dat op de vorige bladzijde hebben uitgezocht, de volgende waarderingen geven:

### Bemestingstoestand

<i>kalk</i>	<i>magnesium</i>	<i>fosfaat</i>	<i>kali</i>
vrij goed	laag	laag	vrij goed

### Opdracht

- 7 Vergelijk deze waarderingen met die jij hebt uitgezocht op de vorige bladzijde! Als het goed is, heb je de zelfde waarderingen gevonden.

Uit deze waardering kun je concluderen dat je zeker met magnesium en met fosfaat moet bemesten (waardering: laag).

Ook de waardering voor kalk is terug te vinden in de tabel van de analyseresultaten. Daar wordt aangegeven dat de zuurgraad (pH-KCl) van 4,6 naar 5,0 verhoogd moet worden. Met andere woorden je moet ook met kalk bemesten.

### Welke, hoeveel en wanneer

In het bemestingsadvies worden de volgende meststoffen geadviseerd, inclusief de hoeveelheid en het tijdstip van toedienen. De hoeveelheden zijn opgegeven in kg meststof per 100 m<sup>2</sup>.

<i>voedingselement</i>	<i>meststof</i>	<i>hoeveelheid</i>	<i>tijdstip</i>
kalk	koolzure magnesiumkalk	15 kg	najaar/winter
magnesium	kieseriet	4 kg	winter/voorjaar
fosfaat	superfosfaat	4 kg	februari-maart
kali	patentkali	3 kg	maart-april
organische stof	tuinturf + compost	1 tot 3 m <sup>3</sup>	–
stikstof	kalkammonsalpeter	1 kg	per m <sup>3</sup> organische mest

### Verantwoording van het advies

De keuze van de verschillende meststoffen is afhankelijk van alle analysesresultaten. Zo is de waardering voor magnesium laag. Ook de zuurgraad is iets te laag. Als je de pH moet verhogen met een kalkmeststof, verdient een meststof, waarin ook magnesium zit, de voorkeur. Op deze manier wordt de zuurgraad verhoogd en wordt het magnesiumvoorraad aangevuld.

Het streefgetal voor magnesium is echter zo hoog, in verhouding tot het analysesresultaat, dat de kalkbemesting niet voldoende is. Er moet nog een magnesiumbemesting gegeven worden, in de vorm van kieseriet.

Het organische stofgehalte is te laag voor de beplanting. Deze moet met een organische bodemverbeteraar iets verhoogd worden tot 4 tot 5. De keuze van tuinturf, vermengd met compost is niet zo verwonderlijk. Compost is een basische bodemverbeteraar en tuinturf een zure. De beide bodemverbeteraars heffen elkaar min of meer op met betrekking tot de zuurgraad. Tuinturf is daarnaast een meststof die lange tijd in de bodem aanwezig zal blijven, ondanks het afbraakproces door het bodemleven. Hierdoor ontstaat er een buffer van organisch materiaal voor enkele jaren.

Als je veel organisch materiaal geeft (3 m<sup>3</sup> per 100 m<sup>2</sup>), zal er een verstoring in de C : N verhouding ontstaan. Daarom is een aanvoer van extra stikstof in de vorm van K.A.S. noodzakelijk.

De benodigde hoeveelheid meststof wordt door (deels) ingewikkelde formules berekend.

### Vragen en opdrachten

- 8 Op het bemestingsadvies staan verschillende hoofdelementen.  
Hoe worden de hoofdelementen op het bemestingsadvies weergegeven?  
N (stikstof)  
P (fosfaat)  
K (kali)  
Mg (magnesium)  
Ca (kalk)
- 9 Na vergelijking van de analysesresultaten met de streefwaarden wordt een bemestingsadvies gegeven.  
Welke zaken worden op het bemestingsadvies weergegeven?
- 10 Op de volgende bladzijden is een origineel bemestingsadvies opgenomen.  
Beantwoord de vragen na deze bladzijden.

# Bemestingsonderzoek

Gazon

Gazon voortuin



Postbus 115  
6860 AC Oosterbeek

Meer informatie:  
U kunt bellen: 026-3346440  
of faxen: 026-3346419  
Uw klantnummer is: 500.138.2

Voorbeeldverslag

Postbus 115

6860 AC OOSTERBEEK

Gewijzigd verslag

**Onderzoek** Onderzoek-/ordernummer: 813970/000010936 Datum verslag: 05-08-1998

**Monster** Grondsoort: Dalgrond Datum monsternamen: 05-11-1996 Monster genomen door: Blgg Contactpersoon monsternamen: Blgg Oosterbeek; 026-3346346

Bemonsterde laag:  
0 - 5 cm

Resultaat	Eenheid	Methode	Resultaat	Streef-niveau	Waardering	
bepaald in droge grond volgens voorgeschreven methode	Fosfaat	mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /100 g	P-AL	25	40 - 55	vrij laag
	Kali K-getal	mg K <sub>2</sub> O/100 g	K-HCl	68	20 - 30	laag
	Magnesia	mg MgO/kg	MgO-NaCl	39	40 - 120	laag
	Zuurgraad		pH-KCl	4,8	4,8 - 5,2	goed
	Organische stof	%	Humus elementair	5,1		

Advies	Gewas	Adviesgift 1997	1998	1999	2000	
in kg zuivere meststof per ha per jaar	Stikstof (N)	Gazon	150	150	150	150
	Fosfaat (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Gazon	60	60	60	60
	Kali (K <sub>2</sub> O)	Gazon	150	150	150	150
	Magnesium (MgO)	Gazon	75	-	-	-
	Kalk (zvw)	Gazon	120	-	-	-

Advies	Gebruik	Meststof	Totaal	Tijdstip toediening meststoffen								
				maart	april	mei	juni	juli	aug.	sept.	okt.	
in kg meststof per are per jaar	Gazon	NPK 12+10+18	8,0	4,5	1,5	1,5	0	0	0	0	0	0
		Magnesium (22%N)	2,5	0	0	0	1,0	1,0	0,5	0	0	0
		Koolzure magnesiakalk	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3
		Kieseriet	1,5	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0

Pagina 1  
Totaal aantal pagina's: 2



Onderzoek wordt verricht en adviezen worden uitgebracht alleen op voorwaarde dat de aanvrager afstand doet van ieder recht op aansprakelijkheid. Blgg is ingeschreven in het STERLAB-register voor laboratoria onder nr. 1122 voor gebieden zoals nader omschreven in de erkenning. Vermelde accreditering is uitsluitend toegekend voor de analysemethoden. Op verzoek worden de specificaties kosteloos toegezonden.

VF61:15-4-97

Figuur 4.3 a



## Gazon voortuin

### Toelichting

#### Opmerkingen:

##### Stikstof

Stikstof is vooral bepalend voor de groeisnelheid en de kleur van het gras.

De stikstof wordt geadviseerd in de vorm van kalkammonsalpeter. Bij een hoge zuurgraad kan inplaats hiervan ook zwavelzure ammoniak worden gebruikt. Deze meststof bij voorkeur eerst oplossen in water en daarna met de gieter verspreiden. Na de bemesting sproeien om verbranding te voorkomen. Naast de reeds geadviseerde gift in maart wordt in het groeiseizoen om de 4 tot 6 weken een bijbemesting met 1,5 kalkammonsalpeter aangeraden. Het aantal malen bijmesten en de tussenperiode is afhankelijk van de gewenste frekwentie van maaien, vaker bijmesten betekend ook vaker maaien. Verder is de hoeveelheid neerslag en de kleur van het gras bepalend voor het bijmesten. Veel neerslag of een lichte graskleur betekend vaker bijmesten.

Bij het opstellen van het bemestingsadvies zijn de normen gebruikt zoals die zijn weergegeven in de uitgave "Bemestingsadviesbasis voor particuliere tuinen" van het Blgg te Oosterbeek.

Bij het opstellen van het bemestingsadvies zijn de normen gebruikt zoals die zijn weergegeven in de uitgave "Bemestingsadviesbasis voor stedelijk groen" van het instituut voor bosbouw en stedelijk groenbeheer te Wageningen

Figuur 4.3 b

- 
- a Wie is de opdrachtgever?
- b Wanneer is de bemonstering genomen en voor hoeveel jaar is het advies geldig?
- c Op welke grondsoort wordt de tuin aangelegd?
- d Voor welke toepassing is het bemestingsadvies opgesteld?
- e De zuurgraad is te laag / goed / te hoog.  
Er is wel / geen verandering noodzakelijk.
- f De magnesiumtoestand is laag / goed / hoog.                      Streefgetal: .....
- Gevonden: .....
- Er is wel / geen verandering noodzakelijk.
- Er wordt bemest met:
- De hoeveelheid:
- Het tijdstip van toediening:
- Waarom in deze periode toedienen?
- g De fosfaattoestand is laag / goed / hoog.                      Streefgetal: .....
- Gevonden: .....
- Er is wel / geen verandering noodzakelijk.
- Er wordt bemest met:
- De hoeveelheid:
- Het tijdstip van toediening:
- h De kalitoestand is laag / goed / hoog.                      Streefgetal: .....
- Gevonden: .....
- Er is wel / geen verandering noodzakelijk.
- Er wordt bemest met:
- De hoeveelheid:
- Het tijdstip van toediening:
- i Het organisch stofgehalte is laag / goed / hoog  
Er is wel / geen bemesting nodig met organisch materiaal
- j Stikstof is niet aangegeven op het overzicht van de analysesresultaten.  
Waarom niet?  
Welke meststof(fen) moet(en) gegeven worden?  
In welke periode en waarom juist dan?
- k Blijven de streefgetallen gelijk als de tuin gebruikt wordt voor de aanleg van een heester- border ? Licht je antwoord toe.

## 4.4 Samenvatting

Een bemestingsadvies wordt gegeven op basis van analysesresultaten en streefgetallen.

Voor de particuliere tuinen en het openbaar groen wordt de grond geanalyseerd op

- organische stof-gehalte;
- lutum-gehalte;
- kalkgehalte;
- zuurgraad;
- de voedingselementen P , K en Mg.

---

De streefcijfers hangen onder andere af van:

- de grondsoort;
- het gebruik van de grond (border of gazon);
- de te gebruiken planten (zuurminnend of niet);
- tijdstip van het jaar (voorjaar of najaar);
- groeistadium van het gewas (vegetatief of generatief).

Het bemestingadvies geeft een aantal zaken weer:

- de bemestingstoestand van de bodem (de analyseresultaten);
- de waardering hieromtrent (vergeleken met de streefgetallen);
- de te gebruiken meststof;
- de te gebruiken hoeveelheid;
- het tijdstip waarop de meststof toegediend moet worden.

---

## 5 Algemene bemestingsadviezen

### Oriëntatie

Bemestingsadviezen zijn afhankelijk van het doel waarop ze gericht zijn. In dit hoofdstuk bespreken we enkele bemestingsadviezen, namelijk borders op zandgrond en op kleigrond, gazons in aanleg en in onderhoud en sportvelden in aanleg en onderhoud.

### Leerdoelen

Na bestudering van dit hoofdstuk kun je

- bemestingsadviezen voor verschillende doeleinden interpreteren;
- zelf een bemestingsadvies geven.

### 5.1 Borders

Een border wordt aangelegd met heesters. Daarbij maken we niet alleen onderscheid tussen zuurminnende en niet-zuurminnende planten, maar ook tussen de aanleg en het onderhoud van de border. In de onderstaande paragrafen wordt dit duidelijk.

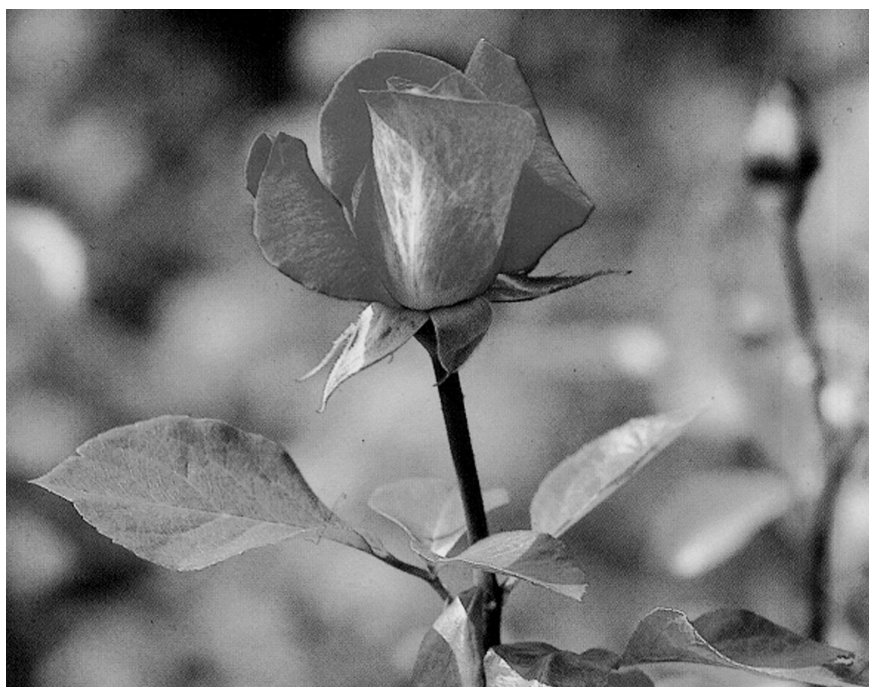
Voor zowel bij de aanleg van tuinen als bij het onderhoud van bestaande tuinen gelden de volgende bemestingsadviezen.

Kalk	Als de gemeten pH hoger is dan het streefgetal kan de grond vermengd worden met turf, waarbij verhoudingen van 3 delen turf en 1 deel grond niet vreemd zijn. Indien de grond meer dan 0,5 % $\text{CaCO}_3$ bevat is deze ongeschikt voor zuurminnende planten.
Magnesium	Als kalk gegeven moet worden, kan een magnesiumhoudende kalkmeststof gegeven worden. Als dit niet het geval is, moet kieseriet gegeven worden. Het tijdstip is het najaar tot het voorjaar.
Fosfaat	Als de fosfaattoestand laag is, kan met enkelvoudige meststoffen het gehalte op peil gebracht worden.
Kalium	Als de kalitoestand laag is, kan met enkelvoudige meststoffen het gehalte op peil gebracht worden.

Voor de stikstof, fosfaat en kali kun je bij kleine correcties een mengmeststof gebruiken. Deze wordt meestal in het voorjaar toegediend (4 kg NPK 12+10+18)

---

Voorbeeld 1: een zandgrond



*Figuur 5.1 Een niet-zuurminnende plant: de roos*



*Figuur 5.2 Een zuurminnende plant: de rododendron*



Bemestingsonderzoek  
borderbeplanting  
border achtertuin



Postbus 115  
6860 AC Oosterbeek

Meer informatie:  
U kunt bellen: 026-3346440  
of faxen: 026-3346419  
Uw klantnummer is: 500.138.2

Voorbeeldverslag  
Postbus 115  
6860 AC OOSTERBEEK

Gewijzigd verslag

Onderzoek      Onderzoek-/ordernummer:      Datum verslag:  
813971/000010937      05-08-1998

Monster      Grondsoort:      Datum monsternamen:      Monster genomen door:      Contactpersoon monsternamen:  
Dekzand      05-11-1996      Blgg      Blgg Oosterbeek: 026-3346346

Bemonsterde laag:  
0 - 25 cm

Resultaat	Eenheid	Methode	Resultaat	Streef-niveau	Waardering
bepaald in droge grond volgens voorgeschreven methode					
Fosfaat	mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /100 g	P-AL	16	35 - 45	laag
Kali K-getal	mg K <sub>2</sub> O/100 g	K-HCl	7 11	16 - 20	vrij laag
Magnesia	mg MgO/kg	MgO-NaCl	34	100 - 125	laag
Zuurgraad		pH-KCl	5,1	5,0 - 5,3	goed
Organische stof	%	Gloeiverlies	2,7		

Advies	Gewas	Adviesgift 1997	1998	1999	2000
in kg zuivere meststof per ha per jaar					
Stikstof (N)	borderbeplanting	75	75	75	75
Fosfaat (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	borderbeplanting	120	120	120	120
Kali (K <sub>2</sub> O)	borderbeplanting	150	150	150	150
Magnesium (MgO)	borderbeplanting	100	-	-	-
Kalk (zvw)	borderbeplanting	0	-	-	-

Advies	Gebruik	Meststof	Totaal	Tijdstip toediening meststoffen							
in kg meststof per are per jaar				maart	april	mei	juni	juli	aug.	sept.	okt.
	borderbeplanting	NPK 12+10+18	6,5	2,5	0	0	2,0	0	2,0	0	0
		Patentkali	1,0	1,0	0	0	0	0	0	0	0
		Superfosfaat (19% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	3,0	0	0	0	0	0	0	0	3,0
		Kieseriet	3,5	3,5	0	0	0	0	0	0	0

Pagina 1  
Totaal aantal pagina's: 2



Figuur 5.3 a

---

## border achtertuin

---

### Toelichting

#### Opmerkingen:

Bij vaste planten en heesterbeplanting de meststoffen in het voorjaar oppervlakkig inharken tussen de planten. Fosfaatbemesting bij herinplant of bij zomergoed voor het planten goed door de grond werken.

Perkplanten in de zomer bij onvoldoende groei bijbemesten, dat wil zeggen een aanvullende bemesting geven, met 2 tot 3 kg mengmeststof 12+10+18 per are. Ook rozen in de zomer bij onvoldoende groei een tot tweemaal een bijbemesting geven.

Bij het opstellen van het bemestingsadvies zijn de normen gebruikt zoals die zijn weergegeven in de uitgave "Bemestingsadviesbasis voor particuliere tuinen" van het Blgg te Oosterbeek.

Bij het opstellen van het bemestingsadvies zijn de normen gebruikt zoals die zijn weergegeven in de uitgave "Bemestingsadviesbasis voor stedelijk groen" van het instituut voor bosbouw en stedelijk groenbeheer te Wageningen

*Figuur 5.3*     *b*

Dit bemestingsadvies is opgesteld voor een borderbeplanting op een zandgrond. Het bemestingsadvies is opgesteld voor een bestaande border.

De pH van de grond bedraagt 5,1 wat als goed gewaardeerd wordt. Een correctie van de zuurgraad is niet nodig.

Het organisch stof-gehalte bedraagt 2,7, wat voor een zandgrond redelijk is. Correctie is voor een bestaande border niet nodig.

Het kali-gehalte is vrij laag, wat door een bemesting met patentkali wordt aangevuld. Tevens wordt het gehalte van magnesium aangevuld (de patentkali bevat 10 % magnesium).

Het magnesium-gehalte is laag, wat door de bemesting met patentkali niet voldoende wordt aangevuld. Er is gekozen voor een eenmalige gift kieseriet.

De bemesting met NPK 12+10+18 wordt geadviseerd voor een goede groei van de planten, met name de rozen en perkgoed.

## Voorbeeld 2: een kleigrond

Bemestingsonderzoek  
Plantsoenbeplanting (RKB)  
Schoolplein

Blgg Akker- en Tuinbouw  
Klantenservice  
Postbus 115  
6860 AC OOSTERBEEK

**Blgg**  **Oosterbeek**

Postbus 115  
6860 AC Oosterbeek

Meer informatie:  
U kunt bellen: 026-3346440  
of faxen: 026-3346419  
Uw klantnummer is: 603.873.5

Onderzoek      Onderzoek-/ordernummer:      Datum verslag:  
772037/000633467      18-01-1999

Monster      Grondsoort:      Datum monsternamen:      Monster genomen door:      Contactpersoon monsternamen:  
Rivierklei      01-01-1999      Derden      Blgg Klantenservice: 026-3346346

Bemonsterde laag:  
0 - 25 cm

Resultaat	Einheid	Methode	Resultaat	Streef-niveau	Waardering	
bepaald in droge grond volgens voor- geschreven methode	Fosfaat	mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /100 g	P-AL	32	30 - 40	goed
	Kali	mg K <sub>2</sub> O/100 g	K-HCl	15	18 - 25	vrij laag
	K-getal			16		
	Magnesia	mg MgO/kg	MgO-NaCl	462	75 - 125	hoog
	Zuurgraad		pH-KCl	6,8	5,0 - 5,8	hoog
	Koolzure Kalk	%	Koolzure kalk	1,8		
	Organische stof	%	Gloeiverlies	3,0		
	Lutum	%	Lutum	18		
Berekend slib	%		26 - 34			

Advies	Gewas	Adviesgift 1999	2000	2001	2002
in kg zuivere meststof per ha per jaar	Stikstof (N)	Plantsoenbeplanting (RKB) 75	75	75	75
	Fosfaat (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Plantsoenbeplanting (RKB) 40	40	40	40
	Kali (K <sub>2</sub> O)	Plantsoenbeplanting (RKB) 90	90	90	90
	Magnesium (MgO)	Plantsoenbeplanting (RKB) 0	-	-	-
	Kalk (zbw)	Plantsoenbeplanting (RKB) 0	-	-	-

Pagina 1  
Totaal aantal pagina's: 2



Op al onze vormen van dienstverlening zijn onze Algemene Voorwaarden van toepassing. Blgg is ingeschreven in het STERLAB-register voor laboratoria onder nr. L122 voor gebieden zoals nader omschreven in de erkenning. Genoemde accreditering is uitsluitend toegekend voor de analysemethoden. Op verzoek worden de Algemene Voorwaarden en/of de specificaties van de accreditering toegezonden.

Figuur 5.4 a

## Schoolplein

### Advies

in kg meststof per are per jaar	Gebruik	Meststof	Totaal	Tijdstip toediening meststoffen							
				maart	april	mei	juni	juli	aug.	sept.	okt.
	Plantsoenbeplanting (RKB)	NPK 12+10+18	4,0	0	4,0	0	0	0	0	0	0
		Kalkammonsalp.(27%N)	1,0	0	1,0	0	0	0	0	0	0

### Toelichting

#### Opmerkingen:

Gewas: plantsoenbeplanting, codes RKA (aanleg) en RKB (bestaand).  
Het advies is bestemd voor plantsoenbeplanting zoals bomen en heesters.

#### Stikstof

Heesters alleen een stikstofbemesting geven als de groei te wensen overlaat. Perkplanten en rozen in de zomerperiode bij onvoldoende groei nog een extra bijbemesting geven.

De resultaten en/ of advies van dit bemestingsonderzoek kunt u t/m 2002 gebruiken. Laat daarna opnieuw bemonsteren. U krijgt dan een goed beeld van het verloop van de bemestingstoestand van de grond.

Bij het opstellen van het bemestingsadvies zijn de normen gebruikt zoals die zijn weergegeven in de uitgave "Bemestingsadviesbasis voor stedelijk groen" van het instituut voor bosbouw en stedelijk groenbeheer te Wageningen

*Figuur 5.4 b*

### Vragen en opdrachten

- 1 Bekijk dit advies nauwkeurig en bespreek het verslag op de manier zoals dat met opdracht 10 in hoofdstuk 4 is gebeurd.
- 2 Vergelijk jouw antwoorden met de tekst hieronder.

Dit bemestingsadvies is opgesteld voor een borderbeplanting op een kleigrond (rivierklei). Op het bemestingsadvies wordt het lutumgehalte aangegeven, wat bij het vorige advies (voor zandgrond) niet aangegeven wordt. Het bemestingsadvies is opgesteld voor een bestaande border.

De pH van de grond bedraagt 6,8 wat als hoog gewaardeerd wordt. Een correctie van de zuurgraad is niet nodig. NPK 12+10+18 en KAS werken respectievelijk zuur en neutraal tot zwak zuur.

Het organisch stof-gehalte bedraagt 3, wat voor een kleigrond redelijk tot goed is. Correctie is voor een bestaande border niet nodig.

Het kaligehalte is vrij laag, wat door een bemesting met NPK 12+10+18 wordt aangevuld.

Het magnesiumgehalte is hoog, zodat niet bemest hoeft te worden.

Een extra bemesting met NPK 12+10+18 wordt geadviseerd voor een goede groei van de planten, met name de rozen en perkgoed.

## 5.2 Gazons

De bemesting van gazons en sportvelden verschilt veel met dat van borders. De zode moet in goede conditie blijven om de vorming van onkruiden tegen te gaan. Regelmatig maaien van de grasplant is nodig voor het uitstoelen van de plant. Hierbij wordt een groot deel van de opgenomen voedingselementen met de

---

bladmassa weggenomen. Deze voeding komt niet of maar gedeeltelijk opnieuw ter beschikking voor het gazon, afhankelijk of het maaisel wordt opgevangen of blijft liggen. Vaak wordt er 1 tot 2 maal per jaar geverticuteerd waarbij de viltlaag weggenomen wordt. Daarbij wordt het verse organische materiaal tussen de grassprietten weggeslagen en afgevoerd.

Sportvelden en speelgazons worden betreden en bespeeld. Beschadigingen van de grasmat moeten zo snel mogelijk hersteld kunnen worden. Immers er moet een gesloten zode bestaan om de onkruidgroei tegen te gaan.

Bemesting van gazons en sportvelden is daarom een belangrijk onderdeel van het onderhoud.

Voor gazons en sportvelden gelden andere streefcijfers dan voor borders.

## Voorbeeld 1: een bemestingsadvies voor de aanleg van een gazon

Bemestingsonderzoek  
Aanleg siertuin gazon  
Siertuin aanleg gazon

**Blgg**  **Oosterbeek**

Postbus 115  
6860 AC Oosterbeek

Meer informatie:  
U kunt bellen: 026-3346440  
of faxen: 026-3346419  
Uw klantnummer is: 500.138.2

Voorbeeldverslag

Postbus 115  
6860 AC OOSTERBEEK

Gewijzigd verslag

Onderzoek      Onderzoek-/ordnummer:      Datum verslag:  
813959/000010933      14-01-1998

Monster      Grondsoort:      Datum monsternamen:      Monster genomen door:      Contactpersoon monsternamen:  
Dekzand      05-11-1996      Blgg      Blgg Oosterbeek: 026-3346346

Bemonsterde laag:  
0 - 25 cm

Resultaat	Eenheid	Methode	Resultaat	Streef-niveau	Waardering	
bepaald in droge grond volgens voor- geschreven methode	Fosfaat	mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /100 g	P-AL	32	20 - 45	vrij hoog
	Kali K-getal	mg K <sub>2</sub> O/100 g	K-HCl	12 21	11 - 16	vrij hoog
	Magnesia	mg MgO/kg	MgO-NaCl	58	75 - 125	vrij laag
	Zuurgraad		pH-KCl	4,8	4,0 - 4,7	vrij hoog
	Organische stof	%	Humus elementair	1,2		

Advies	Gewas	Adviesgift 1997	Tijdstip toediening	
in kg zuivere meststof per ha per jaar	Stikstof (N)	Aanleg siertuin gazon	200	voor inzaai
	Fosfaat (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Aanleg siertuin gazon	30	voor inzaai
	Kali (K <sub>2</sub> O)	Aanleg siertuin gazon	0	voor inzaai
	Magnesium (MgO)	Aanleg siertuin gazon	50	voor inzaai
	Kalk (zww)	Aanleg siertuin gazon	0	voor inzaai

Pagina 1  
Totaal aantal pagina's: 2



Blgg wordt gecertificeerd en adviseert worden uitgebracht alleen op voor-  
zide dat de aanvragen afstand doet van ieder recht op auteursrecht.  
Blgg is ingeschreven in het STERLAB-register voor laboratoriekon-  
trole. Blgg is gecertificeerd volgens de NEN-ISO 9001:2000. Blgg is  
gecertificeerd volgens de NEN-ISO 17025:2005. Blgg is gecertificeerd  
volgens de NEN-ISO 14001:2004. Blgg is gecertificeerd volgens de NEN-ISO  
14001:2004. Blgg is gecertificeerd volgens de NEN-ISO 14001:2004.

VF61-15-4-97

Figuur 5.5 a

## Siertuin aanleg gazon

### Advies

in kg meststof per are per jaar	Gebruik	Meststof	Totaal	Tijdstip toediening meststoffen bij aanleg							
				april	mei	juni	juli	aug.	sept.	okt.	
	<b>Aanleg siertuin gazon</b>										
	Aanleg siertuin gazon	NPK 23+23+0	2,0	1,5	0	0	0	0	0	0	0
		Magnesamon (22%N)	7,0	0	1,5	1,5	1,0	0	1,5	1,0	0,5
		Kieseriet	1,0	1,0	0	0	0	0	0	0	0

### Opmerkingen:

De fosfaatbemesting in de bovenste 10 cm doorwerken.

### Toelichting

De resultaten en/of het advies van dit bemestingsonderzoek kunt U t/m 1997 gebruiken. Laat het perceel daarna opnieuw bemonsteren. U krijgt dan een goed beeld van het verloop van de bemestingstoestand.

### Opmerkingen:

Voor een juiste onderhoudsbemesting in de komende jaren raden wij aan de zodelaag in het komende voorjaar opnieuw te bemonsteren.

Bij het opstellen van het bemestingsadvies zijn de normen gebruikt zoals die zijn weergegeven in de uitgave "Bemestingsadviesbasis voor particuliere tuinen" van het Bllg te Oosterbeek.

Bij het opstellen van het bemestingsadvies zijn de normen gebruikt zoals die zijn weergegeven in de uitgave "Bemestingsadviesbasis voor stedelijk groen" van het instituut voor bosbouw en stedelijk groenbeheer te Wageningen

*Figuur 5.5 b*

### Vragen en opdrachten

- 3 a Bekijk het bemestingsadvies. Welke meststoffen moet je geven en in welke periode?
- b Vergelijk jouw antwoorden met de onderstaande tekst.

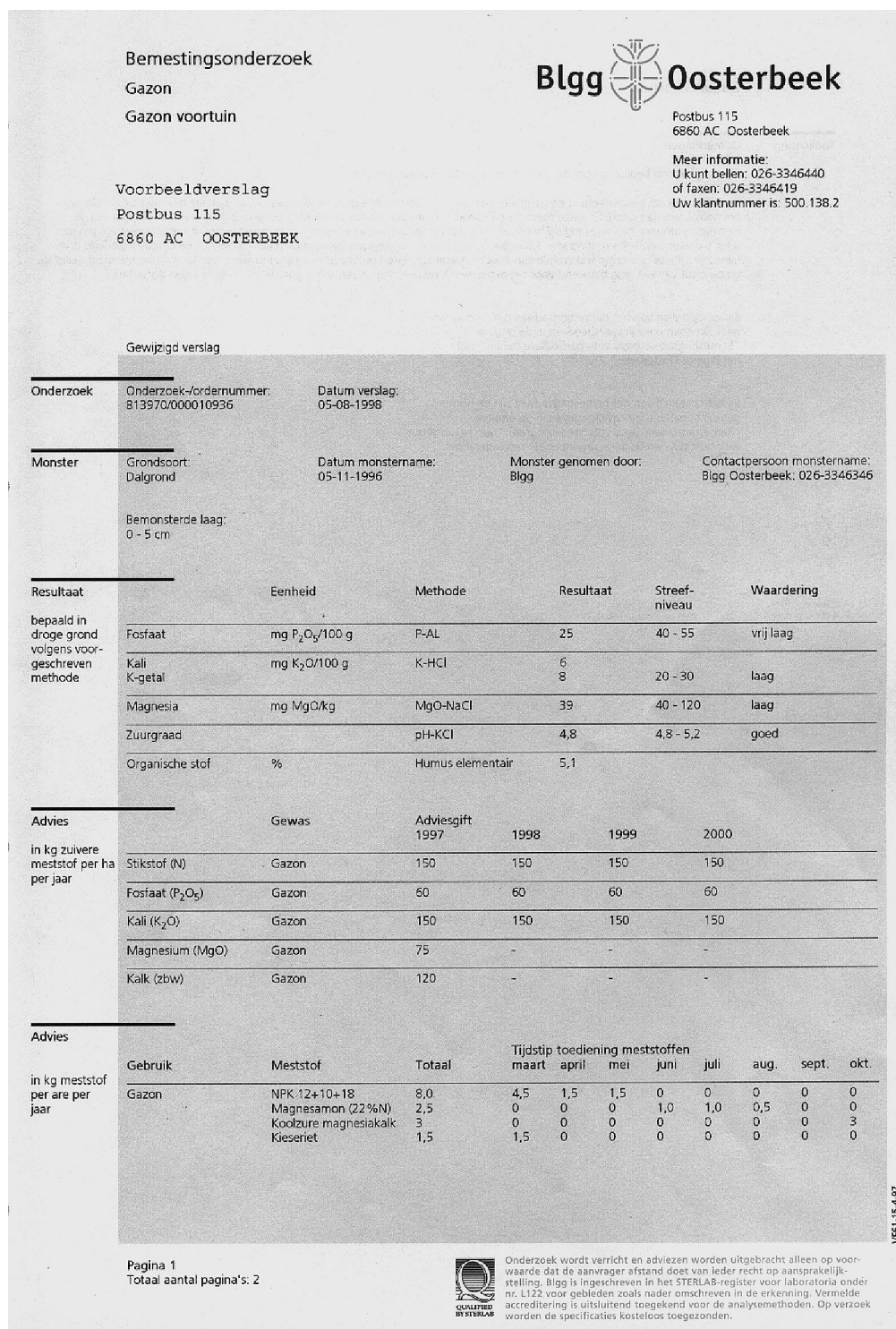
Volgens dit bemestingsadvies dient het element magnesium aangevuld te worden. De waardering hiervoor is vrij laag. Het magnesiumgehalte wordt aangevuld door een bemesting van magnesamon en kieseriet. De laatste wordt eenmalig gegeven bij de aanleg. Magnesamon wordt gedurende het groeiseizoen gegeven.

Het gazon moet je regelmatig bemesten om de groei optimaal te houden. Door de magnesamon (stikstof en magnesium) gedurende het groeiseizoen te strooien is de groei gegarandeerd, mede door magnesium, dat een bestanddeel van het bladgroen is.

Het organisch stof-gehalte bedraagt 1,2. Dit is laag. Een organische bemesting is te overwegen.



## Voorbeeld 2: een bemestingsadvies voor het onderhoud van een gazon



Figuur 5.6 a



---

## Gazon voortuin

---

### Toelichting

#### Opmerkingen:

##### Stikstof

Stikstof is vooral bepalend voor de groeisnelheid en de kleur van het gras.

De stikstof wordt geadviseerd in de vorm van kalkammonsalpeter. Bij een hoge zuurgraad kan inplaats hiervan ook zwavelzure ammoniak worden gebruikt. Deze meststof bij voorkeur eerst oplossen in water en daarna met de gieter verspreiden. Na de bemesting sproeien om verbranding te voorkomen. Naast de reeds geadviseerde gift in maart wordt in het groeiseizoen om de 4 tot 6 weken een bijbemesting met 1,5 kalkammonsalpeter aangeraden. Het aantal malen bijmesten en de tussenperiode is afhankelijk van de gewenste frekwentie van maaien, vaker bijmesten betekend ook vaker maaien. Verder is de hoeveelheid neerslag en de kleur van het gras bepalend voor het bijmesten. Veel neerslag of een lichte graskleur betekend vaker bijmesten.

Bij het opstellen van het bemestingsadvies zijn de normen gebruikt zoals die zijn weergegeven in de uitgave "Bemestingsadviesbasis voor particuliere tuinen" van het Blgg te Oosterbeek.

Bij het opstellen van het bemestingsadvies zijn de normen gebruikt zoals die zijn weergegeven in de uitgave "Bemestingsadviesbasis voor stedelijk groen" van het instituut voor bosbouw en stedelijk groenbeheer te Wageningen

*Figuur 5.6 b*

### Vragen en opdrachten

- 4 Bespreek nu zelf het bemestingsadvies onderhoud, zoals dat bij opdracht 10 van hoofdstuk 4 is gebeurd.

## 5.3 Sportvelden

Bij de bemestingsadviezen voor sportvelden maken we onderscheid tussen bestaande en aan te leggen sportvelden. Bij aan te leggen velden is de kieming van het graszaad en de vorming van wortels erg belangrijk. De zode moet zo snel mogelijk ontwikkeld worden.

Daarnaast is de bemesting van sportvelden gericht op het snel herstellen van de graszode. Tijdens het uitoefenen van de sport zal de zode beschadigen. Zeker bij sporten als voetbal.

Elementen als stikstof (N) en fosfaat (P) zijn erg belangrijk. Een grasmat die in goede conditie is zal zich bij beschadigen snel herstellen en onkruiden hebben niet de kans om zich te ontwikkelen.

De groei van de grasplanten moet ook niet overdreven worden. Veel stikstof toedienen betekend ook veel maaien, wat niet altijd wenselijk is.

## Voorbeeld: een bemestingsadvies voor het onderhoud van een sportveld

Bemestingsonderzoek  
Sportvelden  
Vitesseveld

**Blgg**  **Oosterbeek**

Postbus 115  
6860 AC Oosterbeek

Meer informatie:  
U kunt bellen: 026-3346440  
of faxen: 026-3346419  
Uw klantnummer is: 603.873.5

Blgg Akker- en Tuinbouw  
Klantenservice  
Postbus 115  
6860 AC OOSTERBEEK

Onderzoek      Onderzoek-/ordernummer:      Datum verslag:  
772478/000644528      04-11-1998

Monster      Grondsoort:      Datum monsternamen:      Monster genomen door:      Contactpersoon monsternamen:  
Dekzand      15-10-1998      Derden      Blgg Klantenservice: 026-3346346

Bemonsterde laag:  
0 - 5 cm

Resultaat	Eenheid	Methode	Resultaat	Streef-niveau	Waardering
bepaald in droge grond volgens voorgeschreven methode					
Fosfaat	mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /100 g	P-AL	25	45 - 60	laag
Kali K-getal	mg K <sub>2</sub> O/100 g	K-HCl	14 37	25 - 35	goed
Magnesia	mg MgO/kg	MgO-NaCl	120	40 - 100	goed
Zuurgraad		pH-KCl	5,5	5,2 - 5,5	goed
Organische stof	%	Humus elementair	3,1		
Lutum	%	Lutum	3		

Advies	Gebruik	Adviesgift 1999	2000	Tijdstip toediening
in kg zuivere meststof per ha per jaar				
Stikstof (N)	Sportvelden	180	180	verspreid over het jaar
Fosfaat (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Sportvelden	80	80	najaar
Kali (K <sub>2</sub> O)	Sportvelden	0	0	
Magnesium (MgO)	Sportvelden	0	-	voorjaar
Kalk (zbw)	Sportvelden	0	-	rustperiode veld

Advies	Gebruik	Meststof	Totaal	Tijdstip toediening meststoffen								
				maart	april	mei	juni	juli	aug.	sept.	okt.	
in kg meststof per ha per jaar												
	Sportvelden	NPK 23+23+0	350	155	155	35	0	0	0	0	0	0
		Kalkammonsalp.(27%N)	370	0	0	70	100	0	65	65	70	

Pagina 1  
Totaal aantal pagina's: 2



Op al onze vormen van dienstverlening zijn onze Algemene Voorwaarden van toepassing. Blgg is ingeschreven in het STERLAB-register voor laboratoria onder nr. L122 voor gebieden zoals nader omschreven in de erkenning. Genoemde accreditering is uitsluitend toegekend voor de analysesmethoden. Op verzoek worden de Algemene Voorwaarden en/of de specificaties van de accreditering toegezonden.

Figuur 5.7 a

VF61-24.4-98-RLW

---

## Vitesseveld

**Toelichting** De resultaten en/of het advies van dit bemestingsonderzoek kunt U t/m 2000 gebruiken. Laat het perceel daarna opnieuw bemonsteren. U krijgt dan een goed beeld van het verloop van de bemestingstoestand.

### Opmerkingen:

De stikstofgiften zijn gebaseerd op de opgegeven bespelingsintensiteit (240 uur per jaar) en het organisch gehalte van de grasmatt. Afhankelijk van de temperatuur in het voorjaar, neerslag en groeiontwikkeling in de loop van het groeiseizoen kan de stikstofgift meer naar het begin of het einde van de maand worden gegeven. De stikstofgift in mei alleen toedienen bij doorzaai. De gift in oktober bij een slechte grasmatt eventueel verhogen tot maximaal de dubbele gift.

Bij het opstellen van het bemestingsadvies zijn de normen gebruikt zoals die zijn weergegeven in de uitgave "Bemestingsadviesbasis voor stedelijk groen" van het instituut voor bosbouw en stedelijk groenbeheer te Wageningen

*Figuur 5.7 b*

### Vragen en opdrachten

- 5 Bespreek nu zelf het bemestingsadvies sportvelden, zoals bij opdracht 4.
- 6 Leg uit waarom de elementen stikstof en fosfaat belangrijk zijn bij de bemesting van sportvelden.

## 5.4 Samenvatting

In dit hoofdstuk werden voorbeelden gegeven van bemestingsadviezen voor borders op zandgronden en kleigronden, gazons in aanleg en in onderhoud en sportvelden in aanleg en in onderhoud. De bemestingsadviezen betroffen de volgende stoffen: stikstof, fosfaten, kali, magnesium, kalk, mengmeststoffen en organische bodemverbeters. Hiervan werd aangegeven welk meststoffen het meest geschikt zijn, in welke hoeveelheden en wanneer er het best bemest kan worden.



---

## 6 Bemesting en milieu

### Oriëntatie

In het bemestingadvies wordt een bepaalde hoeveelheid meststof en het tijdstip van toediening geadviseerd. Belangrijk is dan om deze strikt op te volgen. Te veel meststof toedienen veroorzaakt een overschot aan voeding dat niet door de plant wordt opgenomen. Een groot aantal meststoffen zullen daarbij dieper in de grond dringen (= uitspoeling) en misschien het grondwater vervuilen.

De meststof moet je in een bepaalde periode van het jaar toedienen, zodat je een optimale werking krijgt. Kijk maar naar de toediening van de verschillende anorganische meststoffen (hoofdstuk 3).

Als dierlijke meststoffen niet meteen ondergewerkt worden zal vervluchtiging van ammoniak optreden. Deze ammoniak is een van de boosdoeners van de verzuring. Organische meststoffen kunnen dus milieuproblemen veroorzaken. Welke problemen lees je in paragraaf 6.1. Daarom is er strenge wetgeving op dit gebied. Meer hierover lees je in paragraaf 6.2.

### Leerdoelen

Na bestudering van dit hoofdstuk kun je

- verschillende organische meststoffen noemen en de problemen die ze veroorzaken;
- de wetten noemen met betrekking tot organische bemesting;
- de eisen noemen, waaraan organische meststoffen moeten voldoen.

### 6.1 Organische meststoffen

In het hoofdstuk over organische meststoffen heb je kennis kunnen opdoen over de verschillende meststoffen en hun samenstelling. Dat de verschillende meststoffen niet allemaal milieuvriendelijk zijn wordt in deze paragraaf verduidelijkt.

#### Stalmest

*gier*

Stalmest is een product dat niet zo makkelijk te verkrijgen is. Dit komt door de moderne staltypen. Het vee staat niet meer zo als vroeger op een laag stro, waarin ze hun behoefte doen. De uitwerpselen worden in goten opgevangen en opgeslagen in bassins. De zo ontstane meststof is vloeibaar en wordt *gier* genoemd. Stalmest bevat zoals vele meststoffen ook zware metalen. Varkensmest bevat bijvoorbeeld koper.

#### Turf

Turf wordt gewonnen uit de bodem. De turfwinning is in Nederland al geruime tijd verboden, zodat het product uit het buitenland moet komen. De toekomst zal leren hoe snel de turfvoorraad verbruikt zal zijn. Daarbij gaat het niet in eerste instantie om de hoeveelheid die op dit moment nog te winnen is, maar of het product wel bruikbaar zal zijn. Het kan namelijk onbruikbaar worden door bodem- en watervervuiling.

---

*Molmest*

Turf is vaak een product waarmee andere mestsoorten vermengd worden. *Molmest* is daarvan een bekend voorbeeld. Champignonmest en mengproducten hiervan zijn goed te verkrijgen.

### **Compost**

*groente-, fruit- en  
tuinafval*

Compost is een verzamelnaam voor verteerd materiaal, afkomstig van de mens of van planten. Voor het composteren komen alle plantaardige producten in aanmerking. Deze producten zijn afkomstig van enerzijds de hovenier/groenvoorziener en anderzijds de particulier. Bij de particulier is het gescheiden inzamelen van huisvuil een bekend fenomeen. Het *groente-, fruit- en tuinafval* (G.F.T.) wordt aangeleverd en door speciaal ingerichte bedrijven verwerkt tot compost. Dit gebeurt op grote hopen in de open lucht.

Een andere methode is vergisting waarbij de compostering in een zuurstofloze omgeving plaatsvindt. GFT-afval wordt in vergistingsinstallaties snel omgezet in compost.



*Figuur 6.1* Het composteren van groenafval. Hier wordt het groenafval vermalen.

*Groenafval*

*Groenafval* wordt door de hovenier en groenvoorziener aangeboden. Tot het groenafval worden plaggen, boomschors, snoeiafval, blad, onkruid, maaisel en veegafval gerekend. Het groenafval wordt verkleind door een shredder, een zware machine die alle materialen vermaald. Dit product wordt gecomposteerd, waarna het gezeefd wordt en voor verkoop gereed is.

### **Composteren van groenafval**

Composteren gebeurt op grote hopen, vaak in de openlucht.

Tijdens het composteren moet met een aantal zaken rekening gehouden worden. De vervluchtiging van CO<sub>2</sub> en ammoniak moet voorkomen worden. De compostering moet op een vloeistofdichte vloer gebeuren om uitspoeling te voorkomen.

Zwerfvuil vormt een probleem bij het verwerken van maaisel, veegafval en schoffelaafval tot compost. Een groot deel van deze verontreiniging wordt uit de compost gezeefd en vormt hierdoor een afvalprobleem.

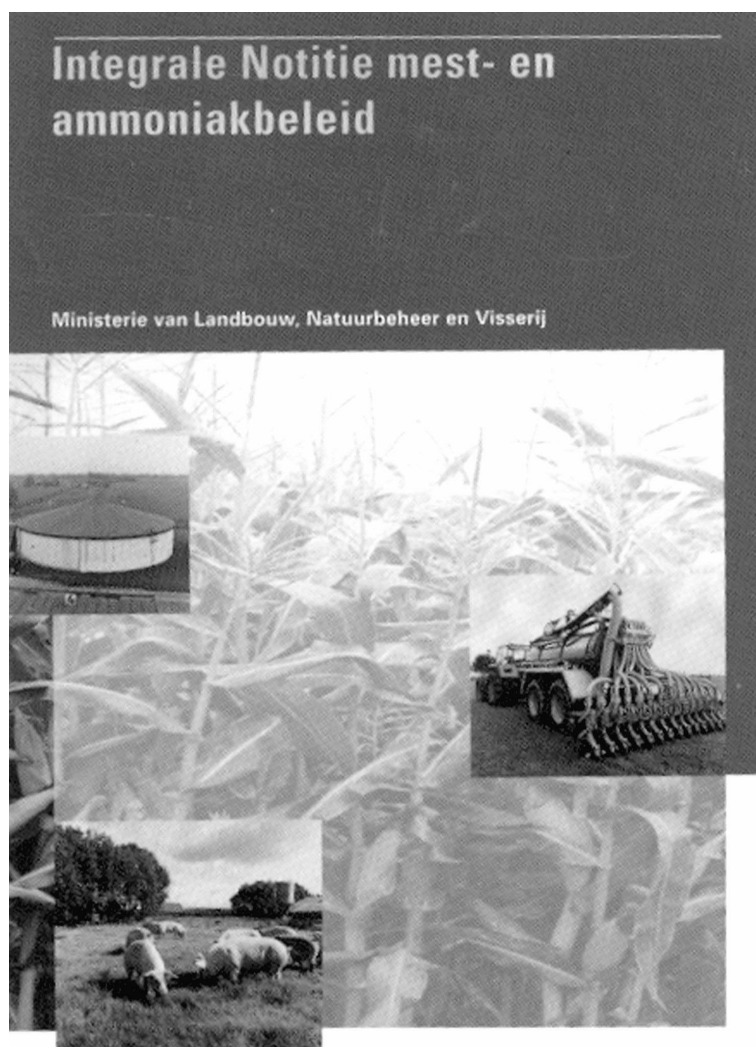
---

In het compost zitten zware metalen, vooral bij plaggen, boomschors, blad en (berm)maaisel. Snoeihout bevat ook zware metalen, waaronder zink. Snelgroeiende bomen nemen veel zink op tijdens de groei.

### Vragen en opdrachten

- 1 Aan het gebruik van organische mest zitten bezwaren ten aanzien van het milieu.  
Noem twee bezwaren.
- 2 Compost kan geproduceerd worden uit twee verschillende vormen van afval.
  - a Welke twee vormen.
  - b Welke vorm bevat de meeste zware metalen?
  - c Waardoor zitten in deze vorm meer zware metalen dan in andere vorm?

## 6.2 Wetgeving



Figuur 6.2 Regelmatig wordt het mestbeleid bijgesteld.

De productie van meststoffen is aan zeer strenge normen gebonden.

---

### Dierlijke meststoffen

Alle meststoffen van dierlijke afkomst vallen onder MINAS, het mineralenaangiftesysteem. Agrariërs moeten de aanvoer en het verbruik van fosfaten en stikstof (ammoniak) registreren. Bij een overschot tussen aanvoer en afvoer moet heffing betaald worden.

Ook het uitrijden van de mest over het land is aan regels gebonden. Er wordt onderscheid gemaakt tussen grasland en bouwland. Op gronden waar stikstof makkelijk uitspoelt (waaronder zand-, dal- en lössgrond) mag geen mest uitgereden worden tussen 1 september tot en met 31 januari van het daaropvolgende jaar.

### Andere organische meststoffen

Voor meststoffen die niet van dierlijke afkomst zijn gelden andere regels. Voor compost en zwarte grond geldt het Besluit kwaliteit en gebruik Overige Organische Meststoffen (B.O.O.M.). Het besluit moet zorgen voor een afname van bodemverontreiniging door arseen en zware metalen. In de wet is vastgelegd wat het maximaal toelaatbaar gehalte van de verschillende zware metalen is. Indien de gehalten boven deze normen komen mag het product niet als compost worden verkocht.

### Wat is compost?

Naast deze normen is ook het minimaal vereiste organische stofgehalte van de verschillende meststoffen geregeld. De schone compost moet minimaal een organisch stofgehalte van 20% hebben, anders mag deze niet als compost worden verkocht.

De wet maakt onderscheid tussen schone compost en zeer schone compost.

Alle andere meststoffen (niet van dierlijke afkomst) en mengproducten die niet onder compost vallen worden in de wet aangeduid met *zwarte grond*. Voorbeelden zijn bemeste tuinaarde, molmest en champost.

*zwarte grond*

### Zware metalen

In onderstaande tabel worden de maximaal toelaatbare gehalten aan zware metalen weergegeven. De gehalten worden weergegeven in milligrammen per kilogram droge stof.

---

	<i>schone compost</i>	<i>zeer schone compost</i>
organisch stofgehalte	> 20%	> 20%
Cadmium	1	0,7
Chroom	50	50
Koper	60	25
Kwik	0,3	0,2
Nikkel	20	10
Lood	100	65
Zink	200	75
Arsen	15	5

---



---

In onderstaande tabel worden de maximaal toelaatbare gehalten aan zware metalen weergegeven in zwarte grond.

---

	<i>lutumgehalte 5 humusgehalte 10</i>	<i>lutumgehalte 5 humusgehalte 15</i>
Cadmium	0,065	0,75
Chroom	60	60
Koper	24	27
Kwik	0,23	0,24
Nikkel	15	15
Lood	65	70
Zink	80	87,5
Arseen	21	23

---

Alle meststoffen die ontstaan door menging van dierlijke meststoffen enerzijds en niet-dierlijke meststoffen anderzijds vallen onder zwarte grond. Voor zwarte grond bestaan geen normen met betrekking tot maximale toediening per jaar. De hovenier heeft met het toedienen van mest in tuinen en plantsoenen nauwelijks beperkingen.

#### **Andere beperkingen**

Naast de maximale gehalten van de desbetreffende zware metalen is in het besluit ook opgenomen wat er maximaal aan mest op het land mag worden uitgereden en wanneer de mest mag worden uitgereden. Direct na het uitrijden dient de mest ondergewerkt te worden om de vervluchtiging zoveel mogelijk te voorkomen. Dit geldt voor boeren, akkerbouwers, plantentelers en boomkwekers. De particulier en hoveniers/groenvoorzieners hebben geen uitrijbeperking en geen onderwerkverplichting.

De maximale gift aan organische meststof wordt uitgedrukt in kilogrammen fosfaat per are per jaar. Voor stalmest, compost en gedroogde mest geldt een maximale gift van 0,7 kg fosfaat per are. Dit is voor de aanleg van een tuin, waar het organisch stof-gehalte erg laag is, zeker niet voldoende.

#### **Uitzonderingen**

Een aantal meststoffen valt niet onder deze maximale gift. Het betreft hier zeer schone compost; zelfgemaakte compost; turfproducten; geconcentreerde organische meststoffen waarin minder dan 50% dierlijke uitwerpselen zijn verwerkt; en veencompost waarin meer dan 50% veen is verwerkt.

Met andere woorden de meststoffen die de hovenier/groenvoorzieners gebruikt vallen niet onder de maximaal toediening van meststoffen. Dat wil nog niet zeggen dat niet gekeken moet worden naar de mestdosering. Dit laatste geldt zeker voor de toediening van anorganische meststoffen, daar deze zeker wel gevoelig zijn voor uitspoeling.

---

### Vragen en opdrachten

- 3 In goed vervaardigde compost zitten weinig onkruidzaden.  
Waarvoor komt dat?
- 4 Ook een hovenier heeft te maken met wetgeving bij het gebruik van organische meststoffen zoals schone compost en molmest.
  - a Welke wet is dit?
  - b Wat houdt die wet in?
- 5 Je kunt onderscheiden schone en zeer schone compost.  
Wat is het verschil?
- 6 Mengsels van verschillende organische meststoffen zijn erg in trek bij de hovenier.  
Waarom is dat zo? Noem twee redenen.
- 7 Zwarte grond is wat anders dan compost.  
Wat wordt in de wet verstaan onder zwarte grond?

## 6.3 Samenvatting

Er zijn verschillende organische meststoffen: stalmest, turf en compost. Compost kan gemaakt zijn van GFT of van groenafval. Van deze organische meststoffen werden de milieuproblemen besproken die ze veroorzaken.

Dierlijke meststoffen vallen onder MINAS, andere meststoffen onder BOOM. In beide gevallen gaat het om regelgeving met betrekking tot meststoffen.

Compost is wat anders dan zwarte grond. We spreken pas van compost, als het meer dan 20% aan organische stof bevat. Voor compost is het maximum gehalte aan zware metalen anders dan voor zwarte grond.

## Bijlage 1

### samestelling anorganische meststoffen

Meststof	% N	% P	% K	% Ca	% Mg	% S
<b>stikstof</b>						
kalksalpeter	15,5			26,3		
chilisalpeter	16					
zwavelzure ammoniak	21					60
magnesamon	20			?	5-7	
kalkammonsalpeter	27			6-12	0-4	
ureum	46					
multicote	variabel					
osmocote	variabel					
<b>fosfaat</b>						
superfosfaat		19-20		25-34		32-34
tripelsuper		45		19-24		2- 5
<b>kalium</b>						
K-40			40		6	12
K-60			60			
patentkali			30		10	42
zwavelzure kali			50			43
<b>calcium</b>						
koolzure landbouwkalk				53-60		
dolokal				54-60	5-19	
schuimaarde				20-60		
<b>magnesium</b>						
kieseriet					27	50-54
bitterzout					16	32
<b>mengmeststoffen</b>						
12+10+18	12	10	18			
18+7+7+7	18	7	7		7	
door de grote variatie in samenstelling van mengmeststoffen is het ondoenlijk om een totaal overzicht te geven.						
<b>spoorelementen</b>						
pg-mix				B; Mo; Mn; Cu; Zn; Fe		

de gehalten in procenten per kilogram meststof

---

## Literatuurlijst

Voor het samenstellen van dit boek zijn onder andere de volgende boeken geraadpleegd:

### bodemkunde

- |                           |                   |                     |
|---------------------------|-------------------|---------------------|
| • Bodemkunde              | S. Kuipers        | Educaboek Culemborg |
| • Bodemkunde              | –                 | Vollt               |
| • Bodemkunde              | –                 | Elkerbout           |
| • verschillende brochures | ministerie L.V.M. |                     |

### bemesting

- |                                  |                   |                     |
|----------------------------------|-------------------|---------------------|
| • Bemestingsleer in de tuinbouw, | H. van Pol        | Educaboek Culemborg |
| • Bemesting en meststoffen,      | T. Willink        | Educaboek Culemborg |
| • Bemestingsleer                 | –                 | Elkerbout           |
| • Bodemkunde en bemesting        | –                 | VOLLT               |
| • Turf                           | C. Jongman        | De Ruiter Gorinchem |
| • verschillende brochures        | N.M.I.            | Wageningen          |
| • verschillende brochures        | Ministerie L.V.M. |                     |