

Bemesting



---

# Bemesting

## Leereenheid 6

W. Franken

*eerste druk, 1998*

---

*Artikelcode: LA444*

© 1999 Ontwikkelcentrum, Ede, Nederland  
Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, 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.

---

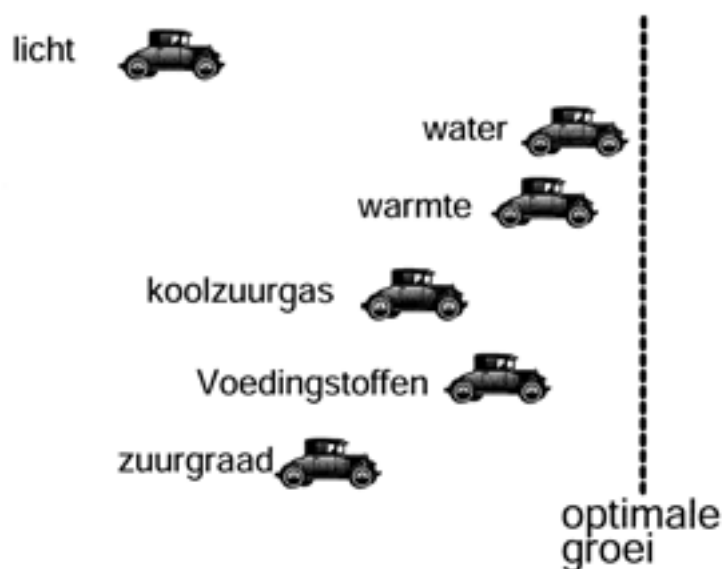
## Inleiding

Om een plant goed te laten groeien, moeten veel zaken in orde zijn:

- voldoende licht;
- voldoende water;
- een goede temperatuur;
- voldoende koolzuurgas;
- voldoende voedingsstoffen;
- de juiste zuurgraad.

Al deze zaken zijn factoren die het groeiproces beïnvloeden. De groeifactoren werken op elkaar in. In figuur 0.1 kun je zien hoe de verschillende groeifactoren aanwezig zijn in de winterperiode.

**Fig. 0.1**  
De werking van de groeifactoren in de winterperiode. 's Winters is de groeifactor 'licht' altijd in het minimum. Als alle groeifactoren in het optimum zijn, is de groei optimaal.



Dat “voldoende” en “goed” is voor elk gewas anders. Een schaduwplant wenst geen direct zonlicht, een vetplant wel. De tuinder zal proberen voor ieder jaargetijde en voor iedere plant optimale groeifactoren te scheppen. Daarbij heeft hij echter een extra probleem: de groeifactoren hebben invloed op elkaar. Is er bijvoorbeeld weinig licht, dan verdampt een plant minder en heeft zij minder water nodig. De groeifactoren moeten dus voortdurend in de juiste balans gehouden worden.

Dat geldt ook voor de groeifactor die in dit moduul centraal staat: de voedingsstoffen en het toedienen daarvan. Voeding, zuurgraad en zoutgehalte beïnvloeden elkaar in de grond of substraat waarin de plant staat. De zuurgraad en het zoutgehalte van het wortelmilieu beïnvloeden de voedingsopname door de plant. Wanneer de zuurgraad niet goed is en het zoutgehalte te hoog, kan de plant bepaalde voedingsstoffen niet of slecht opnemen. En omgekeerd veranderen zuurgraad en zoutgehalte van het wortelmilieu door het toedienen van voedingsstoffen. Daarom gaat dit hoofdstuk niet alleen over het toedienen van voedingsstoffen, maar worden

---

deze in samenhang met zuurgraad en zoutgehalte behandeld. Bemesten is altijd ook het manipuleren van zuurgraad en zoutgehalte.

In deze leereenheid komen de volgende onderwerpen aan de orde:

- voedingsstoffen: soorten, functies en opname door de plant;
- zuurgraad en zoutconcentratie: meten en regelen;
- meststoffen: soorten naar toedieningswijze;
- het toedienen van meststoffen: eisen en technieken;
- een voedingsschema vertalen in kilo's meststof.

---

# Handleiding voor de student

In het derde jaar van je opleiding staat het certificaat Uitvoeren beschermde teelt op het programma. In dit certificaat komt alle basiskennis aan de orde die nodig is om een zelfstandige beroepsbeoefenaar in de beschermde tuinbouw te kunnen worden. Voor het certificaat Uitvoeren beschermde teelt is een nieuw studiepakket ontwikkeld. Het studiepakket beschrijft algemene basisinformatie die voor alle specialisaties binnen de tuinbouw van belang is.

In deze handleiding wordt verteld, wat er in het studiepakket behandeld wordt en hoe je het materiaal kunt bestuderen.

## Wat biedt dit studiepakket?

Het leerboek Uitvoeren beschermde teelt bestaat uit 10 leereenheden, gericht op de eindtermen die voor het certificaat zijn vastgesteld:

- 1 Kastypen
- 2 Installaties
- 3 Kasklimaat
- 4 Teeltmedium
- 5 Waterbeheer
- 6 Bemesting
- 7 Economische en fiscale aspecten
- 8 Efficiënt vergaderen
- 9 Arbeidsomstandigheden
- 10 Tuinbouw, politiek en bestuur

Je ziet dat de technische aspecten van het tuindersvak voorop staan. Eerst komen onderwerpen aan de orde die 'boven' de grond spelen. Daarna volgen enkele leereenheden over alles wat zich 'in' de grond afspeelt.

Na de technische leereenheden volgen leereenheden die secundaire kanten belichten. De leereenheden zijn zo geschreven dat ze afzonderlijk bestudeerd kunnen worden. Dit brengt met zich mee dat sommige stukken informatie in verschillende leereenheden terug komen. Vooral als je het studiepakket van leereenheid 1 tot leereenheid 10 doorneemt, zul je overlapping constateren.

## Hoe zit het studiepakket in elkaar?

Het studiepakket Uitvoeren beschermde teelt kan geheel zelfstandig bestudeerd worden. De lesstof is volledig en duidelijk beschreven, met veel illustraties. De tekst bevat veel voorbeelden. We hebben geprobeerd om de voorbeelden te laten aansluiten bij alle specialisaties binnen de tuinbouw. Probeer de voorbeelden die afkomstig zijn uit een andere specialisatie dan de jouwe te vertalen naar jouw eigen terrein.

De leereenheden beginnen met een inleiding waarin beschreven is, wat er precies behandeld gaat worden. Ook heeft iedere leereenheid een uitgebreide

---

inhoudsopgave. Na elk hoofdstuk volgt een samenvatting. Belangrijke begrippen worden met trefwoorden in de marge weergegeven. Aan het einde van iedere leereenheid vind je een verklarende woordenlijst.

Tussen de tekst door tref je opdrachten aan. Deze zijn bedoeld om je kans te geven te controleren of je de belangrijke dingen uit de tekst hebt gehaald; je de gelegenheid te geven de lesstof goed te verwerken.

De opdrachten zijn dus hulpmiddelen bij het studeren, geen toetsvragen. De antwoorden op alle opdrachten zijn uitgewerkt in een apart antwoordenboekje dat je via school kunt inzien.

Af en toe staan er studeeraanwijzingen in de tekst. Hierin staat bijvoorbeeld dat je bepaalde informatie niet uit je hoofd hoeft te leren of hoe je meer te weten kunt komen over het betreffende onderwerp.

Om jezelf te toetsen heeft iedere leereenheid een zelftoets. De antwoorden zijn in een bijlage opgenomen.

Bijna iedere leereenheid heeft een serie stage- of praktijkopdrachten. Deze maak je op je stagebedrijf. De antwoorden lever je in bij de leraar. Die kijkt de opdrachten na en bespreekt indien nodig de resultaten met je. Daarna tekent de leraar de praktijkopdrachten af. Je hebt dan voldaan aan een van de twee eisen gesteld worden voor de afsluiting van de leereenheid.

De tweede eis voor afsluiting is het maken van de eindtoets die bij de leereenheid hoort. De eindtoetsen worden per computer aangeboden. Je gaat achter de computer zitten, tikt je persoonlijk studentnummer in en de computer presenteert de toetsopgaven. De computer kijkt de opgaven na, zodat je gelijk de uitslag weet.

### **Hoe kun je het studiepakket doorwerken?**

Zoals gezegd, kun je de lesstof zelfstandig doorwerken. Gebruik het materiaal verstandig. Kijk eerst naar de inhoudsopgave of het onderwerp je bekend voorkomt. Lees daarna de inleiding op de leereenheid. Als je nog steeds denkt dat je het eigenlijk allemaal al weet, lees dan de samenvatting. Beslis dan pas of je de tekst gaat lezen en de opdrachten gaat maken. Zo ga je efficiënt om met je tijd.

Kom je er niet uit, ga dan naar de leraar voor uitleg.

Veel studenten leren beter als ze af en toe kunnen overleggen met medestudenten.

Als jij zo'n student bent, zoek dan een paar andere studenten waarmee je gaat samenwerken. Je zou bijvoorbeeld met elkaar op school kunnen afspreken om jullie antwoorden op de opdrachten met elkaar te vergelijken.

Bij sommige praktijkopdrachten moet je trouwens met elkaar samenwerken. Dit is nog een goede reden om bij het begin van een hoofdstuk een studiegroepje te vormen.

### **Tot slot**

Op enkele scholen zijn ervaringen opgedaan met het studiepakket Uitvoeren beschermde teelt. Daarbij is gebleken dat zelfstandig doorwerken van de leereenheden heel goed mogelijk is. Ook de resultaten waren prima: bijna iedereen die serieus werkt, haalt met dit pakket meteen een voldoende op de eindtoets. Als ook jij efficiënt en succesvol met dit materiaal kan werken, is het doel van de ontwikkelaars bereikt.

De ontwikkelgroep wenst je veel succes toe met het studiepakket Uitvoeren beschermde teelt!



---

# Inhoud

## **Inleiding 5**

## **Handleiding voor de student 7**

### **1 Voedingselementen 11**

- 1.1 Soorten voedingselementen 11
- 1.2 Behoeftte per gewas of gewasstadium 14
- 1.3 De functie van voedingselementen 15
- 1.4 De opname van voedingselementen 20
- 1.5 Afsluiting 20

### **2 De zuurgraad 22**

- 2.1 Het begrip zuurgraad 22
- 2.2 Zuurgraad en gewasgroei 23
- 2.3 Meten van de zuurgraad 24
- 2.4 Het regelen van de pH 25
- 2.5 Afsluiting 26

### **3 De zoutconcentratie 27**

- 3.1 Zoutconcentratie en gewasgroei 27
- 3.2 Het meten van de zoutconcentratie 28
- 3.3 Het regelen van de zoutconcentratie 30
- 3.4 Het regelen van de groei door EC-manipulatie 32
- 3.5 Afsluiting 33

### **4 Meststoffen 36**

- 4.1 Kunstmeststoffen 36
- 4.2 Samenstelling van kunstmeststoffen 39
- 4.3 Afsluiting 44

### **5 Toediening van meststoffen 45**

- 5.1 Eisen 45
- 5.2 Voorraadvorming 46
- 5.3 Toediening door directe injectie 48
- 5.4 Afsluiting 50

### **6 Voedingsschema's 53**

- 6.1 De standaardvoedingsoplossing 53
- 6.2 Van mmol/l naar kg meststof: voedingsschema's berekenen 55
- 6.3 De rol van het uitgangswater 64
- 6.4 Afsluiting 66

Bijlage 1 Zelftoets 70

---

Bijlage 2	Antwoorden op zelftoets	72
Bijlage 3	Uitwerkingen van de vragen en opdrachten	73
Werkblad 1	Praktijkopdracht De zoutconcentratie van de voedingsoplossing	79
Werkblad 2	Praktijkopdracht Voedingsschema's	81
Werkblad 3	Praktijkopdracht Groeistadium en juiste EC en pH	83
Werkblad 4	Praktijkopdracht Voorraadbemesting	84
Werkblad 5	Monsters nemen	85
Werkblad 6	Bijmestadvies	87
Werkblad 7	Controle van watergeven en bemesten	89
Werkblad 8	Omgaan met meststoffen	91

**Begrippenlijst 94**

**Trefwoordenlijst 95**

---

# 1 Voedingselementen

## Oriëntatie

Bemesten is het toedienen van voedingselementen aan het wortelmilieu. In deze paragraaf staan we stil bij vier belangrijke vragen over voedingselementen.

- 1 Welke voedingselementen kunnen we onderscheiden?
- 2 Welke behoefte hebben planten aan voedingselementen?
- 3 Welke functie hebben verschillende voedingselementen voor de plant?
- 4 Hoe neemt een plant voedingselementen op?

## Leerdoelen

Voor dit hoofdstuk zijn geen leerdoelen gedefinieerd.

## 1.1 Soorten voedingselementen

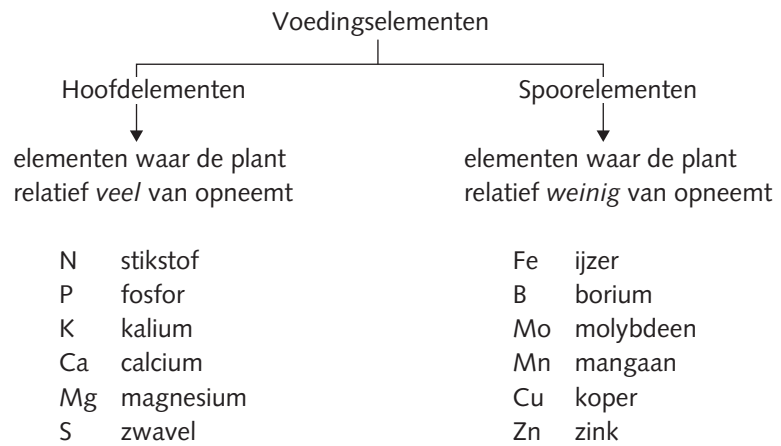
Wat voedingselementen zijn, komt naar voren als we kijken naar de samenstelling van planten. Planten bestaan voor 70-96% uit water. De rest is droge stof. De droge stof blijkt te bestaan uit:

- een brandbaar gedeelte, dat organische stof wordt genoemd;
- een niet brandbaar gedeelte, de anorganische stoffen, ook wel mineralen of asbestanddelen genoemd.

*mineralen* Water neemt de plant uit de omgeving op en organische stoffen kan de plant zelf maken. Maar om in leven te blijven en te kunnen groeien, heeft de plant bepaalde *mineralen* nodig als voedingsstof. Uit deze mineralen maakt de plant de eiwitten, koolhydraten en enzymen die nodig zijn voor het onderhouden van haar levensprocessen. Mineralen vallen op hun beurt uiteen in verschillende elementen, zoals stikstof, ijzer en silicium. Niet alle minerale elementen zijn voedingsstoffen voor de plant. Sommige mineralen behoren tot de niet-essentiele voedingsstoffen en andere mineralen, zoals chloor, zijn ronduit schadelijk.

*hoofdelementen*  
*spoorelementen* De voedingselementen zijn op hun beurt te verdelen in *hoofdelementen* en *spoorelementen*. Hoofdelementen, ook wel macro-elementen genoemd, zijn stoffen waarvan de planten er relatief veel opnemen. Spoorelementen, ofwel micro-elementen, heten zo omdat de plant er slechts minieme hoeveelheden van opneemt. In het volgende schema zie je enkele voorbeelden van hoofd- en spoorelementen.

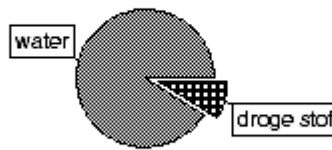
**Fig. 1.1**  
 Schema  
 voedingselementen



Om de verhoudingen nog eens in kaart te brengen is in onderstaande tekeningen de verdeling tussen water, droge stof en mineralen afgebeeld. Duidelijk is hierin waarneembaar hoe klein het mineralenaandeel van planten is en hoe minimaal het aandeel van de spoorelementen.

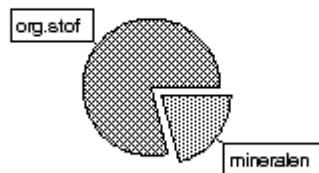
**Fig. 1.2**  
 Eerste stap:  
 samenstelling van de  
 plant in water en droge  
 stof

Vers gewicht verdelen in:



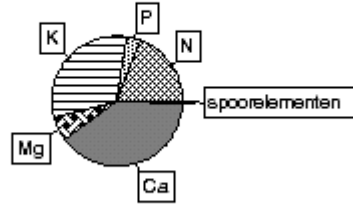
**Fig. 1.3**  
 Tweede stap: droge stof  
 verdelen in organische  
 stof en mineralen.

Droge stof verdelen in:



**Fig. 1.4**  
Derde stap: mineralen  
verdelen in  
hoofdelementen en  
sporelementen.

### Mineralen verdelen in:



Van de hoofdelementen zijn vooral calcium, kalium en stikstof in aanzienlijke hoeveelheden nodig, veel meer dan de hoofdelementen magnesium en fosfor.

De verhoudingen tussen de hoofd- en sporelementen wordt ook zichtbaar in figuur 1.5. Die geeft het gehalte aan mineralen weer dat opgenomen wordt door een chrysantengewas (cultivar 'Harlekijn'). De hoeveelheid droge stof van deze plant wordt weergegeven in *millimol* (mmol) per kg. Eén mol staat gelijk aan het gewicht van 1 gram waterstofatomen, ofwel  $6^{23}$  waterstofatomen. Ook is de verhouding berekend tussen de hoeveelheid van een elementen en de totale hoeveelheid droge stof.

**Fig. 1.5**  
Hoeveel heeft een plant  
nodig aan  
voedingselementen?  
Geïllustreerd aan de hand  
van een chrysantengewas  
(cultivar 'Harlekijn'). De  
behoefte is uitgedrukt in  
millimol per kg droge  
stof. In de rechterkolom is  
te zien hoe de onderlinge  
verhouding tussen de  
voedingselementen ligt  
voor dit gewas  
(Molybdeen=1).

Element	Afkorting	mmol/kg droge stof	Verhouding
<b>Sporelementen</b>			
Molybdeen	Mo	0,006	1
Koper	Cu	0,182	30
Borium	B	1,98	330
<b>Hoofdelementen</b>			
Zwavel	S	50	8.300
Fosfor	P	128	21.300
Magnesium	Mg	108	18.000
Calcium	Ca	207	34.500
Kali	K	1.126	187.700
Stikstof	N	1.786	297.700

Per kilogram droge stof heeft de cultivar Harlekijn nog geen tweeduizendste mol borium nodig en tegen de tweeduizend millimol stikstof. Je kunt je zeggen dat planten grofweg 1000 maal zoveel hoofdelementen opnemen als sporelementen. Dat blijkt uit figuur 1.5.

---

*essentiële elementen*

De tot nu toe genoemde stoffen zijn allemaal *essentiële elementen*. Daarnaast nemen gewassen ook nog veel andere, niet-essentiële elementen uit de bodem op. Enkele bekende zijn:

- silicium;
- natrium;
- cobalt;
- jodium;
- arseen;
- chroom;
- broom;
- fluor;
- seleen;
- aluminium;
- chloor.

Ondanks het feit dat deze elementen niet essentieel zijn, hebben enkele wel een gunstige invloed op de ontwikkeling van (sommige) planten. Dit is bekend van silicium, cobalt, natrium en seleen. Andere niet-essentiële elementen geven bij een te grote opname snel vergiftiging. Fluor, chroom en aluminium zijn wat dit betreft berucht.

Omdat de spoorelementen zo'n gering aandeel van de voedingsstoffen-behoefte vormen, hoeven ze in de vollegrondsteelt bijna nooit apart als meststof toegevoegd te worden. Er zit altijd wel voldoende van in de grond. In de substraatteelt ligt dit anders. Hier moeten alle voor de plant noodzakelijke elementen toegediend worden met een voedingsoplossing. Wanneer dit niet zorgvuldig gebeurt, zullen *gebreksverschijnselen* of *overmaatsverschijnselen* optreden in het gewas. Gebreks- of overmaatsverschijnselen zouden in substraatteelt minder moeten kunnen voorkomen dan in de vollegrondsteelt. Als zij toch voorkomen, dan zijn zij voor een groot gedeelte te wijten aan onvoldoende onderzoek of onzorgvuldig handelen.

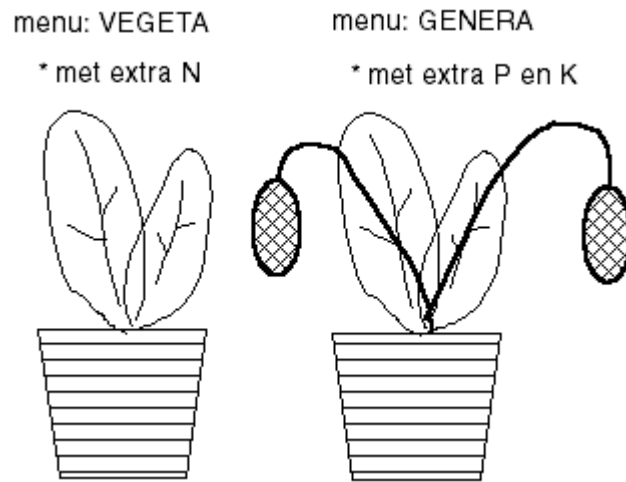
*gebreksverschijnselen*  
*overmaatsverschijnselen*

## 1.2 Behoeftte per gewas of gewasstadium

*vegetatieve periode*  
*generatieve periode*

Planten hebben allemaal een eigen behoefte aan bepaalde elementen. Bol- en knolgewassen vragen meer kali dan gemiddeld, terwijl bij bladgewassen de nadruk valt op stikstof. Bovendien hebben planten in hun jeugd andere behoeften aan bepaalde elementen dan tegen het afrijpen. In de *vegetatieve periode* van de plant, als alles gericht is op groei, valt de nadruk op stikstof. Later, in de *generatieve periode*, tijdens het bloeien en afrijpen van de vruchten, heeft de plant naar verhouding meer fosfaat en kali nodig. Bij het samenstellen van voedingsschema's houden tuinders niet alleen rekening met het soort gewas, maar ook met het groeistadium waarin het gewas verkeert. In figuur 1.6 is dit uitgebeeld.

**Fig. 1.6**  
 Elk gewasstadium wenst zijn eigen menu. Links menu VEGETA met extra N; rechts menu GENERA met extra P en K. De tuinder geeft tijdens het groeistadium een iets andere bemesting dan in de afrijfase



### 1.3 De functie van voedingselementen

Ieder van de hoofd- en spoorelementen draagt op zijn eigen manier bij aan het welzijn van de plant. Krijgt een plant te veel van een bepaald element, dan treden overmaatsverschijnselen op. Bij een tekort zien we gebreksverschijnselen in de plant. In de praktijk is het moeilijk om gebreks- en overmaatsverschijnselen te onderscheiden. Elke plant vertoont specifieke verschijnselen. Een aantal verschijnselen lijkt bovendien sterk op elkaar.

chlorose  
 necrose

Toch zijn er wel enkele herkenningpunten te geven. Elementen die verplaatsbaar zijn in de plant, geven gebreksverschijnselen die beginnen in de oudere delen van de plant. Elementen die niet mobiel zijn vertonen verschijnselen in die delen van de plant die ten tijde van het gebrek de jongere delen waren. Gebrek gaat vaak gepaard met een verkleuring van het blad. Een lichtgroene tot gele verkleuring wordt ook wel *chlorose* genoemd. Wanneer het blad af gaat sterven, spreekt men van *necrose*.

Voor de belangrijkste voedingselementen volgt nu een overzicht waarin enkele voedingskenmerken zijn samengebracht. Je hoeft deze gegevens niet uit het hoofd te leren, ze dienen als naslagwerk en herkenningpunten voor de praktijk. Telkens komen de drie volgende kenmerken aan de orde:

- de functie van het element;
- gebreksverschijnsel van het element;
- overmaatsverschijnsel van het element.

We bespreken eerst de hoofdelementen stikstof, fosfor, kalium, calcium, magnesium en zwavel. Daarna komen de spoorelementen aan bod.

#### Stikstof

##### Functie stikstof

- Stikstof is een belangrijk bestanddeel van de eiwitten (16%) die in de plant voorkomen.

- 
- Stikstof bevordert de groene kleur van de plant. Hierdoor verloopt de assimilatie beter.
  - Stikstof bevordert de groei van de plant.
  - Stikstof is noodzakelijk bij de aanleg van bloemknoppen en voor het uitgroeien van vruchten.
  - Stikstof verlengt de groeiperiode.

#### ***Overmaatsverschijnselen***

- De plant groeit te weelderig. De bladeren zijn zeer groot, donker groen en zacht. Hierdoor treedt een grotere kans op voor ziekten en plagen. De internodiën worden te groot.
- De bloeirijkheid en vruchtbaarheid gaan achteruit. Bovendien treedt de bloei pas in een laat stadium in. De plant groeit erg lang vegetatief door. Eventuele vruchten komen vaak erg laat en slecht op kleur.
- De kwaliteit van snijbloemen wordt minder, witte bloemen kleuren naar groen.

#### ***Gebreksverschijnselen***

- De plant groeit slecht, bovendien is de groeiperiode kort.
- De plant heeft een bleekgroene gele kleur, waardoor de assimilatie minder goed verloopt.
- De vegetatieve groei wordt snel beëindigd en de plant gaat bloeien, dikwijls met zeer goed gekleurde bloemen.
- Bij eventuele vruchten treedt noodrijpheid op. De vruchten zijn dan wel mooi van kleur, maar te klein van stuk. Na de bloei vraagt het uitgroeien van de vruchten veel stikstof.
- Er wordt een te klein aantal bloemen aangelegd.

### **Fosfor**

#### ***Functie fosfor***

- Fosfaat is een bestanddeel van alle levende stof. Het is een deel van plantaardige en dierlijke eiwitten.
- Fosfaat werkt gunstig op de wortelgroei van kiemplanten.
- Fosfaat bevordert de bloei en de rijping van zaden.

#### ***Overmaatsverschijnselen***

- Fosfaat overmaat kan leiden tot ijzergebrek en remt de opname van koper en zink

#### ***Gebreksverschijnselen***

- Bij matig gebrek treedt groeiremming op, zonder duidelijke symptomen.
- Soms treedt een paarse verkleuring op. Ook zijn de bladeren vaak dofgroen/blauwgroen en stug, naar beneden omgekruld.
- Jonge planten ontwikkelen hun wortelgestel slecht.
- Lage opbrengsten.



---

## **Kalium**

### ***Functie kalium***

- Kalium bevordert de productie van koolhydraten (vooral van belang voor bol- en knolgewassen).
- Kalium bevordert het transport van assimilaten door de plant.
- De planten worden steviger en sterker tegen schimmels, vorst en droogte.
- De kleur van vruchten wordt beter. Daarom krijgen bijvoorbeeld tomaten wel extra kali om de kleur te verbeteren.
- De smaak en de geur worden beter (assimilatie).

### ***Overmaatsverschijnselen***

- Kalium remt de opname van magnesium, calcium en borium, zodat vooral magnesiumgebrek kan ontstaan.

### ***Gebreksverschijnselen***

- 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 uitstrekken.
- Vaak sterven de bladeren vroeg af.
- Vruchten hebben een slechte kleur.

## **Calcium**

### ***Functie calcium***

- Calcium verstevigt de celwand.
- Calcium regelt de wateropname.

### ***Overmaatsverschijnselen***

- Zoutschade.

### ***Gebreksverschijnselen***

- Zwakke celwanden.

## **Magnesium**

### ***Functie magnesium***

- Magnesium is voor de plant belangrijk als bestanddeel van het bladgroen, dus voor de koolstofassimilatie.

### ***Overmaatsverschijnselen***

- Problemen bij de Mn-, N- en K-opname door ionen-antagonisme.

### ***Gebreksverschijnselen***

- De oudste bladeren vertonen een vrij brede, niet scherp afgetekende geelverkleuring aan de randen. Deze geelverkleuring dringt tussen de nerven in of wordt zichtbaar tussen de nerven midden op het blad. Later volgt afsterving van het vergeelde weefsel. De bladeren zijn normaal van grootte.
- Veel van de fijne wortels sterven af.

---

## Zwavel

### *Functie zwavel*

- Zwavel is een onderdeel van een eiwit.
- Zwavel vervult een rol in de waterhuishouding van de plant.

### *Overmaatsverschijnselen*

- Heeft zoutschade tot gevolg.

### *Gebreksverschijnselen*

- Egale lichte verkleuring.

*spoorelementen*

De *spoorelementen* die aan bod komen zijn: mangaan, borium, molybdeen, koper, ijzer en zink.

## Mn (mangaan)

### *Functie*

- Speelt een rol bij de productie van O<sub>2</sub> in de fotosynthese.
- Bepaalde typen enzymen worden geactiveerd door Mn.

### *Gebrek*

- Groeiremming
- Chlorose in het jonge blad. Het groeipunt en de nerven blijven vaak nog groen.
- Te vroeg uitlopen van zijscheuten: bossige groei.

### *Overmaat*

- Bruine of paarse vlekjes in het oudere blad.
- Gebrek aan Fe of Mg. Hierdoor wordt het transport van Ca naar de groeipunten geremd.

## B (borium)

### *Functie*

- Helpt bij het transport van koolhydraten.
- Borium is nodig bij de eiwitsynthese.

### *Gebrek*

- Groeiremming en misvormingen van bladeren, bloemen en vruchten.
- Afsterving van groeipunten, bladranden en worteltoppen.
- Vergeling en necrose van de wat oudere bladpunten.

### *Overmaat*

- Necrotische puntjes in de bladranden.

## Mo (molybdeen)

### *Functie*

- Is het actieve element in twee enzymen die betrokken zijn bij de N-voeding.

---

### **Gebrek**

- Onvoldoende functie neren van N in de plant.
- Ook lijkt Mo nodig te zijn voor de vorming van bepaalde hormonen.

### **Overmaat**

- Goudgele verkleuring van de scheut. Dit probleem komt in de tuinbouw echter nauwelijks voor.

## **Cu (koper)**

### **Functie**

- Bestanddeel van enkele enzymen die een belangrijke rol spelen bij de fotosynthese en de ademhaling.
- Nodig voor de verhouting van plantedelen, dus voor de stevigheid van de plant.

### **Gebrek**

- Verstoring van knopontwikkeling en bloei.
- Bossige groei, geremde verhouting.
- Vervroegd uitlopen van zij scheuten. De jongste bladeren kunnen verbleken.
- Cu wordt in de bodem sterk gebonden aan organisch materiaal. Vooral bij de teelt op veen kan dit tot tekorten leiden.

### **Overmaat**

- Dwerggroei.
- Fe-gebrek.

## **Fe (ijzer)**

### **Functie**

- IJzer is een bouwsteen van verschillende enzymen. Deze enzymen spelen een rol bij het aanmaken van bladgroen en bij de ademhaling.

### **Gebrek**

- Het jonge blad aan de top van de scheuten vertoont een zeer fijn netwerk van lichtgekleurd bladmoes tussen groene nerven.

### **Overmaat**

- Geen

## **Zn (zink)**

### **Functie**

- Bestanddeel van verschillende enzymen.
- Zn is betrokken bij de aanmaak van eiwit in de plant.
- Is nodig voor de strekking van de stengel en de middennerven in het blad.

### **Gebrek**

- Dwerggroei
- Misvorming van de bladeren door onvolledige uitgroei.
- Korte internodiën.

---

### Overmaat

- Vaak dezelfde symptomen als bij Fe-tekort. (Opvang van regenwater van gealvaniseerde kassen kan bij recirculatie tot Zn-overmaat leiden.)

## 1.4 De opname van voedingselementen

Maar hoe komen de voedingsionen nu in de plant? Dit proces is niet tot in alle details bekend. Duidelijk is wel, dat de voedingsionen door het membraan (de wand) van de wortelcel getransporteerd worden. De wortel regelt dit transport.

*dragermoleculen*

Dat gaat als volgt. In het celmembraan zitten '*dragermoleculen*'. Elk voedingselement heeft zijn eigen dragermolecuul. Als een  $K^+$ -ion in de buurt van een dragermolecuul komt dat gevoelig is voor K, neemt dit dragermolecuul het  $K^+$ -ion op en laat het weer los aan de andere kant van het membraan. Nu is het  $K^+$ -ion in de wortel aangekomen. Het blijkt dat de wortel voedingsionen kan selecteren bij de opname. Soms neemt de wortel voedingsionen op waarvan er maar weinig in het *substraat* aanwezig zijn, terwijl hij elementen waarvan er veel zijn buiten laat. De wortel heeft dus een voorkeur voor voedingsionen die het gewas op dat moment het meest nodig heeft. Bij elk gewas kan deze voorkeur anders liggen. Gelukkig zijn deze voorkeuren bekend, zodat voor elke plant een passende bemestingsoplossing te maken is.

*substraat*

Voordat je gaat lezen over meststoffen en hun samenstelling, behandelen we eerst twee andere verschijnselen die met de bemesting te maken hebben: zuurgraad en zoutconcentratie.

## 1.5 Afsluiting

Bemesten is het toevoegen van mineralen aan het wortelmilieu van de plant. Mineralen als stikstof, magnesium en ijzer werken als voedingselementen voor de plant. Er zijn twee soorten voedingselementen: hoofdelementen en spoorelementen. Planten hebben maar minieme hoeveelheden spoorelementen nodig, zo'n 1000 keer minder dan van de hoofdelementen. Naast essentiële voedingselementen nemen planten ook niet-essentiële chemische elementen op. Soms hebben deze een aanvullend positief effect, vaak zijn ze bij geringe opnames al giftig. De behoefte aan bepaalde voedingselementen varieert per gewas en per groeistadium van een gewas. Bij een te grote opname van een voedingsstof ontstaan overmaatsverschijnselen, bij een tekort aan een bepaald voedingselement worden gebreksverschijnselen zichtbaar.

### Schoolopdracht 1.1 Waar of niet waar?

Zijn de volgende beweringen waar of niet waar?

- De groeifactor die in het minimum verkeert, bepaalt de groei van de plant.
- In de winter is de groeifactor 'warmte' in de glastuinbouw altijd in het minimum.
- Koolzuurgas is in het minimum wanneer in de zomer gelucht moet worden.
- In de Nederlandse glastuinbouw kan men alle groeifactoren optimaal maken.
- K, Ca en Mg zijn hoofdelementen.
- N, P en Na zijn hoofdelementen.
- Cu, Zn en S zijn spoorelementen.
- De plant neemt 100 maal zoveel hoofdelementen op als spoorelementen.

- 
- i Essentiële elementen heeft de plant nodig om goed te kunnen functioneren.
  - j Niet-essentiële elementen worden niet opgenomen door de plant.

### **Schoolopdracht 1.2 Ontleden**

Een plant kun je steeds verder ontleden.

- a Uit welke twee elementen bestaat een plant?
- b Uit welke twee elementen bestaat droge stof?
- c Uit welke twee elementen bestaan mineralen?

### **Schoolopdracht 1.3 Voedingsmenu**

Iedere plant heeft haar eigen voedingsmenu. Dat menu verandert tijdens de ontwikkeling van de plant. In de vegetatieve fase moet het menu anders van samenstelling zijn dan in de generatieve fase. Geef de elementen aan waarop in verschillende ontwikkelingsfasen de nadruk valt. Maak een keuze uit N, P, K, Ca, Mg en S.

- a Op welke elementen valt de nadruk in de kiemingsfase?
- b Op welke elementen valt de nadruk in de vegetatieve fase?
- c Op welke elementen valt de nadruk in de generatieve fase?

### **Schoolopdracht 1.4 Maak een keuze**

- a Ontstaan de gebreksverschijnselen bij elementen die mobiel in de plant zijn, in de oudere of in de/ jongere plantendelen?
- b Heet verkleuring van het blad necrose of chlorose?

### **Schoolopdracht 1.5 Geef de functies van de elementen**

Elementen hebben vele functies in de plant. Hieronder staat een aantal functies. Neem de zinnen over. Welke elementen moet je invullen op de lege plaatsen?

- a De planten worden door ..... steviger en sterker tegen schimmels, vorst en droogte.
- b ..... werkt gunstig op de wortelgroei van kiemplanten.
- c De groene kleur van de plant wordt door ..... bevorderd, waardoor de assimilatie beter verloopt.
- d ..... is een bestanddeel van enzymen, die een belangrijk rol spelen bij de fotosynthese en de ademhaling. Dit element is ook nodig voor de verhouting van plantendelen (stevigheid).
- e ..... bevordert de groei van de plant.
- f Door ..... worden de smaak en de geur beter (assimilatie).
- g ..... verlengt de groeiperiode.
- h ..... bevordert de bloei en de rijping van zaden.

## 2 De zuurgraad

### Oriëntatie

Als een tuinder voedingselementen toedient, beïnvloedt hij tegelijkertijd de zuurgraad van het wortelmilieu. Sommige meststoffen maken de grond of het substraat meer basisch, andere hebben een aanzurende werking. Tuinders moeten bij het bemesten dus goed kijken naar het effect op de zuurgraad. Maar ook kunnen ze hun bemesting gebruiken om de zuurgraad zo gunstig mogelijk te houden.

In dit hoofdstuk worden drie vragen over zuurgraad beantwoord:

- 1 Wat is dat precies: zuurgraad?
- 2 Welke invloed heeft de zuurgraad op de plant?
- 3 Hoe kun je de zuurgraad van het wortelmilieu meten en regelen?

### Leerdoelen

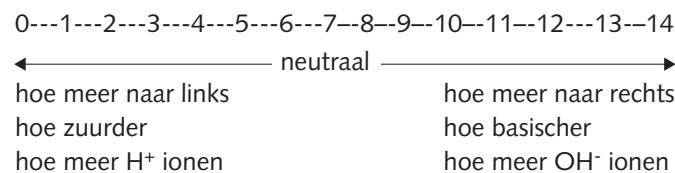
Voor dit hoofdstuk zijn geen leerdoelen gedefinieerd.

## 2.1 Het begrip zuurgraad

Met zuurgraad wordt bedoeld het aantal positief geladen waterstof-ionen dat in een  $h^+$ -ionen groeimedium aanwezig is. Hoe meer  $H^+$ -ionen, hoe hoger de zuurgraad. De zuurgraad wordt aangegeven met een getal met daarvoor pH, bijvoorbeeld pH 6. De pH is een maat voor het aantal  $H^+$ -ionen dat in de oplossing aanwezig is bij 20°C. De pH kan variëren van 0 tot 14. Zuiver water heeft bij een temperatuur van 20°C een pH van 7,0. Ligt de pH van een oplossing onder de 7, dan wordt ze 'zuur' genoemd. Boven pH 7 heet een oplossing 'basisch'. Basische oplossingen bevatten meer  $OH^-$ -ionen. Een oplossing met een pH van 7 is neutraal. In figuur 2.1 zie je een overzicht.

**Fig. 2.1**

De pH loopt van 0 naar 14, ofwel van zuur via neutraal naar basisch.



De pH is eigenlijk een verkorte schrijfwijze om de concentratie van  $H^+$  in de oplossing weer te geven:

- pH = 8 wil zeggen dat per liter 0,000.000.01 gram  $H^+$  aanwezig zijn.
- pH = 7 wil zeggen dat per liter 0,000.000.1 gram  $H^+$  aanwezig zijn.
- pH = 6 wil zeggen dat per liter 0,000.001 gram  $H^+$  aanwezig zijn.
- pH = 5 wil zeggen dat per liter 0,000.01 gram  $H^+$  aanwezig zijn.
- pH = 4 wil zeggen dat per liter 0,000.1 gram  $H^+$  aanwezig zijn.
- pH = 3 wil zeggen dat per liter 0,001 gram  $H^+$  aanwezig zijn.

---

Uit het bovenstaande blijkt dat naarmate de pH-waarde daalt, de hoeveelheid H<sup>+</sup>-ionen in de oplossing stijgt. In 1 liter oplossing met een pH = 4 zijn 10 x zoveel H<sup>+</sup>-ionen aanwezig als in 1 liter met een pH = 5. Een pH-verschil van 1 punt maakt dus veel uit: tussen twee pH-waarden zit liefst een factor 10 verschil. Daarom worden pH-waarden meestal in decimale getallen weergegeven, bijvoorbeeld 6,5 of 7,5. Door een zure oplossing te verdunnen, neemt het aantal mol H<sup>+</sup>-ionen per liter af. Hierdoor stijgt de pH.

Als je de pH-waarde met een factor 1 verlaagt, neemt het aantal H<sup>+</sup>-ionen per liter met een factor 10 toe.

Het gietwater zelf heeft al een zuurgraad. Kraanwater bezit soms een pH-waarde die iets hoger is dan 7,0 door de aanwezigheid van kalk. Regenwater kan soms erg zuur zijn omdat er zwavelzuur en salpeterzuur in zit als gevolg van de luchtvervuiling.

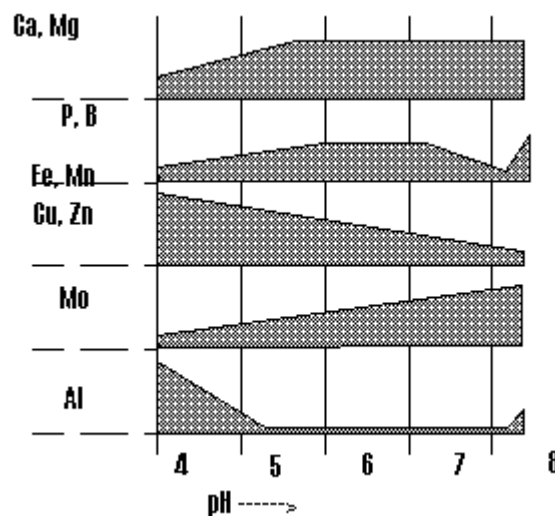
## 2.2 Zuurgraad en gewasgroei

Voor een goede gewasgroei moet de pH voor de meeste planten zo tussen pH 4,5 en 7 liggen. Daarbuiten ontstaan nadelige effecten op de groei, zowel direct als indirect. De directe invloed is merkbaar bij de wortels: een te lage pH (< 4,0) tast de wortels aan. Minstens zo belangrijk is echter de indirecte invloed van de pH. Een te hoge of te lage pH in het wortelmilieu belemmert de beschikbaarheid van voedingselementen voor de plant. De voedingselementen zijn weliswaar aanwezig, maar de plant kan ze niet opnemen. Dat kan op vier manieren. We beschrijven ze hieronder.

- 1 Enkele voedingselementen vormen slecht oplosbare verbindingen bij een lage pH, andere juist bij een hoge pH. De voedingselementen zitten dan opgesloten in verbindingen die moeilijk oplossen. Dit verschijnsel zien we vooral in de vollegrondteelt. In de substraatteelt speelt het vormen van slecht oplosbare zouten als gevolg van een onjuiste pH niet zo'n grote rol.
- 2 Een te hoge of lage pH kan de balans in het aanbod van voedingsstoffen verstoren. Hierdoor wordt er van een bepaald voedingsion veel meer aangeboden aan de plant dan van een ander voedingsion. Het gevolg is dat de plant te weinig opneemt van een bepaald noodzakelijk voedingsion. Dit verschijnsel noemt men antagonisme.
- 3 De stabiliteit van ijzermeststoffen wordt eveneens bepaald door de pH. Wanneer de pH niet de juiste waarde heeft, kunnen ijzermeststoffen onwerkzaam worden.
- 4 Ook het substraat wordt beïnvloed door de pH. Zo leidt een pH lager dan 4.5 tot het oplossen van de steenwolmat, waardoor erg veel calcium vrijkomt.

Figuur 2.2 geeft een overzicht van de beschikbaarheid van voedingselementen bij verschillende pH-waarden. Hoe dikker de balk, hoe meer er beschikbaar is van de betreffende elementen. Je ziet dat voor de hoofdelementen de gunstigste pH-waarde inderdaad tussen de 4,5 en 7 ligt.

**Fig. 2.2**  
De invloed van de pH op de beschikbaarheid van voedingselementen. Naarmate de balk dikker is, is de beschikbaarheid van deze elementen groter. Zo is calcium pas bij pH 5,5 volop beschikbaar voor de plant, terwijl ijzer en aluminium al bij pH 4 beschikbaar zijn.



## 2.3 Meten van de zuurgraad

*streefwaarde*

Heeft de pH nog de goede waarde? Ieder gewas heeft zijn eigen *streefwaarde* voor pH. De streefwaarde is de pH-waarde waarbij het gewas optimaal groeit. De optimale pH-waarde is afhankelijk van het soort gewas dat geteeld wordt en van het groeimedium waarop geteeld wordt. Tomaten op kunstmatig substraat hebben een andere streefwaarde dan tomaten op de volle grond.

Kwekers zijn regelmatig bezig de pH te meten. Als de gemeten waarde afwijkt van de streefwaarde, moet de kweker maatregelen nemen om de pH-waarde aan te passen. Hierna kun je lezen hoe het meten en regelen in zijn werk gaat.

Er zijn twee plaatsen waar de pH gemeten moet worden: in het gietwater en in de voedingsoplossing binnen het wortelmilieu.

### pH-meting gietwater

*bemestingsunit*

De pH-meting van het gietwater verloopt geheel automatisch. Per computer stelt de tuinder de streefwaarde van de pH in het gietwater in. Het gietwater wordt naar de bemestingsunit geleid, waar het vermengd wordt met de meststoffen. In de *bemestingsunit* zit een pH-meter die het water controleert op de ingestelde pH-waarde. Wijkt de gemeten waarde af van de streefwaarde, dan past de computer de pH aan, bijvoorbeeld door de bemestingsunit op te dragen iets meer kalk toe te dienen om de zuurgraad te verlagen.

### pH-meting voedingsoplossing

De pH van het groeimedium kan de tuinder zelf goed meten omdat daar een eenvoudig apparaat voor is: de pH-meter. De pH-meter kan worden gebruikt bij alle groeimedia, zowel grond, kunstmatige substraat als venige substraten.

Met een pH-meter meet je de concentratie van  $H^+$ -ionen in een waterige oplossing. Bij kunstmatige substraten wordt voedingswater bij de wortels uit het substraat opgezogen en met de pH-meter gemeten. De gemeten waarde duidt men aan met  $pH_{\text{water}}$ . Bij grond of potgrond heb je echter geen waterige oplossing. Om de



pH-meter te kunnen gebruiken moet je eerst zelf een waterige oplossing maken. Dit gaat volgens bepaalde spelregels die voor ieder medium iets anders zijn.

### **Venige substraten**

*venig substraat*

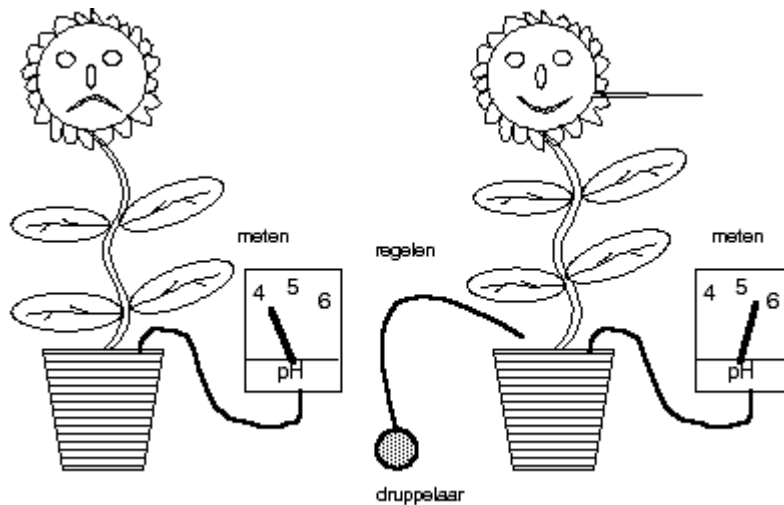
Aan een hoeveelheid *venig substraat* wordt een bepaalde hoeveelheid gedistilleerd water toegevoegd. Het waterige mengsel dat zo ontstaat noemt men een suspensie. Met een pH-meter wordt vervolgens de pH-waarde in de suspensie gemeten. Ook hier wordt de gemeten waarde aangeduid met  $pH_{\text{water}}$ .

### **Grond**

Aan een hoeveelheid grond wordt een bepaalde hoeveelheid kaliumchloride-oplossing toegevoegd. Vervolgens wordt de pH-waarde van de suspensie bepaald met een pH-meter. De gemeten waarde duidt men aan met  $pH_{\text{KCl}}$ .

**Fig. 2.3**

*Metten is weten, zodat je kunt regelen om de streefwaarde te bereiken.*



*laboratorium*

*analyse*

Tuinders sturen regelmatig een monster van water, grond of potgrond naar een *laboratorium*. Op het laboratorium worden de pH en de aanwezige voedingsstoffen bepaald. Dit is een goede manier om je eigen metingen te controleren. De regelmaat in bemonsteren voor *analyse* is per bedrijfstak verschillend. Productiegewassen op kunstmatige substraten worden iedere 14 dagen bemonsterd, grondtelers bemonsteren enkele keren per jaar.

Enkele streefwaarden voor de verschillende groeimedia zijn:

- kunstmatige substraten: pH tussen 5.3 en 6.0;
- venige substraten: pH tussen 4.5 en 5.9;
- grond: pH tussen 4.5 en 6.5. (afhankelijk van de grondsoort)

## **2.4 Het regelen van de pH**

Kwekers hebben drie mogelijkheden om de pH-waarde te regelen:

- 1 het substraat aanpassen;
- 2 de kwaliteit van het gietwater verbeteren;
- 3 de bemesting aanpassen.

Elk van deze mogelijkheden wordt nu verder uitgewerkt.

---

## Het substraat aanpassen

Ieder substraat heeft zijn eigen kenmerken, en sommige kenmerken zijn van belang voor de pH-huishouding in het substraat. Steenwol bevat bijvoorbeeld kalksteen. Onder invloed van een zure oplossing lost steenwol op, er komt kalk vrij en de pH wordt verhoogd, dat wil zeggen: de voedingsvloeistof rondom de wortels wordt te basisch. De tuinder zal de voedingsvloeistof daarom wat aanzuren. Vooral als een steenwolmat nieuw is, kan dit effect optreden. Een ander teeltmedium, Oasis, heeft juist een sterk pH-verlagend effect, zeker in het begin. Het moet daarom eerst verzadigd worden met een basische oplossing voordat er planten in kunnen groeien. In hoofdstuk 1 werden reinigingsmethoden voor verschillende gietwatersoorten behandeld. Te zuur gietwater komt op streefwaarde door het te mengen met neutraal water en bronwater kan vermengd worden met drainwater.

## Bemesting aanpassen

In de kasteelt wordt meestal bemest met behulp van voedingsoplossingen. Hiertoe worden meststoffen opgelost in gietwater. Een voedingsoplossing bestaat bijna altijd uit verschillende meststoffen. Sommige meststoffen hebben een aanzurende werking, andere verlagen de pH. Door de samenstelling van de meststoffen te wijzigen, kan de kweker de voedingsoplossing basischer of zuurder maken.

Op deze manier kan de tuinder de pH van de voedingsoplossing aanpassen aan:

- het soort substraat dat hij gebruikt;
- het gietwater dat hij toevoert;
- de pH-meting die hij verricht;
- het analyserapport dat hij ontvangt.

En zo wordt de cirkel van meten en regelen gesloten.

## 2.5 Afsluiting

De zuurgraad van het wortelmilieu is van invloed op groei en productiviteit van de plant. Te zure omstandigheden zijn niet alleen rechtstreeks nadelig voor de plant, ze zorgen er ook voor dat de plant noodzakelijke voedingsstoffen niet kan opnemen. De zuurgraad wordt uitgedrukt in pH, een maat voor het aantal waterstof-ionen in een waterige oplossing. Een pH van 7 is zuur-neutraal. Onder pH-7 noemen we een oplossing zuur, boven pH-7 is een oplossing basisch. In de tuinbouwbedrijven wordt de pH frequent gemeten. Het regelen van de pH gebeurt door verdunnen met pH-neutraal water of door de bemesting meer basisch te maken.

---

## 3 De zoutconcentratie

### Oriëntatie

Met het gietwater en de voedingsoplossing worden ook zouten toegevoegd aan het wortelmilieu. De concentratie van die zouten heeft invloed op de groei van plant en vrucht.

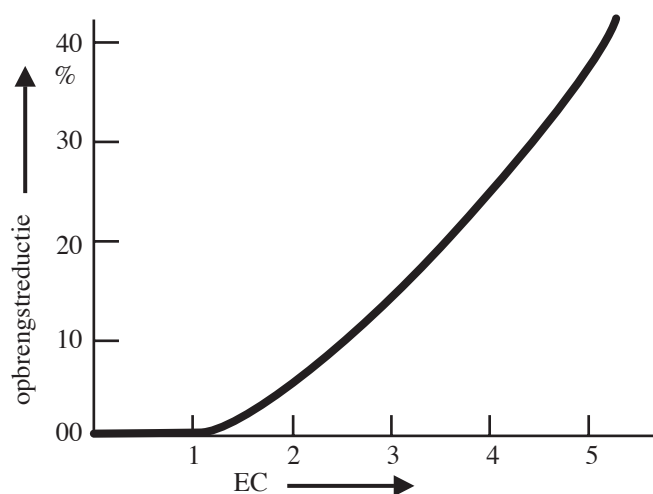
### Leerdoelen

Voor dit hoofdstuk zijn geen leerdoelen gedefinieerd.

### 3.1 Zoutconcentratie en gewasgroei

Iedere plant heeft zijn eigen gevoeligheid voor zoutconcentratie. Te hoge zoutconcentraties geven productieverlies; zoals uit de volgende grafiek af te leiden is. Een beperkt verhoogd zoutgehalte kan echter gunstige effecten hebben. Zo kan een boven-gemiddeld zoutgehalte een vruchtbaarder en steviger gewas geven. Verder verbetert bij sommige gewassen de vruchtkwaliteit.

**Fig. 3.1**  
Een hogere  
zoutconcentratie geeft  
opbrengstreductie.



Voor de snijbloemgewassen gaat deze kwaliteitsverbetering niet op. Vaak zien we een afname van de bloemgrootte of stengellengte bij stijgend zoutgehalte, terwijl het vaasleven niet duidelijk verbetert. Bij anjer en Anthurium bijvoorbeeld, nemen door een hogere zoutconcentratie het takgewicht en de taklengte af en bij Anthurium de diameter. Er treden echter bij anjer wel minder gescheurde bloemen op. Tuinders zullen dus proberen het zoutgehalte in het wortelmilieu zo nauwkeurig mogelijk te beheersen door meten en regelen.

## 3.2 Het meten van de zoutconcentratie

*geleidbaarheid* De zoutconcentratie van water of voedingsoplossingen wordt via een omweg gemeten, namelijk door na te gaan hoe goed de elektrische *geleidbaarheid* van de oplossing is. Als er meer zout-ionen in een vloeistof zitten, wordt elektrische stroom beter door die oplossing heengeleid. Zuiver gedistilleerd water geleidt geen stroom. Pas als er ionen van andere stoffen in oplossen, begint water stroom te geleiden.

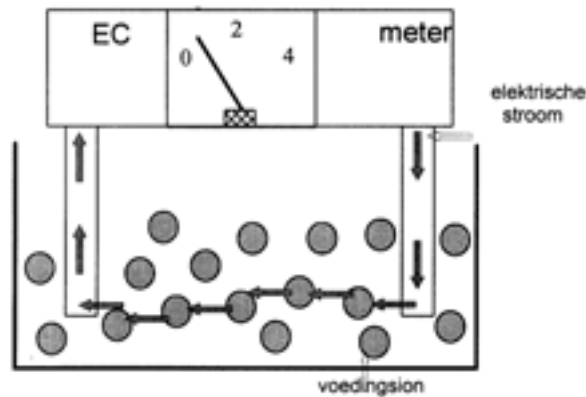
*EC-waarde* De elektrische geleidbaarheid wordt uitgedrukt in een *EC-waarde*. EC is de afkorting van Elektro conductiviteit (conductiviteit is geleidbaarheid). De EC-waarde geeft aan hoeveel opgeloste zouten in een bepaalde oplossing aanwezig zijn. Hoe meer zout-ionen in een vloeistof aanwezig zijn, hoe beter de elektrische geleidbaarheid en hoe hoger de EC-waarde.

EC = elektro-conductiviteit;  
conductiviteit = geleidbaarheid

De EC wordt weergegeven in milli-Siemens per cm (mS/cm) bij een temperatuur van 25°C. Gedistilleerd water bevat geen zout-ionen. De EC-waarde is dan 0 mS/cm bij 25 graden Celsius. Lossen we nu 1 gram kalisalpeter op in het gedistilleerde water, dan meten we een EC van 1,3 mS/cm. Dit is een tamelijk lage ionen-concentratie, dus lage geleidbaarheid. In figuur 3.3 meten we een veel hogere EC-waarde. Door de hoge ionen-concentratie kunnen de elektronen gemakkelijker door de vloeistof geleid worden, dus de geleidbaarheid neemt toe.

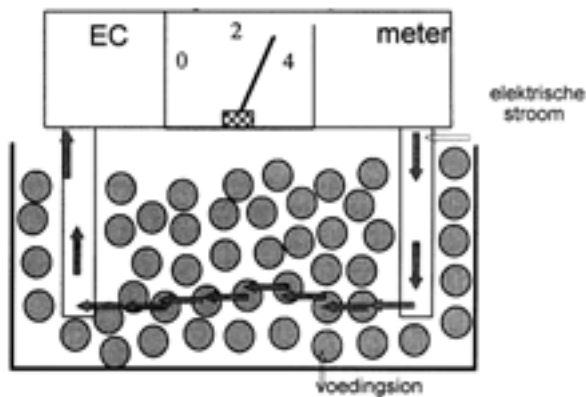
**Fig. 3.2**

Weinig opgeloste zout-ionen zorgen voor weinig geleiding, dus een lage EC-waarde.



**Fig. 3.3**

Veel opgeloste zout-ionen zorgen voor een betere geleidbaarheid, dus een hoge EC-waarde.



De EC-waarde zegt alleen iets over de hoeveelheid zout-ionen en niets over samenstelling van de oplossing. Twee oplossingen kunnen dezelfde EC hebben en toch heel andere soorten elementen bevatten. Zeewater heeft een hoge EC-waarde maar dat wordt hoofdzakelijk bepaald door de aanwezigheid van  $\text{Na}^+$  en  $\text{Cl}^-$ , die beide geen voedingsstoffen zijn.

Bij het meten van de zoutconcentratie moet de tuinder rekening houden met het gietwater en de voedingsoplossing in het wortelmilieu.

### EC-meting gietwater

De tuinder stelt de EC van het gietwater met de computer in. In de bemestingsunit zit een EC-meter die de ingestelde EC-waarde controleert. Wanneer de gecontroleerde waarde afwijkt van de ingestelde waarde, past de computer de dosering van meststoffen aan.

### EC-meting voedingsoplossing

De EC meting van de voedingsoplossing rond de wortels gaat ongeveer op dezelfde manier als het meten van de pH. Het verschil is echter, dat bij het meten van de EC alleen gedistilleerd water als oplosmiddel wordt gebruikt en geen kaliumchloride. Bij kunstmatige substraten neemt de tuinder een monster door met een spuit voedingswater op te zuigen bij de wortels. Belangrijk is dat er nauwkeurig wordt bemonsterd. Er kunnen zich grote verschillen voordoen in de verdeling van zouten in het substraat. Vooral tussen twee druppelplaatsen in kunnen de waarden erg hoog zijn. Deze beïnvloeden de EC van een gemengd monster vrij sterk. Voor bepaling van de EC is het daarom verstandig monsters op vaste plaatsen te nemen zodat er geen grote verschillen kunnen optreden.

Bij venige substraten wordt 150 ml gedistilleerd water aan 100 ml potgrond toegevoegd, zodat een waterige oplossing ontstaat. Na het schudden en filtreren van het mengsel wordt de EC bepaald.

Bij het meten van de EC-waarde van grond wordt 200 ml gedistilleerd toegevoegd aan 100 ml grond. Na het schudden en filtreren van het mengsel wordt de EC bepaald. In figuur 3.4 zie je het effect van het watergeefstelsel op de EC en pH.

**Fig. 3.4**

EC en pH van 10 cm hoge potkluit bij Poinsettis. Er is sprake van een hoge meststofdosering: in de voedingsoplossing is de  $EC = 1,8 \text{ mS/cm}$ . Concentraties in 1 : 1,5 volume-extract. De EC-waarden zijn uitgedrukt in  $\text{mS/cm}$ . e = eb/vloed watergeefstelsel; d = druppelbevloeiing (van bovenaf).

Hoogte potkluit in cm	pH		EC	
	e	d	e	d
8-10	5,1	4,9	6,5	1,9
6-8	6,1	5,6	1,8	1,0
4-6	7,0	5,7	1,4	1,0
2-4	6,7	5,9	1,4	1,0
0-2	5,9	6,3	2,0	1,3

### Streefwaarde voor EC

Voor een goede groei moet de concentratie aan voedingsionen binnen bepaalde waarden blijven. Elk gewas heeft zijn streefwaarde. Enkele voorbeelden:

- violier 0.75;
- fresia 0.8;
- roos 1.0;
- chrysan 0.8;
- komkommer 2.7;
- tomaat 3.7;
- stekgrond < 0.5;
- asplenium 0.41;
- ficus 0.88.

Voor alle gewassen is de EC-waarde in het wortelmilieu het uitgangspunt voor het regelen van de zoutconcentratie. Op basis van de gemeten EC in het substraat of de grond wordt de EC van de voedingsoplossing die moet worden gegeven aangepast. In het algemeen is de EC-waarde van het druppelwater lager dan de EC die wordt nagestreefd in de substraatmat. Dat komt omdat de voedingsoplossing in het substraat iets verdampst, waardoor het zoutgehalte toeneemt.

### 3.3 Het regelen van de zoutconcentratie

Nadat de kweker de EC zelf gemeten heeft of na ontvangst van de analyseresultaten van een monsteronderzoek, besluit de tuinder of hij de EC zal aanpassen. Hiervoor staan hem twee methoden ter beschikking: de EC van de voedingsoplossing veranderen of doorspoelen.

#### EC van de toegediende voedingsoplossing veranderen

Via de computer of op de bemestingsunit kan de tuinder een streefwaarde voor EC instellen. De regelsystemen zorgen er dan voor dat de EC-waarde van het gietwater waarin de meststoffen zijn opgelost verlaagd wordt. Dit heeft tot gevolg dat ook de EC van het wortelmilieu lager wordt. Het duurt even, voordat de aanpassing effect heeft. Het hangt dan van het toegepaste watersysteem af, hoe snel de aanpassing effect heeft.

In figuur 3.5 kun je zien wat het verband is tussen het EC-niveau in de voedingsoplossing en het resultaat daarvan in een steenwolmat.

**Fig. 3.5**  
*Het effect van een verhoging van de EC-waarde van de toegediende oplossing op de EC in de mat*

EC-niveau voedingsoplossing	EC in de steenwolmat
1.4 mS/cm	1.6 mS/cm
1.8 mS/cm	2.2 mS/cm
2.1 mS/cm	3.1 mS/cm
2.6 mS/cm	4.0 mS/cm

De EC-waarden in de mat zijn altijd hoger dan de EC-waarden in de voedingsoplossing. Een EC-verhoging van de voedingsoplossing met 2.6 mS/cm heeft navenant meer effect op de EC van de mat dan een verhoging met 1.4 mS/cm.

## Doorspoelen

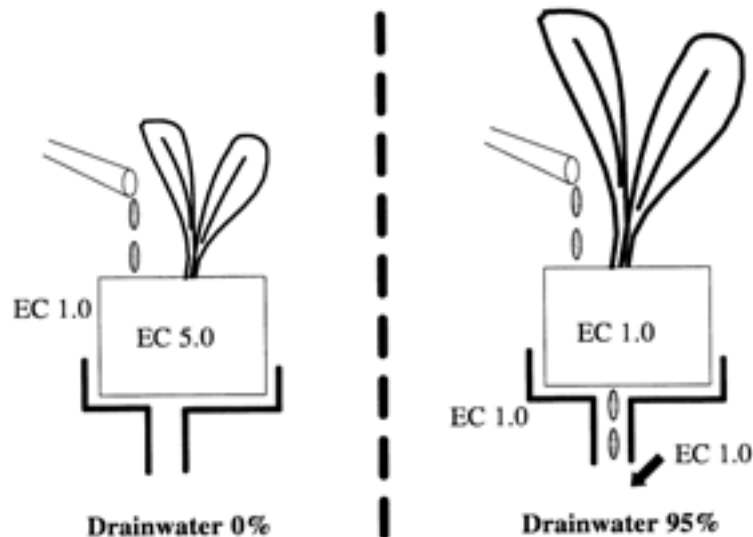
De hoeveelheid water die toegevoerd wordt aan planten heeft invloed op het zoutgehalte. Hoe meer water, hoe lager het zoutgehalte. Hiervan kunnen tuinders gebruik maken bij het regelen van de EC-waarde. In onderstaande figuren is het verschil tussen veel en weinig water geven afgebeeld in de praktijk van twee tuinders. Ze gebruiken allebei een druppelsysteem en dat gietwater geeft met een EC van 1.0 mS/cm.

Tuinder A geeft echter veel minder water dan tuinder B.

Tuinder A druppelt zo zuinig dat uit de pot met substraat geen drainwater komt. Al het opgeloste zout blijft in de pot. In de pot loopt de EC-waarde binnen de kortste keren op tot 5.0 mS/cm.

Tuinder B druppelt zeer royaal, zodat 95 % van de gedruppelde voedingsoplossing als drainwater terugkomt. Er hopen zich op deze manier geen zouten op in het substraat. De EC in de pot is het zelfde als van het druppelwater, namelijk 1.0 mS/cm.

**Fig. 3.6**  
Hoe hoger het  
drainpercentage hoe  
lager de EC in het  
substraat



Wat tuinder B doet is 'doorspoelen': meer water geven dan het gewas opneemt. Op deze wijze is het mogelijk een "verzoute" voedingsoplossing te vervangen door een minder zoute concentratie. Naarmate je meer doorspoelt, benadert de EC in het substraat de EC van de voedingsoplossing. Het teveel aan watertoevoer wordt uitgedrukt in een drainpercentage. Een drainpercentage van 30 wil zeggen: van elke 100 milliliter water die gegeven is, neemt de plant 70 milliliter op en 30 milliliter wordt uitgedraind en eventueel hergebruikt.

*EC-regeling*

Doorspoelen is dus een elegante vorm van *EC-regeling*. De tuinder maakt gebruik van natuurlijke middelen en het overblijvende water wordt later opnieuw gebruikt.

### 3.4 Het regelen van de groei door EC-manipulatie

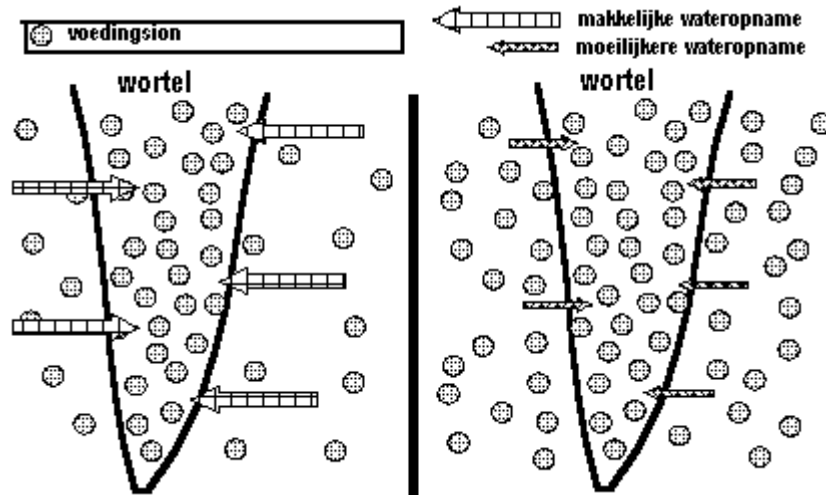
Planten staan met hun wortels in een teeltmedium. Dat teeltmedium kan zijn veen, klei, zand, steenwol, Oasis enz. Voor de plant is het van belang dat er voldoende lucht, water en voeding in het wortelmilieu aanwezig zijn.

Water komt door osmose de plant binnen. Bij een EC van 0 mS/cm in het wortelmilieu kan de plant zeer makkelijk water opnemen. Naarmate de EC in het wortelmilieu toeneemt, verloopt de wateropname steeds moeilijker.

Op deze manier kan een tuinder de groei van zijn gewas regelen. Verlaagt hij de EC-waarde, dan neemt de plant meer water en voedingsionen op en groeit de plant harder: het plantgewicht neemt toe. Verhoogt hij de EC, dan verloopt de wateropname trager, ontstaat er langzamere groei, maar wordt het gewas steviger. Door de EC te *manipuleren*, kan de tuinder kiezen tussen verhoging van kwaliteit en verhoging van gewicht van een teelt, totdat het juiste evenwicht tussen kwaliteit en gewicht bereikt is. De werking van de EC-waarde wordt getoond in figuur 3.7.

*manipuleren*

**Fig. 3.7**  
De invloed van de EC in het substraat op de wateropname van de wortels. Links: weinig zout-ionen in het substraat, dus groter verschil met de zoutconcentratie in de wortel, dus gemakkelijke wateropname. Rechts: hogere zoutconcentratie in het substraat, dus moeilijke wateropname.



Met figuur 3.7 in het achterhoofd, is nu goed te begrijpen hoe het regelen van de groei door middel van EC-variantie in zijn werk gaat.

Bij een lagere EC in het wortelmilieu geldt:

- wateropname gaat gemakkelijk;
- snellere groei;
- slap gewas.

Bij een hogere EC in het wortelmilieu geldt:

- wateropname verloopt trager;
- langzamere groei;
- stevig gewas.



---

## 3.5 Afsluiting

De invloed van het zoutgehalte op de plantengroei is wisselend. Hoge zoutconcentraties geven altijd productieverlies, maar kleine verhogingen kunnen in de groententeelt gebruikt worden om de stevigheid van het gewas te vergroten. De zoutconcentratie wordt uitgedrukt in een EC-waarde, een aanduiding voor de elektrische geleidbaarheid door een waterige oplossing. De elektrische geleidbaarheid is een aanduiding voor de concentratie zout-ionen in een waterige oplossing zoals de voedingsoplossing of het drainwater. Hoe hoger de EC-waarde, hoe hoger het zoutgehalte.

Voor het meten van het zoutgehalte van teeltgrond moet eerst een waterige oplossing worden gemaakt. Wijk de gemeten EC-waarde af van de streefwaarde van het gewas, dan wordt het zoutgehalte bijgesteld. Dat kan door de samenstelling van de voedingsoplossing te veranderen of door veel meer water toe te voegen dan de plant kan opnemen: doorspoelen.

De tuinder kan de groei van het gewas regelen door de EC-waarde te manipuleren. Hij streeft naar een juist evenwicht tussen gewicht en kwaliteit.

### Schoolopdracht 3.1 Zuurgraad

Geef antwoord op de beweringen over de zuurgraad.

- Is een oplossing met een pH 6 zuur of basisch of neutraal?
- Is een oplossing met een pH 5 zuurder of basischer dan oplossing met een pH 4?
- Is een oplossing met een pH 8 basischer of zuurder dan een oplossing met een pH 7?
- Als een zure oplossing verdund wordt met leidingwater zal de pH van de nieuwe oplossing hoger of lager zijn dan de uitgangsooplossing?

### Schoolopdracht 3.2 Invloed van pH op beschikbaarheid van elementen in het substraat

De pH heeft invloed op de beschikbaarheid van de elementen die in het substraat aanwezig zijn. Bij daling van de pH worden bepaalde elementen beter en andere elementen slechter opneembaar door de plant.

- De pH zakt van 6 naar 4.5. Welke elementen worden dan beter opneembaar voor de plant?
- De pH zakt van 6 naar 4.5. Welke elementen worden dan slechter opneembaar voor de plant?

### Schoolopdracht 3.3 Waar of niet waar?

Zijn de volgende beweringen waar of niet waar?

- Bij pH 4 zijn er 100 maal zoveel  $H^+$ -ionen in oplossing als bij pH 6.
- IJzermeststoffen zijn werkzaam bij elke pH-waarde.
- Bij antagonisme wordt door een overaanbod van een bepaald element een ander element onvoldoende opgenomen.
- De computer controleert de pH van het gietwater aan de hand van de ingestelde waarde.

### Schoolopdracht 3.4 pH-waarde meten

Je kunt alleen de pH meten wanneer je een waterige oplossing hebt. Is er geen waterige oplossing aanwezig is, dan moet je deze maken.

Neem het schema over en vul in.

In de tweede kolom vul je in, wat er toegevoegd moet worden om een waterige oplossing te krijgen. Kies uit: a. gedestilleerd water toevoegen; b. een KCl-oplossing toevoegen; c. drainwater toevoegen

In de derde kolom vul je het Symbol in waarmee de gemeten waarde wordt aangegeven. De gemeten pH-waarde wordt aangeduid met de symbolen  $pH_{\text{water}}$  of  $pH_{\text{KCl}}$ .

groeimedium	waterige oplossing	gemeten waarde
grond		
venige substraten		
kunstmatige substraten		

### Schoolopdracht 3.5 Bepaal de volgorde

De variatie in pH-streefwaarde is bij het ene groeimedium groter dan bij een ander. Als bij een groeimedium de streefwaarde ligt tussen 5 en 5.5, dan is de variatie 0.5. Neem de tabel over en noteer de volgende groeimediums in volgorde van kleine variatie naar grote variatie: kunstmatige substraten, venige substraten en grond. De bijbehorende streefwaarden zijn: 4.5-5.9, 5.3-6.0, 4.5-7.5.

groeimedium	streefwaarde	variatie
1		
2		
3		

### Schoolopdracht 3.6 Vul de ontbrekende woorden in

Hieronder vind je zinnen met ontbrekende woorden. Neem de zinnen over en maak ze volledig door te kiezen uit de volgende woorden:

hoeveelheid, membraan, lagere, luchtverontreiniging, bloemgrootte, bicarbonaat, vruchtbaarder, steellengte, zoutconcentratie, 40 liter, bekalkt, zuur, geleidbaarheid, voedingsoplossing, selecteren, gecontroleerde, ingestelde, gedestilleerd water, gefiltreerd, gelijk, hogere, steviger, samenstelling.

Sommige woorden kunnen meer keren gebruikt worden.

Veensubstraten worden ..... omdat ze te ..... zijn. Regenwater is in het algemeen vrij ....., dit komt door ..... Wanneer leidingwater ..... bevat is de pH aan de hoge kant.

De EC-waarde geeft de ..... van een voedingsoplossing aan. De EC-waarde zegt niets over de ..... van de voedingsoplossing. Een gunstig effect van een hogere EC is dat het gewas ..... en ..... wordt. Bij een stijgende EC kan bij bloemgewassen de ..... of ..... afnemen. Met de EC-waarde wordt de ..... van elektrische stroom door een ..... aangegeven. De tuinder stelt de EC-waarde in de computer in. Wanneer de ..... EC-waarde afwijkt van de ..... EC-waarde, past de computer de dosering meststoffen aan. Bij

---

venige substraten en grond wordt ..... aan potgrond of grond toegevoegd. Daarna wordt het geheel ..... waarna de EC bepaald kan worden. Snijbloemen en potplanten wensen in het algemeen een ..... EC en vruchtgroentengewassen wensen in het algemeen een ..... EC. De EC in het groeimedium kan veranderen door de EC van de ..... te veranderen of door de ..... druppelwater te verhogen of te verlagen. Door zeer veel water te geven in kunstmatige substraten is de EC van het gietwater ..... (aan) (dan) de EC in het wortelmilieu. Bij een ingesteld drainpercentage van 40% komt van elke 100 liter gegeven water ..... drainwater terug. Bij een ..... EC neemt een plant moeilijker water op, bij een ..... EC neemt een plant makkelijker water op. Voedingionen worden op een bepaalde manier door het ..... heen getransporteerd. Bij opname van voedingionen kan de wortel ..... zodat deze niet elke voedingion opneemt.

---

## 4 Meststoffen

### Oriëntatie

*organische meststoffen*  
*anorganische meststoffen*

Meststoffen leveren de mineralen die nodig zijn om de plant te voeden. Deze mineralen kunnen worden geleverd door *organische meststoffen* en *anorganische meststoffen*.

Organische meststoffen ontstaan uit dierlijk en plantaardig afval. Bij vertering levert dit afval mineralen die het gewas kan opnemen. Organische mest wordt vooral aangewend om de fysische eigenschappen van de bodem te verhogen, zoals de verhouding tussen lucht en water in de bodem.

Anorganische meststoffen zijn directe leveranciers van mineralen. Ze worden aangewend om planten langs directe weg te voorzien van voedingsstoffen. Deze groep meststoffen, meestal kunstmest genoemd, wordt in de substraatteelt toegepast. Zowel organische als anorganische meststoffen leveren hoofd- en spoorelementen. De meeste organische meststoffen bevatten zowel hoofd- als spoorelementen. Een tuinder die regelmatig organische mest gebruikt hoeft nauwelijks spoorelementen uit een andere bron aan te vullen. In het vervolg van dit hoofdstuk gaat het alleen over kunstmeststoffen.

### Leerdoelen

Voor dit hoofdstuk zijn geen leerdoelen gedefinieerd.

### 4.1 Kunstmeststoffen

*zouten* De meeste kunstmeststoffen zijn *zouten* of mengsels van zouten. Voor een deel worden ze in de vrije natuur aangetroffen. Na eventuele zuivering en/of vermaling, vinden sommige kunstmeststoffen direct hun weg naar de gebruiker. Andere kunstmeststoffen worden in de fabriek uit meer elementaire grondstoffen bereid. Er bestaan veel indelingen van kunstmeststoffen. Bij het indelen kom je begrippenparen tegen die toelichting nodig hebben.

#### Enkelvoudige en samengestelde meststoffen

*combinaties* Het eerste begrippenpaar is enkelvoudige tegenover samengestelde meststof. Enkelvoudige meststof bevat slechts een van de hoofdelementen, bijvoorbeeld calcium of kali. Samengestelde meststof bevat *combinaties* van twee of meer elementen. Vaak zijn dit de hoofdelementen N, P of K met soms als vierde magnesium. Soms zijn er spoorelementen toegevoegd.

#### Chloorarme en chloorhoudende meststoffen

Een tweede onderscheid is tussen chloorarme en chloorhoudende meststoffen. Chloor is al bij geringe hoeveelheden schadelijk voor planten, vandaar het belang van het

---

onderscheid. Delfstoffen waaruit kalium wordt gewonnen, bevatten chloor. Wanneer de meststof minder dan 2 % chloride bevat wordt zij als chloorarm aangemerkt, daarboven noemt men een stof chloorhoudend.

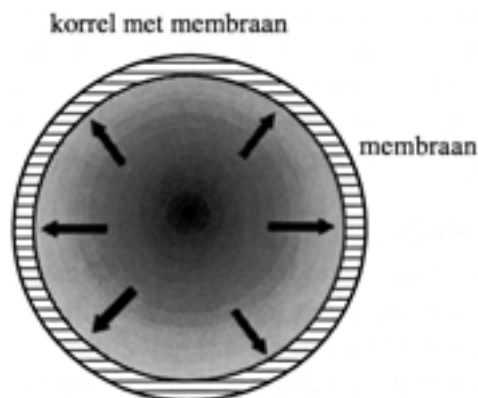
### Zure en basische meststoffen

Een derde indeling heeft te maken met de zuurgraad van de meststof. Zuurwerkende meststoffen zorgen ervoor dat de pH in het wortelmilieu naar beneden gaat, neutrale meststoffen hebben geen invloed op de pH en basische meststoffen verlagen de zuurgraad zodat de pH in het wortelmilieu omhoog gaat. Het onderscheid naar zuurgraad is van belang als tuinders de pH via hun bemesting willen bijregelen.

### Snelwerkende en langzaamwerkende meststoffen

Dan is er een onderscheid naar de snelheid waarmee een meststof werkzaam is. Snelwerkende meststoffen zijn meststoffen die snel oplossen in de grond. Hierdoor kunnen de planten de voedingselementen direct benutten. Langzaamwerkende meststoffen zijn vaste meststoffen die hun werking over een langere periode spreiden waardoor de plant de voeding over een langere tijd kan benutten. Er zijn meststoffen die langer dan 12 maanden werkzaam zijn. In de volgende tekening zie je een langzaam werkende meststof in korrelvorm. Om de korrel zit een membraan waardoor de voedingsionen langzaam naar buiten komen. Het duurt dan lang voordat de meststof 'uitgewerkt' is.

**Fig. 4.1**  
Een korrel van een samengestelde meststof, omgeven door een membraan. De voedingsionen treden geleidelijk aan naar buiten en komen over een langere periode ter beschikking voor de plantengroei.



### Leveringsvormen van kunstmest

Ook is een indeling mogelijk naar de vorm waarin de kunstmest geleverd wordt: korrel, kristal, poeder of vloeibaar. De kristalvorm is vergelijkbaar met de vorm van suiker: mest in kristalvorm lost gemakkelijk en volledig op in water. Op de verpakking van meststof die in vloeibare vorm wordt geleverd wordt het product aangeduid met de letters vlb erachter.

### Toedieningsvormen van kunstmest

Voor de praktijk is een indeling van meststoffen naar toedieningsvorm het meest van toepassing. Er zijn drie toepassingsvormen van kunstmest:

- 
- strooimeststoffen,
  - oplosmeststoffen,
  - vloeibare meststoffen.

### ***Strooimeststoffen***

Strooimeststoffen hebben meestal een korrelvorm omdat ze dan goed te strooien zijn. Dit strooien kan met de hand of met een kunstmeststrooier gebeuren. In de glastuinbouw worden strooimeststoffen vaak met de hand uitgestrooid. Strooimeststoffen kunnen ook worden toegevoegd aan potgrond.

### ***Oplosmeststoffen***

Oplosmeststoffen worden in korrel- kristal- of poedervorm geleverd. Deze meststoffen worden in bakken opgelost en vervolgens met het gietwater meegegeven. Belangrijk is dat deze meststoffen inderdaad volledig oplossen, anders treden verstoppingen van het watergeefstelsel op.

### ***Vloeibare meststoffen***

Vloeibare meststoffen worden geconcentreerd aangeleverd. Er zijn twee toedieningswijzen: direct injectie in het gietwater of eerst verdunnen in bakken voordat ze met het gietwater meegegeven worden.

## **De belangrijkste kenmerken van de drie soorten kunstmeststoffen**

### ***Strooimeststoffen***

- enkelvoudige
  - snelwerkend
  - langzaam werkend
- samengestelde
  - snelwerkend
  - langzaam werkend
- samengestelde + spoorelementen
  - snelwerkend
  - langzaam werkend

### ***Oplosmeststoffen***

- enkelvoudige
  - snelwerkend
- samengestelde
  - snelwerkend
- samengestelde + spoorelementen
  - snelwerkend
- spoorelementenmeststof
  - snelwerkend

### ***Vloeibare meststoffen***

- enkelvoudige
  - snelwerkend

- samengestelde
  - snelwerkend
- spoorelementen meststof
  - snelwerkend

Merk op dat alle toedieningsvormen zowel samengestelde als enkelvoudige uitvoeringen kunnen hebben. Alleen bij de strooimeststoffen komen ook langzaamwerkende meststoffen voor. Dat komt omdat deze toedieningsvorm in de vollegrondsteelt gebruikt wordt.

### Benamingen van meststoffen

Als kunstmest op een kwekerij arriveert, wil de tuinder graag weten, wat er in de zakken of tonnen zit. Dit is echter vaak niet snel te zien, want in Nederland worden voedingselementen verschillend beschreven. Eenzelfde hoeveelheid van het voedingselement fosfor kan verschillende benamingen hebben. Soms is op de verpakking aangegeven, hoeveel percent er van een hoofdelement in de meststof zit, bijvoorbeeld 80% N. Andere leveranciers noteren de meststof in oxiden, bijvoorbeeld 65% MgO. En de derde manier gaat uit van de hoeveelheid mol per kg van het voedingsion in de verpakking, bijvoorbeeld 20 mol/kg NO<sub>3</sub>. In figuur 4.2 staan enkele aanduidingsvormen van meststof naast elkaar. Het zijn allemaal manieren om de hoeveelheid van een bepaald element aan te geven. Al deze manieren kun je tegen komen op verpakkingen van kunstmest of in artikelen in vakbladen.

**Fig. 4.2**  
Verschillende  
benamingen van  
voedingselementen in  
meststoffen

	manier 1	manier 2	manier 3
element	% element	% oxyde	mol/kg van het voedingsion
Stifstof	% N		mol/kg NO <sub>3</sub> mol/kg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
Fosfor		% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	mol/kg H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>
Kalium		% K <sub>2</sub> O	mol/kg K <sub>+</sub>
Magnesium		% MgO	mol/kg Mg <sub>2+</sub>
Calcium		% CaO	mol/kg Ca <sub>2+</sub>
Zwavel		% SO <sub>3</sub>	mol/kg SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>

## 4.2 Samenstelling van kunstmeststoffen

We zullen nader ingaan op de samenstelling van de belangrijkste meststoffen, ingedeeld naar toedieningswijze:

- strooimeststoffen;
- oplosmeststoffen;
- vloeibare meststoffen.

## Strooimeststoffen

Zoals we hebben gezien, is strooikunstmest beschikbaar als enkelvoudige of als samengestelde meststof. Tuinders gebruiken enkelvoudige meststoffen als uit een grondonderzoek gebleken is dat de grond slechts behoefte heeft aan één hoofdelement. Samengestelde meststoffen worden gegeven om twee of meer van de elementen N, P, K en Mg toe te dienen. Naast enkelvoudige en samengestelde meststoffen worden ook nog kalkmeststoffen onderscheiden. Dit zijn in eigenlijke zin geen meststoffen. Ze worden niet toegepast om voedingsstoffen toe te voegen maar om de zuurgraad van de grond te verlagen. In figuur 4.3 zie je de belangrijkste enkelvoudige meststoffen.

**Fig. 4.3**  
Enkelvoudige  
strooimeststoffen met  
hun hoofdbestanddelen  
in gewichtsprocenten

	Hoofdbestanddelen in elementvorm in gewichtsprocenten					
	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	N	SO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Kalkammonsalpeter				27,0		
Magnesamon			7	22,0		
Patentkali	30		6,0		42,4	
Kieseriet			27		52,4	
Tripel superfosfaat						46
Superfosfaat					31,5	19

In kalkammonsalpeter zit als hoofdelement stikstof. Van iedere 100 kilo kalkammonsalpeter bestaan 27 kilo uit het hoofdelement stikstof. Magnesamon wordt aangeschaft als er zowel behoefte is aan magnesium als aan stikstof. Zo is bij iedere meststof te zien, welke elementen zij bevat in welke hoeveelheden. Enkelvoudige meststoffen kunnen dus meer dan één voedingselement leveren. De term 'enkelvoudig' slaat op de stof. Kalkammonsalpeter is een en dezelfde stof die echter bij oplossing in de bodem verschillende soorten voedingsionen voortbrengt.

Op dezelfde wijze geeft figuur 4.4 een overzicht van enkele samengestelde meststoffen. Dit zijn meststoffen die uit een vermenging van verschillende losse hoofdelementen bestaan. De N, de P, de K en de Mg worden op de verpakking altijd in dezelfde volgorde vermeld.

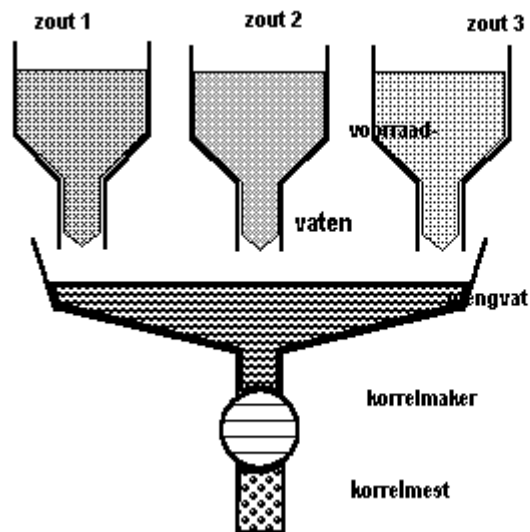
**Fig. 4.4**  
Samengestelde  
strooimeststoffen met  
hun hoofdbestanddelen  
in gewichtsprocenten

	% N	% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	% K <sub>2</sub> O	% MgO
N+P+K	12	10	18	
N+P+K	14	14	14	
N+P+K	7	14	28	
N+P+K+Mg	0	8	15	5
N+P+K	14	16	18	+ spoorelementen

Bij de fabricage van samengesteld strooikunstmest worden twee of drie voedingszouten volgens een bepaald recept gemengd en opgelost in water. Het vloeibare mengsel gaat vervolgens door een korrelmaker en wordt verpakt in korrelmest. In figuur 4.5 is dit procédé afgebeeld.



**Fig. 4.5**  
Schematische  
voorstelling van de  
fabricage van een  
samengestelde meststof.  
Duidelijk is te zien dat  
samengestelde  
meststoffen gemaakt  
worden door  
afzonderlijke  
hoofdelementen te  
vermengen volgens een  
bepaald recept.



Zoals gezegd dienen kalkmeststoffen gebruikt om de pH van grond of potgrond te verhogen. Dat doen ze door zuur te binden. Het zuur is dan niet meer vrij toegankelijk in het wortelmilieu. Daarom wordt de samenstelling van kalkmeststoffen uitgedrukt in zuurbindende waarde (ZBW), de mate waarin zuur door de kalkmeststof gebonden wordt. De ZBW van enkele kalkmeststoffen is:

- koolzure (landbouw)kalk ( $\text{CaCO}_3$ ): 53;
- landbouwpoederkalk ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ): 60.

### Oplosmeststoffen

Oplosmeststoffen worden geleverd als enkelvoudige, samengestelde en spoorelementmeststoffen. De spoorelementmeststoffen zijn bestemd voor de teelt in substraten.

#### A-bak en B-bak

De enkelvoudige meststoffen worden in het algemeen gebruikt door tuinders die hun voedingsoplossingen op het bedrijf zelf mengen met een zogenaamde A-bak en B-bak. Je ziet deze aanpak vooral in de groentenkweek. Verschillende enkelvoudige meststoffen worden in de A- of de B- bak gestort, opgelost in water, vermengd en tegelijk met het gietwater toegediend. Bij elke gietbeurt worden meststoffen meegegeven.

De samengestelde meststoffen worden vooral gebruikt op bedrijven waar men met slechts één bak voor het oplossen van meststoffen werkt. Je ziet dit nogal eens op bedrijven waar men perkplanten teelt. Voor iedere plantensoort wordt de bijpassende samengestelde meststof opgelost in water en vervolgens toegediend. Voeding wordt hier niet bij elke gietbeurt toegediend.

Bij de teelt in substraat is het toevoegen van spoorelementen noodzakelijk, zodat hiervoor afzonderlijke spoorelementmeststoffen bestaan. Zoals we eerder al zagen, hoeven bij teelten in grond vrijwel geen spoorelementen toegevoegd te worden.

We gaan nu verder in op de samenstelling van oplosmeststoffen van de drie genoemde soorten.

### Enkelvoudige oplosmeststoffen

Figuur 4.6 geeft een overzicht van enkelvoudige oplosmeststoffen met hun hoofdbestanddelen.

**Fig. 4.6**  
Enkelvoudige oplosmeststoffen met hun hoofdbestanddelen in gewichtsprocenten

	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	N	SO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Ureum				46,0		
Kalksalpeter		26,6		15,5		
Zwavelzure ammoniak				21,0	60,4	
Kalisulfaat	54,0				42,4	
Kalibicarbonaat	47,0					
Kalisalpeter	45,0			13,0		
Mono kalifosfaat	34,0					51,1
Mono ammoniumfosfaat				12,0		60,0
Bitterzout			16		32,5	

**Fig. 4.7**  
Merken van leveranciers en namen van meststoffen



### Samengestelde oplosmeststoffen

In figuur 4.8 zijn enkele samengestelde oplosmeststoffen vermeld met hun belangrijkste voedingsbestanddelen.

**Fig. 4.8**  
Samengestelde oplosmeststoffen met hun hoofdbestanddelen in gewichtsprocenten

	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO	
N+P+K+Mg	12	4	24	6	+ spoorelementen
N+P+K	19	6	6		
N+P+K+Mg	15	3	15	5	
N+P+K+Mg	12	36	12	3	

### Spoorelementmeststoffen

Ter afsluiting van deze behandeling van de oplosmeststoffen bespreken we het toepassen van spoorelementmeststoffen. In de teelt in substraat moeten spoorelementen toegevoegd worden aan de voedingsoplossing. Bekende toevoegingen aan spoorelementen zijn ijzer, borium, zink en koper. Ijzer wordt

toegevoegd in de vorm van ijzerchelaten, borium in de vorm van Borax en de andere spoorelementen in de vorm van sulfaten. Figuur 4.9 geeft een overzicht van de belangrijkste spoorelementmeststoffen met hun waardegevende bestanddelen.

**Fig. 4.9**  
Enkele belangrijke  
spoorelementmeststoffen

Naam	Waardegevende bestanddelen in %	Opmerkingen
Ijzerchelaat EDTA	Fe)	Werkzaam tot pH 6
Ijzerchelaat DTPA	Fe) 3 tot 13 <sup>1)</sup>	„ „ pH 7,5
Ijzerchelaat EDDHA	Fe)	„ „ pH 12
Borax	B 11	
Mangaansulfaat	Mn 32	
Zinksulfaat	Zn 3	
Kopersulfaat	Cu 25	
Natriummolybdaat	Mo 40	

1) Gehalte afhankelijk van soort en fabrikant

*overdosering* Bij het aanmaken van spoorelementenbemesting in de voorraadbak is enige voorzichtigheid geboden. Omdat er van spoorelementen maar weinig nodig is en sommige spoorelementen al vrij snel schade veroorzaken, is *overdosering* gauw bereikt. De schade door spoorelementen kan ernstiger zijn dan het vermeende gebrek. Zo kan door het toevoegen van spoorelementen overmaat aan Borax ontstaan. Door overvloedige bemesting met ijzerchelaten kan mangaangebrek opgewekt worden.

*chelaten* De meeste *chelaten* worden tegenwoordig in vloeibare vorm afgeleverd. Achter de naam staat dan vaak de afkorting vlb. Vrij grote hoeveelheden aan spoorelementen worden aan de grond toegevoegd bij gebruik van organische meststoffen zoals stalmest, kippenmest, champignonmest, enzovoort.

### Vloeibare meststoffen

*hoge investering* Vooral bij de teelt in substraat neemt de toepassing van vloeibare meststoffen sterk toe. Vloeibare kunstmest wordt in tonnen aangeleverd en gelijk geplaatst in de menginstallaties. Gebruik van vloeibare kunstmest betekent: geen gesjouw meer met zware zakken. Ook kan het bemestingsproces vergaand geautomatiseerd worden door gebruik van vloeibare kunstmest. Vloeibare kunstmest wordt automatisch aangelengd en ingespoten in het gietwater. Een nadeel van vloeibare kunstmest is de soms vrij *hoge investering* die moet worden gepleegd voor de opslag en de verwerking van het product.

Verschillende fabrikanten brengen een "totaalpakket" aan vloeibare meststoffen op de markt. We spreken hier van een "totaalpakket", omdat per fabrikant meerdere afzonderlijke vloeistoffen worden gemaakt die op een bepaalde manier met elkaar gecombineerd moeten worden om de gewenste voedingsoplossing te leveren. Vloeibare meststoffen worden meestal aangeduid door achter de meststofnaam vlb (= vloeibaar) te plaatsen, bijvoorbeeld ammoniumnitraat vlb. De hoeveelheid vloeistof (= meststof) die gebruikt moet worden, is meestal opgegeven in kg en liter vloeistof. Enkele bekende fabrikanten van vloeibare meststoffen zijn Substrafeed, Fertigro, Biofeed en Van Ieperen. In figuur 4.10 is een deel van het pakket vloeibare meststoffen van de firma Van Ieperen weergegeven.

**Fig. 4.10**  
 Waardegevende  
 bestanddelen in mol/kg  
 van enkele vloeibare  
 meststoffen

Naam	NH <sub>4</sub>	K	Ca	Mg	NO <sub>3</sub>	S	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	base	zuur
Calcium nitraat			3,12		6,24				
Magnesium sulfaat				2,02		2,02			
Magnesium nitraat				2,50	5,00				
Ammonium nitraat	6,43				6,43				
Kaliloog/ kalicarbonaat		8,85						8,85	
Zwavelzuur							4,50		9,00
Salpeterzuur					6,03				
Fosforzuur						6,02		6,02	

Vloeibare meststoffen zijn meestal sterk zure of sterk basische vloeistoffen. Bij de opslag en de verwerking van deze stoffen moet hier terdege rekening mee worden gehouden. Ze hebben een agressieve werking bij contact met zowel mens als materiaal.

Bij de meeste vloeibare meststofpakketten bevat de uiteindelijke voedingsoplossing meestal wat minder natrium (Na) dan de voedingsoplossing die uit "vaste" meststoffen wordt bereid: 0.1 a 0.2 mmol. Bij gebruik in recirculatiesystemen is dit een voordeel omdat het Na zich ophoopt in de drainvloeistof.

### 4.3 Afsluiting

Er zijn organische meststoffen en (anorganische) kunstmeststoffen. Alleen de kunstmeststoffen zijn besproken. Er zijn enkelvoudige en samengestelde kunstmeststoffen. Enkelvoudige meststoffen leveren slechts één hoofdelement, samengestelde meststoffen zijn combinaties van hoofdelementen.

Naar gebruiksvorm zijn strooi-, oplos- en vloeibare meststoffen te onderscheiden. Strooimeststoffen, in de vorm van korrels of poeder, worden in de teelt op kasgrond gebruikt. Oplosmeststoffen, eveneens in de vorm van korrel of poeder, worden in voedingsbakken opgelost in water en met het gietwater meegezogen naar de plant. Vloeibare meststoffen worden vaak rechtstreeks in kleine hoeveelheden in het gietwater geïnjecteerd.

---

## 5 Toediening van meststoffen

### Oriëntatie

In de voorgaande paragrafen heb je allerlei meststoffen met hun kenmerken leren kennen. In deze paragraaf kijken we naar het toepassen van die kennis in de praktijk aan de hand van drie vragen:

- aan welke eisen moeten meststoffen voldoen die de kweker aanschaft?
- hoe kan een tuinder voorraad vormen en voorraadoplossingen maken?
- op welke manier wordt de voedingsoplossing toegediend?

Eigenlijk komen dus de drie fasen bij bemesting aan de orde: aanschaf, opslag in voorraad en toediening.

### Leerdoelen

Voor dit hoofdstuk zijn geen leerdoelen gedefinieerd.

### 5.1 Eisen

De eisen die aan meststof gesteld moeten worden, zijn afhankelijk van de manier waarop zij worden toegediend. Kunstmeststoffen kunnen op drie manieren worden toegediend.

#### Strooien

Bij de teelt in de grond wordt nog gebruik gemaakt van strooimeststoffen. Vaak hebben deze meststoffen een korrelvorm. Strooimeststoffen moeten aan zeer verschillende eisen kunnen voldoen. Bij sommige teelten moet de meststof snel oplossen in de grond zodat het gewas de meststof snel kan opnemen. Bij andere teelten moet de meststof juist geleidelijk oplossen zodat het gewas de voedingsstoffen over een langere tijd kan opnemen. Al naar gelang zijn gewaskeuze zal de tuinder dus een snelle of een langzaamwerkende strooimest kiezen.

#### Toevoegen

In de potgrondteelt maken kwekers een potgrondmengsel. Kunstmeststoffen worden dan tijdens het maken van een potgrondmengsel toegevoegd. De vorm waarin deze meststoffen worden toegediend zijn: poeder (kalkmeststoffen) en korrel. In de potplantenteelt gebruikt men vaak meststoffen waarbij de voedingsstoffen geleidelijk vrijkomen zodat men de plant niet vaak hoeft bij te mesten.

---

## Toedienen via het gietwater

Dit geldt voor vaste en vloeibare meststoffen.

Vaste meststoffen worden aangeleverd in de vorm van korrel of kristal. Wanneer men vaste kunstmest met het gietwater wil toedienen, moeten deze meststoffen eerst worden opgelost in water. Oplosbaarheid is dus een belangrijke eis. Als vaste kunstmest onvoldoende opgelost is, zal het watergeefstelsel verstoppen. Bovendien kunnen onopgeloste zouten bij het beregenen het gewas vervuilen.

Is de oplosbaarheid slecht, dan verdient de poedervorm de voorkeur. De goed oplosbare vormen worden meestal in kristal- of korrelvorm (gegranuleerd) of vloeibaar geleverd. Sommige gekorrelde meststoffen worden soms van een wasachtig omhulsel voorzien om vervloeiing of hard worden te voorkomen. Dit geldt vooral voor de hygroscopische stoffen die vocht uit de lucht opnemen.

Vloeibare meststoffen worden in sterk geconcentreerde vorm aangeleverd. Voor het toedienen moeten ze eerst gemengd worden met water.

## Oplosbaarheid in de substraatteelt

De meststoffen die gebruikt worden bij substraatteelten moeten goed oplosbaar zijn. Zouten die niet oplossen, kunnen ook niet in ionen splitsen en kunnen dus niet bijdragen aan de voeding van de plant. Meststoffen voor teelt op substraat moeten restloos oplosbaar zijn. Alleen dan zijn ze vrij van schadelijke of onnodige vulstoffen. Deze vulstoffen kunnen er bovendien voor zorgen dat leidingen verstopt raken. Oplosbaarheid is een rekbaar begrip. Sommige meststoffen zijn in geconcentreerde vorm slecht oplosbaar, terwijl hun oplosbaarheid in verdunde vorm vaak mee valt. De meststoffen-industrie bewerkt de kunstmest zodanig dat de oplosbaarheid beter wordt. Meststoffen die geschikt zijn voor gebruik in kasgrond zijn echter niet zonder meer geschikt voor gebruik bij teelten op substraat. Een voorbeeld. Ruw fosfaat,  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ , is slecht oplosbaar en dus ongeschikt als meststof. In de meststoffen-industrie maakt men uit ruw fosfaat onder andere tripelsuperfosfaat,  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ . Voor teelten op substraat is tripelsuperfosfaat nog steeds te slecht oplosbaar. Hier wordt liever monokaliumfosfaat,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ , gebruikt als meststof.

*vuistregels* Er zijn eenvoudige *vuistregels* om meststoffen te beoordelen op hun geschiktheid voor teelten op substraat:

- Alle nitraten zijn goed oplosbaar.
- Alle chloriden zijn goed oplosbaar.
- Alle sulfaten, behalve  $\text{CaSO}_4$  en  $\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  (kieseriet), zijn goed oplosbaar.
- Alle natrium-, kalium- en ammonium-zouten zijn goed oplosbaar.
- De overige zouten zijn slecht oplosbaar.

Tuinders op substraat hebben steun aan deze regels bij het kiezen van geschikte meststof voor hun teeltmedium.

## 5.2 Voorraadvorming

De tuinder heeft een voorraad van de verschillende meststoffen. Deze voorraad kan bestaan uit:

- zakken met vaste meststoffen (25 kg);

- 
- jerrycans met vloeibare meststoffen ( 20 l);
  - vaten met vloeibare meststoffen (500 - 2000 l).

Kunstmeststoffen moeten in vochtvrije ruimten worden bewaard. De meeste vloeibare vormen dienen vorstvrij, boven circa 5° C, te worden opgeslagen.

Met deze aangeleverde meststoffen maakt de tuinder voorraadoplossingen voor de gewassen die hij teelt. De voorraadvorming kan handmatig, maar ook mechanisch aangemaakt worden.

### **Voorraadoplossing handmatig maken**

Met de meststoffen uit de zakken en jerrycans maakt de tuinder volgens een recept handmatig een voorraadoplossing aan.

Bij de meeste bedrijven gebeurt dit met behulp van twee voedingsbakken, de A- en B-bak, elk 1 m<sup>3</sup> groot. In elke bak wordt een hoeveelheid meststof opgelost in water. Zo ontstaat in de bakken een voorraadoplossing. Iedere bak is gereserveerd voor

*afpraak* bepaalde soorten meststoffen. De *afpraak* is:

- Bak A bevat altijd de Ca<sup>2+</sup> zouten en het ijzerchelaat.
- Bak B bevat altijd de sulfaten en fosfaten.

De achtergrond van deze afspraak is, dat Ca<sup>2+</sup> en SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> in geconcentreerde vorm met elkaar gaan reageren en neerslag gaan vormen van gips (CaSO<sub>4</sub>). In sterk verdunde oplossingen, als er betrekkelijk weinig Ca<sup>2+</sup> en SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> -ionen in de vloeistof aanwezig zijn, is dit geen probleem. Maar in geconcentreerde vorm moeten de Ca<sup>2+</sup>-ionen apart houden worden van de SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-ionen en ook van H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup> om gipsneerslag en verstopping te voorkomen. Na menging met water worden dan alle ionen in verdunde vorm bij elkaar gebracht en vormen ze de voedingsstof die naar de plant gaat.

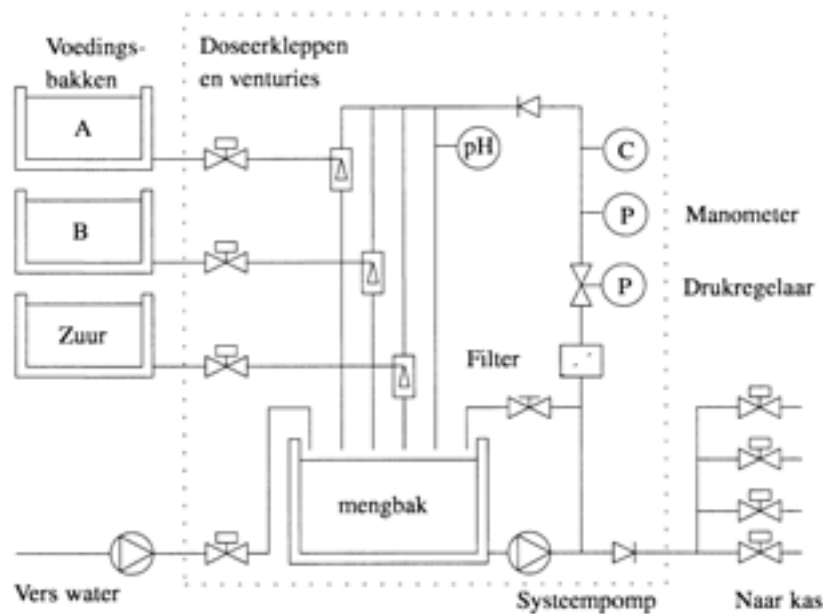
Er zijn twee mogelijkheden om de voedingsoplossingen in voorraad te houden:

- 1 in geconcentreerde vorm;
- 2 door te verdunnen tot een kant-en-klare voedingsstof.

De geconcentreerde vorm wordt in de praktijk het meest toegepast. Hierbij blijven de voorraadoplossingen in de A- en B-bak. Op het moment dat bemesting nodig is, wordt uit de bakken wat oplossing onttrokken en toegevoegd aan het gietwater. Het aantal kg meststof dat in beide bakken is opgelost, wordt zoveel mogelijk gelijk gehouden door middel van KNO<sub>3</sub>, zowel in bak A als in bak B. Dit is handig, omdat zodoende bak A en bak B in een gelijk tempo worden leeggezogen.

In figuur 5.1, de principe-tekening van een bemestingsunit, is dit proces afgebeeld.

**Fig. 5.1**  
 Bemestingsunit met A-bak, B-bak, zuurbak en mengbak. In de A-bak komen altijd de Ca<sup>2+</sup>-zouten en het ijzerchelaat. Sulfaten en fosfaten moeten gescheiden blijven van de Ca<sup>2+</sup>-zouten en komen daarom in de B-bak.



Uit de vaten wordt met behulp van pompjes mechanisch de benodigde hoeveelheid meststof gepompt en naar de bestemde plaats vervoerd. Vloeibare meststof kan ook direct in het gietwater worden geïnjecteerd.

Je ziet in figuur 5.1 dat er onder de voedingsbakken A en B een zuurbak aanwezig is in de bemestingsunit. Op veel bedrijven komen we naast voedingsbakken ook een zuurbak en basebak tegen. Hiermee kan de pH van de voedingsoplossing sneller en nauwkeuriger worden bijgesteld gedurende de teelt. Dit is vooral van belang voor tuinders die verschillende soorten gietwater gebruiken.

### Voorraadoplossing mechanisch

Tot zover werd de handmatige voorraadproductie besproken. Rest ons nu nog om de kijken naar de mechanische voorraadvorming. Uit de vaten worden met pompjes de benodigde hoeveelheden meststof gepompt en naar de bestemde plaats gevoerd. Dit kan de A- of B-bak zijn, maar de meststof kan ook direct in het gietwater worden geïnjecteerd. In de volgende paragraaf wordt de directe injectie van meststoffen besproken.

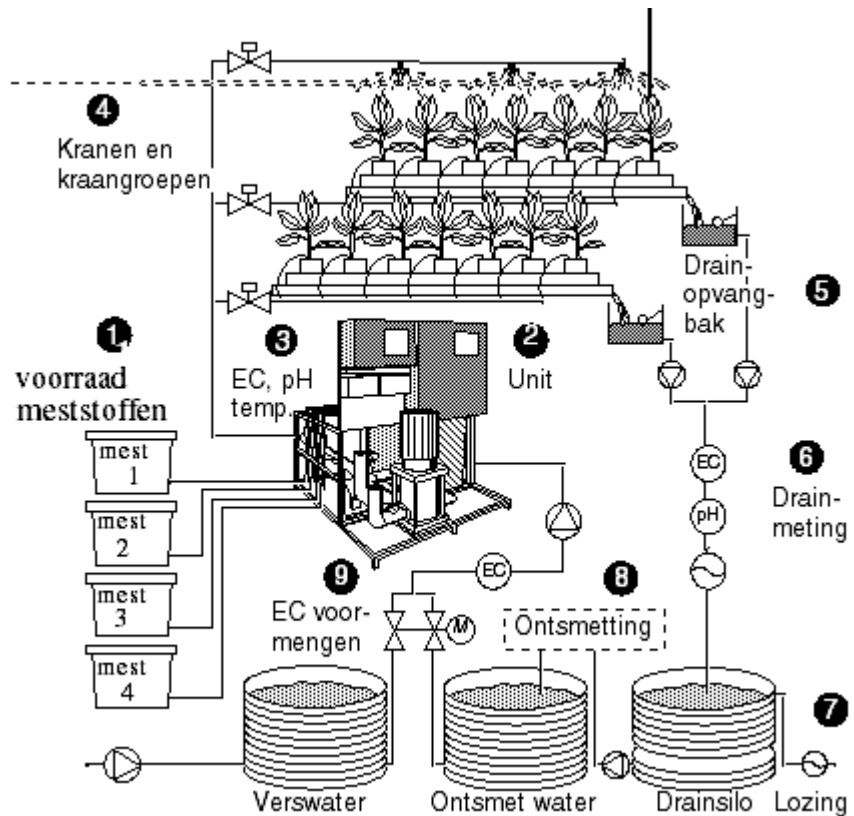
## 5.3 Toediening door directe injectie

Je kunt voedingsstoffen samen met het gietwater tot bij het wortelmilieu brengen (zie hoofdstuk 4). In steeds meer bedrijven wordt de voedingsstof direct vanuit het voorraadvat in het gietwater gespoten. Bij deze methode wordt er dus geen voorraadoplossing gemaakt. Door technische aanpassingen ontstaat er geen neerslag op het punt waar de meststoffen worden geïnjecteerd. Dergelijke directe injectie is meestal een onderdeel van het recirculatiesysteem.

Figuur 5.2 brengt het directe injectiesysteem in beeld als onderdeel van een compleet recirculatiesysteem.



**Fig. 5.2**  
Direct injectiesysteem als onderdeel van het recirculatiesysteem



### De stappen in het direct injectie-systeem

We zullen de stappen in het proces beschrijven aan de hand van de nummers in het recirculatiesysteem in figuur 5.2.

#### Stap 1

Vanuit de voorraadvaten (1) worden de geconcentreerde meststoffen volgens een recept met kleine hoeveelheden uit de vaten gezogen. In injectie-unit (2) worden ze in het gietwater geïnjecteerd. In de unit wordt de pH en de EC gecontroleerd en eventueel bijgestuurd (3).

#### Stap 2

Via kranen (4) in de kas wordt het gietwater met de meststoffen bij de planten gebracht.

#### Stap 3

Het drainwater wordt opgevangen (5) en gemeten op EC en pH. (6). Deze meting bepaalt of er meer of minder gietwater gegeven moet worden. Als het drainwater hoge gehalten aan natrium en chloor bevat, kan de tuinder beslissen het drainwater te lozen op de riolering (7).

#### Stap 4

Nadat het drainwater ontsmet is (8), wordt het in een bepaalde verhouding gemengd met verswater (9). Dit verse water zorgt ervoor dat de EC sterk zakt. Na menging

---

gaat het water naar de bemestingsunit, waar het weer aangevuld wordt met meststoffen. En zo is de cirkel weer rond.

## 5.4 Afsluiting

Strooi- en oplosmeststoffen moeten goed oplosbaar zijn. Voor strooimeststoffen is dat van belang in verband met de snelle toevoer van voedingsstoffen naar het wortelmilieu, oplosmeststoffen moeten geheel oplosbaar zijn om verstopping van de watergeefinstallatie te voorkomen. Tuinders willen een voorraad hebben van voedingsoplossing. Ze maken deze door vaste meststof met water op te lossen in de voedingsbakken A en B. In de A-bak komen altijd de  $\text{Ca}^{2+}$ -zouten en het ijzerchelaat, in bak B altijd de sulfaten en fosfaten. Deze scheiding is nodig om neerslag te voorkomen. Kwekers die een direct injectiesysteem gebruiken, hoeven geen voorraadoplossingen aan te maken. Hier regelt de computer, dat uit vaten vloeibare meststof de juiste voedingsstoffen ingespoten worden in het gietwater.

### Schoolopdracht 5.1 Waar of niet waar?

Zijn de volgende beweringen waar of niet waar?

- Bij vertering van organische mest komen er geen mineralen vrij.
- Door gebruik van organische mest worden de fysische eigenschappen van de grond verbeterd.
- Wanneer een kunstmeststof N en Ca bevat, hebben we te maken met een samengestelde meststof.
- Een chloorarme kalimeststof bevat geen chloor.
- Het teeltmedium wordt zuurder bij gebruik van een zuurwerkende meststof.

### Schoolopdracht 5.2 Kenmerken van strooimeststoffen

Noem de drie soorten strooimeststoffen met al hun kenmerken.

### Schoolopdracht 5.3 Hoeveel kg N?

Je strooit 100 kg kalkammonsalpeter. Hoeveel kilogram N geef je dan?

### Schoolopdracht 5.4 Hoeveel magnesamon?

- In een bemestingsadvies staat dat je 110 kg N per ha moet strooien. Je gebruikt hiervoor magnesamon. Hoeveel magnesamon moet je strooien?
- Deze magnesamon levert ook magnesium. Hoeveel kilo MgO levert deze hoeveelheid meststof?

### Schoolopdracht 5.5 Wat betekent dit?

Op een verpakking van een samengestelde meststof staat 14+0+18+8. Wat betekenen deze getallen?

### Schoolopdracht 5.6 Waar of niet waar?

Zijn de volgende beweringen waar of niet waar?

- Kalkmeststoffen worden gebruikt om de pH van de grond te verhogen.
- Kalkmeststoffen worden gebruikt om de zuurgraad te verlagen.
- Z.B.W. betekent zuur bindend water.

---

**Schoolopdracht 5.7 Vul in**

Wanneer worden strooi-, oplos, vloeibare en spoorelementenmeststoffen gebruikt?  
Neem de tabel over en vul in.

	volle grond	kunstmatig substraat	potgrond	A- of B-bak	voor injectie	voor beïnvloeding zuurgraad	geleverd in zakken	vloeibaar geleverd
strooi								
oplos								
vloei								
spoor								

**Schoolopdracht 5.8 IJzerchelaat**

Niet elk ijzerchelaat is werkzaam bij elk pH.

- Welk ijzerchelaat is werkzaam tot pH 12?
- Welk ijzerchelaat is werkzaam tot pH 7,5?
- Welk ijzerchelaat is werkzaam tot pH 6?

**Schoolopdracht 5.9 Toedienen van meststoffen**

Meststoffen kunnen op vier manieren worden toegediend: toevoegen, strooien, mengen en oplossen.

- Welke manier kun je gebruiken in de vollegrond?
- Welke manier wordt gebruikt in bedrijven die potgrond maken?
- Welke manier wordt gebruikt in bedrijven die kunstmest vanuit zakken in bakken doen?
- Welke meststof wordt in vaten bewaard?

**Schoolopdracht 5.10 Waar of niet waar?**

Zijn de volgende beweringen waar of niet waar?

- Zouten die niet in ionen splitsen kunnen niet bijdragen aan de voeding van de plant.
- Vulstoffen in meststoffen zorgen ervoor dat leidingen verstopt raken.
- In het algemeen zijn geconcentreerde meststoffen beter oplosbaar dan meststoffen in verdunde vorm.
- De kunstmest-industrie kan de oplosbaarheid in zouten verbeteren.

**Schoolopdracht 5.11 Oplosbaarheid**

Bepaal met behulp van oplosbaarheidsregels of de zouten goed of slecht oplosbaar zijn. Neem de tabel over en zet een kruisje in het vakje van jouw keuze.

meststof	formule	goed oplosbaar	slecht oplosbaar
kalkammonsalpeter	$\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{CaCO}_3$		
kali-60	KCl		
superfosfaat	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$		
kalksalpeter	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$		
kalisulfaat	$\text{K}_2\text{SO}_4$		
monokalifosfaat	$\text{KH}_2\text{PO}_4$		
kieseriet	$\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$		

### Schoolopdracht 5.12 Welke bak?

Je moet de volgende meststoffen verdelen over de A-bak, de B-bak en de 'maakt niet uit'-bak.

kalksalpeter, kalisalpeter, ammoniumnitraat, monokalifosfaat, kaliloog (KOH), bitterzout en salpeterzuur ( $\text{HNO}_3$ ).

- Welke stoffen horen in de A-bak?
- Welke stoffen horen in de B-bak?
- Welke stoffen kunnen zowel in de A- als de B-bak?

## 6 Voedingsschema's

### Oriëntatie

Tuinders maken de voedingsschema's klaar volgens een recept, gebaseerd op een standaardvoedingsooplossing. We bespreken in deze paragraaf wat een standaardvoedingsooplossing is. Verder leer je, hoe je bij een voedingsschema kunt berekenen hoeveel kilo meststof er nodig is om dat voedingsschema toe te kunnen dienen. Tenslotte laten we zien dat ook de samenstelling van het uitgangswater invloed heeft op de voedingsooplossing.

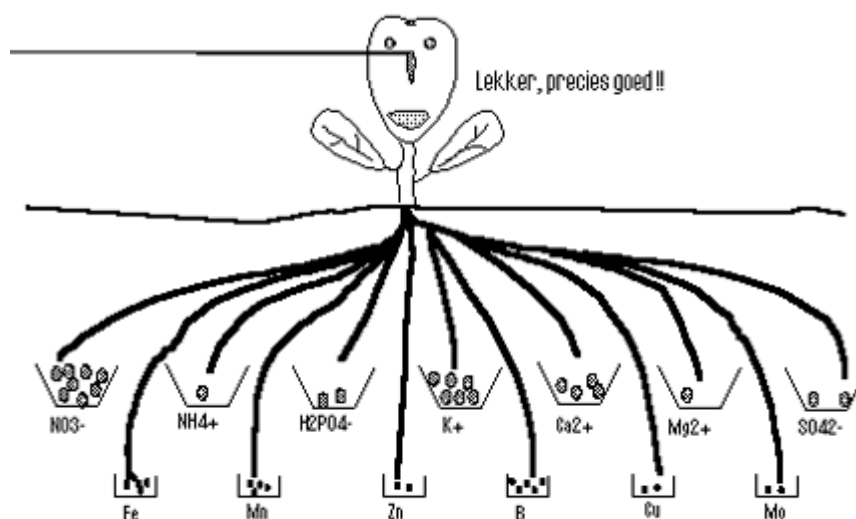
### Leerdoelen

Voor dit hoofdstuk zijn geen leerdoelen gedefinieerd.

### 6.1 De standaardvoedingsooplossing

Door onderzoek en jarenlange ervaring weten we vrij goed welke voedingsstoffen een bepaald gewas nodig heeft en in welke verhouding de planten de voedingsstoffen opnemen. Ook is bekend dat de onderlinge verhouding tussen voedingsstoffen varieert naar groeifase. Kortom, we weten welk 'diner' elke plant op een gegeven moment nodig heeft. Figuur 6.1 brengt dit in beeld.

**Fig. 6.1**  
De plant wenst een uitgekiend diner van hoofdelementen en spoorelementen. Dit is de standaardvoedingsooplossing, met variaties naar ontwikkelingsfase.



Het "uitgekiende diner" voor een gewas noemt men een

standaardvoedingsoplossing

Ter herinnering: 1 millimol = 1000 micromol.

standaardvoedingsoplossing. Zo'n *standaardvoedingsoplossing* wordt uitgedrukt in millimol per liter gietwater (druppelwater) voor de hoofdelementen en in micromol per liter voor de sporelementen.

Figuur 6.2 geeft een voorbeeld van de standaardvoedingsoplossing voor een bepaalde plant zoals die bij de plant wordt gedruppeld.

**Fig. 6.2**

Voorbeeld van een standaardvoedingsoplossing

**Hoofdelementen in millimol/l**

$\text{NO}_3^-$	$\text{NH}_4^+$	$\text{N}_2\text{PO}_4^-$	$\text{K}^+$	$\text{Ca}^{2+}$	$\text{Mg}^{2+}$	$\text{SO}_4^{2-}$
10.75	1.0	1.25	6.5	2.75	1.0	1.5

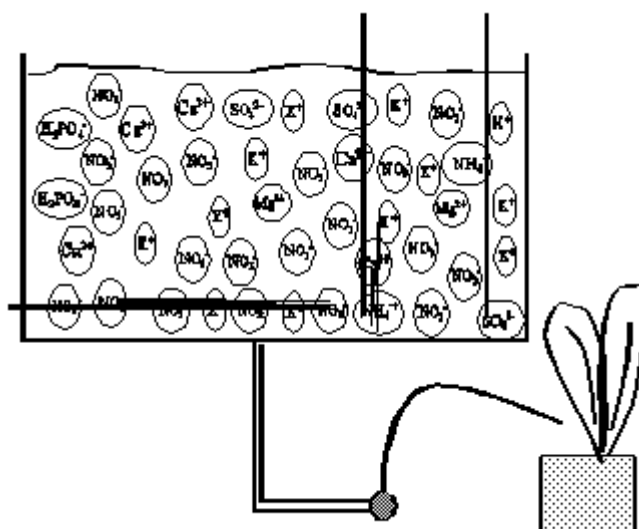
**Spoorelementen in micromol/l**

Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
15	10	4	20	0.75	0.5

Als we in het vervolg standaardoplossingen geven, vermelden we alleen de hoofdelementen. De sporelementen-behoefte is voor de meeste planten ongeveer hetzelfde.

**Fig. 6.3**

Een standaardvoedingsoplossing zoals deze bij de plant gedruppeld gaat worden



Per ontwikkelingsfase van de plant: vegetatief, bloei, vruchtdracht varieert de standaardvoedingsoplossing enigszins. Zoals we eerder zagen, varieert de voedingsbehoefte van planten per groeifase. Figuur 6.4 geeft een voorbeeld van zo'n aanpassing van het standaardvoedingschema tijdens de teelt van tomaat. Eerst wordt de standaardvoedingsoplossing vermeld, daarna de aanpassingen vanaf de bloei van de eerste bloem van de derde tros. We zien wijzigingen bij kali, calcium en magnesium. De onderste regel geeft de standaardvoedingsoplossing na aanpassing.

**Fig. 6.4**  
Aanpassing van  
standaardvoedingssche-  
ma

Hoofdelementen in millimol/l							
standaard	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	N <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
	10.75	1.0	1.25	6.5	2.75	1.0	1.5
aanpassing				+1.0	-0.25	-0.25	
	10.75	1.0	1.25	7.5	2.50	0.75	1.5

We zien dat de plant in dit groeistadium meer K<sup>+</sup> wenst, maar minder Ca<sup>2+</sup> en Mg<sup>2+</sup>.

## 6.2 Van mmol/l naar kg meststof: voedingsschema's berekenen

Tuinder van Dijk teelt 12.500 m<sup>2</sup> paprika. Hij kent de standaardvoedingsooplossing van paprika en werkt met een A- en B-bak. Hoe weet hij nu, hoeveel kilogram meststof in de A- en B-bak opgelost moeten worden?

Met dit probleem gaan we ons deze paragraaf bezighouden. In bedrijven die vloeibare meststoffen rechtstreeks in het gietwater injecteren, doet dit probleem zich niet voor. De kweker voert de gewenste voedingsoplossing in de computer in. De computer stuurt deze gegevens naar het injectie-apparaat dat zorgt voor de juiste dosering in het gietwater. Tuinders met A- en B-bak moeten de standaardvoedingsooplossing omrekenen in hoeveelheden meststof. In deze paragraaf ga je leren, hoe je mmol/l voedingsoplossing omrekent naar kilogrammen kunstmest.

### Gegevens

Om dit te kunnen doen, moet je over enkele gegevens beschikken.

- 1 De voedingsionen die elke meststof levert. De meststof kaliumsulfaat (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) levert bijvoorbeeld de voedingsionen K<sup>+</sup> en SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>.
- 2 Het molgewicht van de meststof, hoeveel gram weegt 1 mol van die meststof. Het molgewicht van kaliumsulfaat is 174.3. Dat wil zeggen dat 1 mol kaliumsulfaat een massa heeft van 174.3 gram.
- 3 Het molgewicht van de elementen waaruit de meststof is samengesteld. 1 mol K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> heeft een massa van 174.3 gram. Deze 174.3 gram is afgerond samengesteld uit:
  - K<sub>2</sub> : 2 x 39 = 78 gram;
  - S : 1 x 32 = 32 gram;
  - O<sub>4</sub> : 4 x 16 = 64 gram;
- 4 Het aantal mollen van de verschillende voedingsionen dat door 1 mol van die meststof wordt geleverd. Bij kaliumsulfaat: 1 mol K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> levert 2 mol K<sup>+</sup> en 1 mol SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>.

In figuur 6.5 kun je deze gegevens vinden voor enkele veelgebruikte meststoffen. Voor meststoffen die niet in de tabel staan, zijn deze gegevens ook bekend.

**Fig. 6.5**  
Vaste meststoffen in  
molgewicht en aantal  
voedingsionen per 1 mol

Naam	Formule	Mol- gewicht	aantal mol voedingsionen geleverd door 1 mol van de meststof		
Kalksalpeter	$5[\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}] \text{NH}_4\text{NO}_3$	216.1	1 Ca	2.20 $\text{NO}_3$	0.20 $\text{NH}_4$
Kalisalpeter	$\text{KNO}_3$	101.1	1 K	1 $\text{NO}_3$	
Ammonium-nitraat	$\text{NH}_4\text{NO}_3$	80	1 $\text{NH}_4$	1 $\text{NO}_3$	
Magnesium-nitraat	$\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	256.3	1 Mg	2 $\text{NO}_3$	
Monokali-fosfaat	$\text{KH}_2\text{PO}_4$	136.1	1 $\text{H}_2\text{PO}_4$	1 K	
Kalisulfaat	$\text{K}_2\text{SO}_4$	174.3	1 $\text{SO}_4$	2 K	
Bitterzout	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	246.6	1 Mg	1 $\text{SO}_4$	

In figuur 6.5 is alleen het molgewicht van de totale meststof vermeld, niet het molgewicht van de samenstellende elementen. Om het gewicht van de samenstellende elementen te kunnen bepalen, heb je figuur 6.6 nodig. In figuur 6.6 kun je aflezen, wat de relatieve massa is van elementen die belangrijk zijn bij teelten op substraat.

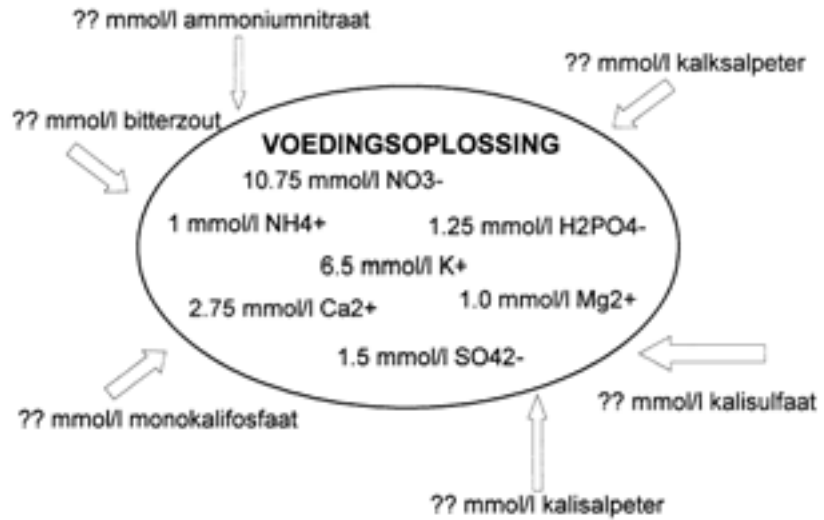
**Fig. 6.6**  
De relatieve massa  
(afgerond) van enkele  
voedingselementen

C = 12	N = 14	Fe = 56	Na = 23
H = 1	P = 31	Mn = 55	Cl = 35,5
O = 16	K = 39	Zn = 65,4	
	Ca = 40	Cu = 63,5	
	Mg = 24	B = 10,8	
	S = 32	Mo = 96	

Met de gegevens van figuur 6.6 bij de hand kun je de molgewichten van de belangrijkste hoofdelementen bepalen. Hiermee heb je alle gegevens in de hand om een standaardvoedingsschema om te rekenen in kilo's vaste meststof.



**Fig. 6.7**  
Hoeveel meststof voor de juiste voedingsoplossing?



### Omrekenen

Studeertip:

Het omrekenen van een voedingsoplossing in gewichten meststoffen is een ingewikkelde zaak. Hou daarom pen en papier bij de hand als je het nu volgende stuk leest. Maak alle berekeningen mee zodat je de stappen nauwkeurig kunt volgen.

We gaan nu uitrekenen hoeveel mmol van elke meststof in elke liter gietwater moet worden opgelost. Daarbij gaan we ervan uit dat de tuinder de volgende vaste meststoffen in huis heeft:

- kalsalpeter;
- monokalifosfaat;
- ammoniumnitraat;
- bitterzout;
- kalisalpeter;
- kalisulfaat.

Bij het omrekenen gebruiken we berekeningsschema's. Ieder schema wordt gebruikt om de bijdrage van elke meststof te vertalen in voedings-ionen. In figuur 6.8 vind je als voorbeeld een leeg schema voor de meststof kalsalpeter.

**Fig. 6.8**  
Een voorbeeld van een berekeningsschema

	A		B
1 mmol kalsalpeter	levert	dus	2.75 mmol kalsalpeter levert

In kolom A van figuur 6.8 wordt 1 mmol kalksalpeter vertaald in de samenstellende elementen. Van ieder samenstellend element kun je het mmolgewicht opzoeken in figuur 6.6.

We beginnen met de voedingsionen die door slechts één bepaalde meststof worden geleverd. Je ziet in figuur 6.5 dat bepaalde voedingsionen slechts door één meststof worden geleverd. Zo wordt  $\text{Ca}^{2+}$  alleen geleverd door kalksalpeter,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  alleen door monokalifosfaat en  $\text{Mg}^{2+}$  zit alleen in bitterzout. Deze drie voedingselementen ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  en  $\text{Mg}^{2+}$ ) gaan we als eerste in het schema zetten. Daarna vullen we de ontbrekende hoeveelheden met de overige meststoffen aan.

Stel, we moeten het standaardvoedingsschema van figuur 6.9 berekenen en we hebben alleen de vaste meststoffen ter beschikking die hierboven werden genoemd.

**Fig. 6.9**  
Het standaardvoedingsschema

Meststoffen	Voedingsoplossing in millimol/l						
	$\text{NO}_3^-$	$\text{NH}_4^+$	$\text{H}_2\text{PO}_4^-$	$\text{K}^+$	$\text{Ca}^{2+}$	$\text{Mg}^{2+}$	$\text{SO}_4^{2-}$
	10.75	1.0	1.25	6.5	2.75	1.0	1.5

Volgens dit voedingsschema moet er 2.75 mmol/l  $\text{Ca}^{2+}$  worden gegeven om het gewas goed te laten groeien. We hebben gezien dat alleen kalksalpeter een leverancier van het voedingselement calcium is. Dus gaan we eerst berekenen, hoeveel calcium geleverd wordt door 2.75 mmol kalksalpeter. Eerst gaan we na, wat de samenstelling is van 1 mmol kalksalpeter. Daarvoor moeten we de molgewichten van de samenstellende elementen van kalksalpeter aflezen in figuur 6.6. Het resultaat is ingevuld in kolom A van het berekeningsschema. Dit levert figuur 6.10 op.

**Fig. 6.10**

	A		B	
	1 mmol $\text{Ca}^{2+}$			
1 mmol kalksalpeter	levert	dus	2.75 mmol kalksalpeter	levert
	2.20 mmol $\text{NO}_3^-$			
	0.2 mmol $\text{NH}_4^+$			

We hebben nu 1 mmol kalksalpeter vertaald in haar samenstellende voedingselementen. 1 Mmol kalksalpeter levert behalve 1 mmol calcium ook nog 2.20 mmol  $\text{NO}_3^-$  en 1.0 mmol  $\text{NH}_4^+$ . Maar volgens het voedingsschema zijn er 2.75 mmol calcium nodig.  $2.75 \times 1$  mmol calcium geeft 2.75 mmol calcium. Dit getal voeren we in kolom B van het berekeningsschema in. Dit levert figuur 6.11 op.

**Fig. 6.11**

		A		B	
		1 mmol $Ca^{2+}$			2.75 mmol $Ca^{2+}$
1 mmol kalksalpeter	levert	dus	2.755 mmol kalksalpeter	levert	
		2.20 mmol $NO_3^-$			6.05 mmol $NO_3^-$
		1.0 mmol $NH_4^+$			0.55 mmol $NH_4^+$

De calciumbehoefte van de voedingsoplossing is hiermee gedekt, en we zien dat het gebruik van kalksalpeter tegelijkertijd ook twee andere elementen aanlevert, namelijk 6.05 mmol  $NO_3^-$  en 0.55 mmol  $NH_4^+$ . De getallen in kolom B vullen we nu onder aan het voedingschema van figuur 6.12 in.

**Fig. 6.12**

Meststoffen	Voedingsoplossing in millimol/l						
	$NO_3^-$	$NH_4^+$	$H_2PO_4^-$	$K^+$	$Ca^{2+}$	$Mg^{2+}$	$SO_4^{2-}$
	10.75	1.0	1.25	6.5	2.75	1.0	1.5
2.75 mmol kalksalpeter	6.05	0.55			2.75		

In het voedingschema kan nu het  $Ca^{2+}$ -blokje (zie figuur 6.13) gearceerd worden, ten teken dat van het bovenstaande voedingsion de juiste hoeveelheid aan de voedingsoplossing is toegediend.

**Fig. 6.13**

De toegevoegde kalksalpeter levert de gewenste hoeveelheid  $Ca^{2+}$  in de voedingsoplossing. Kalksalpeter levert in dit voorbeeld bovendien 0.55 mmol  $NH_4^+$ . Dit is onvoldoende om de behoefte te deken, dus gaan we op zoek naar een andere meststof die deze behoefte kan aanvullen. Dit is ammoniumnitraat. Ammoniumnitraat is de enige meststof die de resterende 0.45 mmol  $NH_4^+$  kan leveren. We gaan nu het schema invullen voor ammoniumnitraat.

We gebruiken de gegevens uit figuur 6.5. Daarmee kunnen we eerst figuur 6.14 invullen. Daarna vullen we de vette gegevens in figuur 6.15 in.

**Fig. 6.14**

		1 mmol $NH_4^+$			0.45 mmol $NH_4^+$
1 mmol ammoniumnitraat	levert	dus	0.45 mmol ammoniumnitraat	levert	
		1 mmol $NO_3^-$			0.45 mmol $NO_3^-$

**Fig. 6.15**

	Voedingsoplossing in millimol/l						
	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
	10.75	1.0		6.5		1.0	1.5
2.75 mmol kalksalpeter	6.05	0.55			2.75		
0.45 ammoniumnitraat	0.45	0.45					

We gaan nu verder met H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>.

We gebruiken de gegevens uit figuur 6.5. We vullen we eerst figuur 6.16 in. Daarna vul de de gegevens in het vette blok in figuur 6.17 in.

**Fig. 6.16**

	1 mmol K <sup>+</sup>			1.25 mmol K <sup>+</sup>
1 mmol monokalifosfaat	levert	dus	1.25 mmol monokalifosfaat	levert
	1 mmol H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>			1.25 mmol H <sub>2</sub> P <sub>4</sub> <sup>-</sup>

**Fig. 6.17**

Meststoffen	Voedingsoplossing in millimol/l						
	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
	10.75			6.5		1.0	1.5
2.75 mmol kalksalpeter	6.05	0.55			2.75		
0.45 ammoniumnitraat	0.45	0.45					
1.25 monokalifosfaat			1.25	1.25			

We gaan nu verder met Mg<sup>2+</sup>.

We kijken weer naar de gegevens van figuur 6.5. Daarmee vullen we eerst figuur 6.18 in.

**Fig. 6.18**

	1 mmol Mg <sup>2+</sup>			1 mmol Mg <sup>2+</sup>
1 mmol bitterzout	levert	dus	1 mmol bitterzout	levert
	1 mmol SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>			1 mmol SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>

Vervolgens kan met de gegevens uit het vette blok het voedingschema van figuur 6.19 gemaakt worden.

**Fig. 6.19**

Meststoffen	Voedingsoplossing in millimol/l						
	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
	10.75			6.5			
2.75 mmol kalksalpeter	6.05	0.55			2.75		
0.45 mmol ammoniumnitraat	0.45	0.45					
1.25 mmol monokalifosfaat			1.25	1.25			
1.0 mmol bitterzout						1.0	1.0

Bitterzout levert in dit voorbeeld 1 mmol SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>. Dat is niet genoeg, er moet nog 0.5 mmol SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> bij. Die halen we uit kalisulfaat.

We nemen de gegevens van figuur 6.5 nog eens. We vullen daarmee figuur 6.20. En daarna met de gegevens van het vette blok wordt figuur 6.21 ingevuld.

**Fig. 6.20**

	2 mmol K <sup>+</sup>			1 mmol K <sup>+</sup>
1 mmol kalisulfaat	levert	dus	0.5 mmol kalisulfaat	levert
	1 mmol SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>			0.5

**Fig. 6.21**

Meststoffen	Voedingsoplossing in millimol/l						
	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
	10.75	1.0	1.25	6.5	2.75	1.0	1.5
2.75 mmol kalksalpeter	6.05	0.55			2.75		
0.45 mmol ammoniumnitraat	0.45	0.45					
1.25 mmol monokalifosfaat			1.25	1.25			
1.0 mmol bitterzout						1.0	1.0
0.5 mmol kalisulfaat				1.0			0.5

De hoeveelheden NO<sub>3</sub><sup>-</sup> en K<sup>+</sup> zijn nog niet op het juiste peil in de voedingsoplossing. Deze moeten nog aangevuld worden met kalisalpeter. Bij beide voedingsionen ontbreekt 4.25 mmol/l.

We gaan nog een keer naar de gegevens van figuur 6.5. Daarmee vullen we figuur 6.22 in. En tot slot kun je met de gegevens figuur 6.23 invullen.

**Fig. 6.22**

	1 mmol K <sup>+</sup>			4.25 mmol K <sup>+</sup>
1 mmol kalisalpeter	levert	dus	4.25 mmol kalisalpeter	levert
	1 mmol NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>			4.25 mmol NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>

**Fig. 6.23**

**Meststoffen**

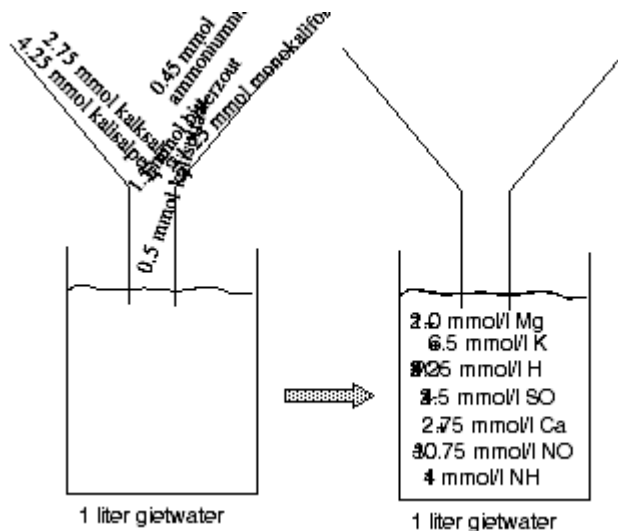
	Voedingsoplossing in millimol/l						
	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
	10.75	1.0	1.25	6.5	2.75	1.0	1.5
2.75 mmol kalksalpeter	6.05	0.55			2.75		
0.45 mmol ammoniumnitraat	0.45	0.45					
1.25 mmol monokalifosfaat			1.25	1.25			
1.0 mmol bitterzout						1.0	1.0
0.5 mmol kalisulfaat				1.0			0.5
4.25 mmol kalisalpeter	4.25			4.25			

Dit is het eindresultaat van de lange bewerking. Van ieder element is nu uitgerekend hoeveel mmol één liter water opgelost moet worden om de standaardvoedingsoplossing te krijgen.

Figuur 6.24 geeft dit weer.

**Fig. 6.24**

De juiste hoeveelheid meststoffen per liter gietwater geeft de voedingsoplossing die nodig is voor een optimale groei.



**Van millimol naar kilogram**

In de praktijk doet een tuinder geen mmol meststof in het gietwater maar hij doet kilogrammen of liters meststof in bakken. De tuinder moet dus deze mmol meststoffen per liter gietwater omrekenen naar kilogram of liter meststof.

In drie stappen wordt nu beschreven hoe je mmol/liter voedingsoplossing omrekent in kilogrammen meststof. Je moet wel enkele spelregels in acht nemen.

Spelregels bij het maken van de oplossing van de A- en B-bak.

- 1 De meststoffen worden in bakken 100 maal geconcentreerd aangemaakt.
- 2 De A en de B-bak zijn elk 1 m<sup>3</sup> (1000 liter).
- 3 Ca-zouten in de A-bak en sulfaten en fosfaten in de B-bak.

- 
- 4 De hoeveelheden kunstmest in de A- en B-bak moeten ongeveer gelijk zijn. Het in evenwicht brengen gebeurt met kalisalpeteer.

### **Stap 1 Van liter naar m<sup>3</sup>**

Je weet de voedingsoplossing per liter. Je moet deze omrekenen naar een voedingsoplossing per m<sup>3</sup> (=1000 liter). Je neemt de kalisalpeteer uit het voedingsschema.

Je past de volgende berekening toe.

$$\text{mmol} \times 1000 = 1 \text{ mol}$$

$$1 \text{ liter} \times 1000 = \text{m}^3$$

Dat betekent: 2.75 mmol kalisalpeteer per liter voedingsoplossing = 2750 mmol (1000 x 2.75 mmol) kalisalpeteer per m<sup>3</sup> voedingsoplossing, want één m<sup>3</sup> is gelijk aan 1000 liter

### **Stap 2 100 maal concentreren**

De voedingsoplossing wordt 100 maal geconcentreerd gemaakt omdat je als tuinder dan niet zo vaak een voorraad voedingsoplossing hoeft aan te maken. Je moet er wel voor zorgen dat deze geconcentreerde voedingsoplossing weer 100 maal verdund wordt voordat het bij de plant komt.

Dat betekent: 2.75 mol kalisalpeteer per m<sup>3</sup> voedingsoplossing 275 mol kalisalpeteer per m<sup>3</sup> wordt als je het 100 maal concentreert, want 100 x 2.75 is 275.

### **Stap 3 Mollen omrekenen in kilogram**

Een tuinder weegt de massa van de meststof niet in mol maar in kilogram. Om te weten hoeveel kalisalpeteer hij moet storten, moet hij de mollen kalisalpeteer omrekenen in kilogram. Hij gebruikt de gegevens van figuur 6.5. Hij gaat als volgt te werk.

- a Eén mol kalisalpeteer weegt 1 x 216.1 gram.
- b 275 mol kalisalpeteer weegt dan 275 x 216.1 gram = 59427.5 gram = 59.4 kg.

Deze 59.4 kg kalisalpeteer wordt in de A-bak gedaan.

Nu weet de tuinder hoeveel kilo kalisalpeteer hij moet storten. Op dezelfde manier berekent hij het aantal kilo's voor de andere meststoffen in de standaardvoedingsoplossing. Dit geeft het volgende resultaat:

- 0.45 mmol ammoniumnitraat per liter voedingsoplossing = 3.6 kg ammoniumnitraat;
- 1.25 mmol monokalifosfaat per liter voedingsoplossing = 17 kg monokalifosfaat;
- 1.5 mmol bitterzout per liter voedingsoplossing = 37 kg bitterzout;
- 0.5 mmol kalisulfaat per liter voedingsoplossing = 8.7 kg kalisulfaat;
- 4.25 mmol kalisalpeteer per liter voedingsoplossing = 43 kg kalisalpeteer.

De meststoffen worden verdeeld over de A- en B-bak volgens de spelregels. De oplossing zie je in figuur 6.25. In beide bakken zit ongeveer evenveel kilogram meststof.

**Fig. 6.25**

<i>A-oplossing</i>	<i>B-oplossing</i>
59.8 kg kalksalpeter	17 kg monokalifosfaat
3.6 kg ammoniumnitraat	37 kg bitterzout
21 kg kalisalpeter	8.7 kg kalisulfaat
	22 kg kalisalpeter
<hr/>	<hr/>
84.4 kg	84.7 kg

In beide zakken zit ongeveer evenveel kilogram meststof.

### **Aanpassing van het standaard voedingschema**

Het water in de grond, potgrond of het kunstmatig substraat wordt regelmatig onderzocht op aanwezige voedingselementen. Uit het analyserapport komt naar voren of de samenstelling van de voedingsoplossing in het gietwater gewijzigd moet worden. Ook de stand van het gewas of het advies van een voorlichter kan aanleiding zijn de samenstelling van de voedingsoplossingen te wijzigen.

## **6.3 De rol van het uitgangswater**

*uitgangswater* Er zijn drie aspecten van het *uitgangswater* die een rol spelen bij het samenstellen van voedingsoplossingen:

- 1 Het uitgangswater bevat al bruikbare voedingsstoffen.
- 2 Het uitgangswater kan potentieel schadelijke stoffen bevatten.
- 3 Het uitgangswater kan leiden tot correcties op de standaardvoedingsoplossing.

In deze paragraaf bespreken we deze aspecten.

### **Bruikbare voedingsstoffen in uitgangswater**

Bronwater, leidingwater enzovoorts bevatten al bepaalde hoeveelheden voedingsionen. Deze voedingsionen hoeft de tuinder niet meer door middel van kunstmest aan het gietwater toe te voegen.

We geven een voorbeeld.

In een voedingschema staat:

- $\text{Ca}^{2+}$  2.75 mmol/l;
- $\text{Mg}^{2+}$  1.5 mmol/l.

Nu blijkt dat in het bronwater reeds het volgende zit:

- $\text{Ca}^{2+}$  1.00 mmol/l;
- $\text{Mg}^{2+}$  0.25 mmol/l.

De tuinder moet nu nog toevoegen:

- $\text{Ca}^{2+}$  1.75 mmol/l;
- $\text{Mg}^{2+}$  1.25 mmol/l.



In het algemeen geldt dat de gehalten in het water niet hoger mogen zijn dan de concentratie in de standaardvoedingoplossingen voor het gewas dat geteeld wordt.

### Corrigeren voor waterstofcarbonaat

Verder kan het uitgangswater  $\text{HCO}_3^-$  (waterstofcarbonaat) bevatten. Dit is geen voedingsion, maar het heeft wel invloed op het gewas. Ophoping van  $\text{HCO}_3^-$  in het wortelmilieu veroorzaakt pH stijging. Dit kan worden voorkomen door een bepaalde hoeveelheid zuur in het voedingsschema op te nemen.

### Schemacodering voor water

Sommige meststoffen worden geleverd met een bemestingsadvies dat rekening houdt met de kwaliteit van het uitgangswater. De aanpassing aan het uitgangswater komt tot uitdrukking in een code. Uit de code is af te leiden welke correcties op de standaardvoedingoplossing zijn toegepast. Bij de schemacodering wordt een algemeen schema (A-schema) en een bijzonder schema (B-schema) onderscheiden.

#### Algemene schema's

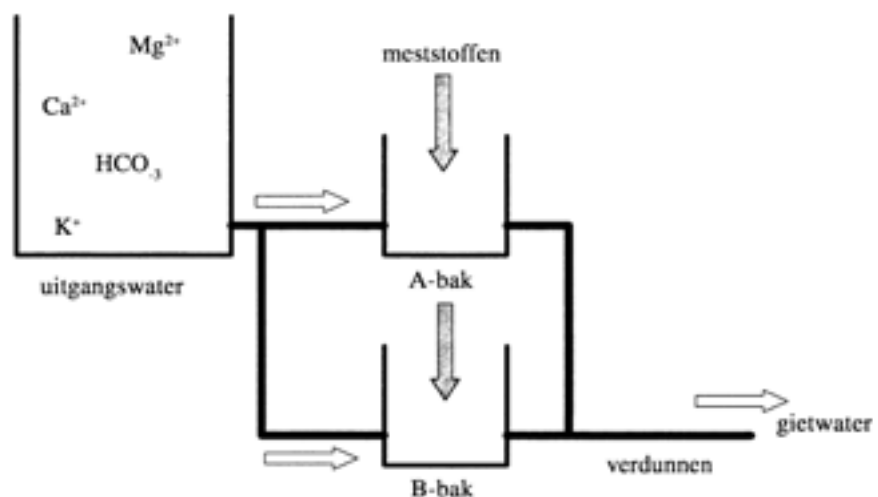
Dit zijn schema's die zijn aangepast op  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  en  $\text{Mg}^{2+}$ . Deze schema's worden gecodeerd als A-schema's met een 3-cijfercode.

Bijvoorbeeld A 3.2.1. betekent:

- Algemeen schema;
- 3 porties zuurtoevoeging ( $\text{H}^+$ );
- 2 porties weglating  $\text{Ca}^{2+}$  uit bak A;
- 1 portie weglating  $\text{Mg}^{2+}$  uit bak B.

De laatste 2 cijfers van het schanummer zijn samen gelijk aan het eerste ( $2+1=3$ ).

**Fig. 6.26**  
De samenstelling van het uitgangswater bepaalt de hoeveelheid meststoffen die toegevoegd worden.



#### Bijzondere schema's

Deze schema's zijn aangepast op  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$  en  $\text{K}^+$   
B 2.8.1./4.3.0. betekent:

- Bijzonder schema;
- 2 porties zuur toevoegen;
- 8 porties  $\text{Ca}^{2+}$  weglating uit bak A;
- 1 portie  $\text{Mg}^{2+}$  weglating uit bak B;
- 4 porties  $\text{SO}_4^{2-}$  weglating uit bak B;
- 3 porties  $\text{NO}_3^-$  weglating uit bak A of bak B;
- 0 porties  $\text{K}^+$  weglating uit bak A of bak B.

De som van het 1e, 4e en 5e cijfer (de anionen) gelijk aan de som van het 2e, 3e en 6e cijfer (de kationen). ( $2+4+3=8+1+0$ )

De grootte van 1 portie is:

- bij 2-waardige ionen is dat 0.25 mmol/l voor b.v.  $\text{Ca}^{2+}$  ;
- bij 1-waardige ionen is dat 0.50 mmol/l voor b.v.  $\text{NO}_3^-$ .

## 6.4 Afsluiting

Voor iedere plant is een optimaal voedingsschema bekend, de standaardvoedingsoplossing genaamd. De standaardvoedingsoplossingen moeten bijgesteld worden naar gelang het groeistadium van het gewas en de chemische samenstelling van het uitgangswater.

Voor elk voedingsschema kan berekend worden, hoeveel kilogram meststoffen er nodig zijn om precies deze standaardvoedingsoplossing te kunnen maken in de A- en B-bak. De berekening verloopt globaal genomen als volgt.

- 1 Stel eerst vast welke voedingsionen uit slechts één bepaalde meststof gehaald kunnen worden.
- 2 Bereken hoeveel millimol van het betreffende ion geleverd wordt door de betreffende meststof.
- 3 Noteer wat deze meststof bovendien nog aan andere voedingselementen uit het schema kan leveren.
- 4 Vul de andere voedingselementen aan uit andere meststoffen, totdat van alle elementen in het schema bekend is, uit welke meststoffen ze gerecruteerd worden.
- 5 Reken het aantal millimolen ionen per liter om in kilogrammen meststof.
- 6 Verdeel de meststoffen evenwichtig over de A- en de B-bak.

Hierna moeten vaak nog enkele aanpassingen verricht worden om rekening te houden met het uitgangswater. Bij verschillende soorten uitgangswater zijn algemene en bijzondere aanpassingsschema's op de standaardvoedingsoplossingen bekend. De schemacodering is vermeld in het bemestingsadvies.

### Schoolopdracht 6.1 Waar of niet waar?

Zijn de volgende beweringen over voedingsstoffen waar of niet waar?

- a Door onderzoek en ervaring weet men precies welke voedingsstoffen een bepaald gewas nodig heeft.
- b Een gewas heeft gedurende zijn leven altijd voedingsstoffen nodig in dezelfde verhouding.
- c Een standaardvoedingsoplossing is een menu voor een bepaald gewas waar men zeker niet van af mag wijken.

- d De standaardvoedingsoplossing wordt aangegeven in millimol/l voor de hoofdelementen en in micromol/l voor de spoorelementen.
- e Met de termen mol, millimol of micromol wordt een bepaald aantal voedingsionen bedoeld.

### Schoolopdracht 6.2 Bereken het molgewicht van zouten

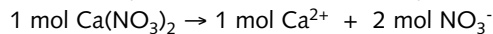
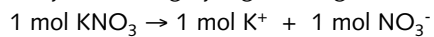
De formules en het molgewicht zijn gegeven. Geef van elk zout de berekening hoe je aan het molgewicht komt. Gebruik hiervoor figuur 6.6

Formule	Berekening	Molgewicht
$\text{KNO}_3$		101
$\text{NH}_4\text{NO}_3$		80
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$		164
$\text{MgSO}_4$		120
$\text{KH}_2\text{PO}_4$		136
$\text{K}_2\text{SO}_4$		174

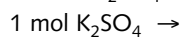
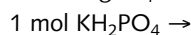
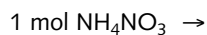
### Schoolopdracht 6.3 Rekenen met mollen

Wanneer je 1 molecuul  $\text{KNO}_3$  oplost, krijg je 1 voedingsion  $\text{K}^+$  en 1 voedingsion  $\text{NO}_3^-$ . Wanneer je 1 mol  $\text{KNO}_3$  oplost krijg je 1 mol  $\text{K}^+$  en 1 mol  $\text{NO}_3^-$  in de oplossing.

Er zijn twee vergelijkingen voorgedaan.



Maak nu ook de volgende reacties compleet.



### Schoolopdracht 6.4 Voedingsschema maken

Je gaat in deze opdracht een voedingsschema maken. Dit doe je in twee stappen. Eerst zet je de voedingselementen in het schema die door één meststof worden geleverd. Daarn vul je de overige elementen aan.

- a Gebruik het schema dat je in schoolopdracht 6.3 hebt ingevuld en maak de zinnen af
- $\text{Ca}^{2+}$  wordt alleen geleverd door  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$
  - $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  wordt alleen geleverd door .....
  - $\text{Mg}^{2+}$  wordt alleen geleverd door .....
  - $\text{NH}_4^+$  wordt alleen geleverd door .....
- b Vul de overige elementen aan, zodat het schema compleet is.

Meststoffen	Voedingsoplossing in millimol / l						
	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	K <sup>+</sup>	CA <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
	15.25	1.00	1.25	7.50	4.25	1.5	1.75
4.25 mmol Kalksalpeter	8.50				4.25		
mmol ammoniumnitraat							
mmol monokali-fosfaat							
mmol bitterzout							
mmol kalisulfaat							
mmol kalisalpeter							

### Schoolopdracht 6.5 Van mmol per liter naar kilogram per m<sup>3</sup>

Als je alles goed hebt ingevuld, kom je aan de volgende hoeveelheden meststof per liter voedingsoplossing:

4.25 mmol kalksalpeter	1.00 mmol ammoniumnitraat
1.25 mmol monokali-fosfaat	1.50 mmol bitterzout
0.25 mmol kalisulfaat	5.75 mmol kalisalpeter

De tuinder doet geen mmol meststof in een bak, maar liters of kilogrammen. Je moet daarom bovenstaande mmol meststof omrekenen in kilogrammen meststof.

Je kunt nu in drie stappen mmol/liter voedingsoplossing omrekenen in kilogrammen per m<sup>3</sup>:

- stap 1, omrekenen mmol/liter naar mol/m<sup>3</sup>.
- stap 2, omrekenen mol/m<sup>3</sup> naar mol/m<sup>3</sup> 100 x geconcentreerd.
- stap 3, omrekenen mol naar kg.

Gebruik het molgewicht uit schoolopdracht 6.2.

Neem de tabel over en vul deze verder in.

messtof/liter	stap 1	stap 2	stap 3
4.25 mmol kalksalpeter	4.25 mol/m <sup>3</sup>	425 mol/m <sup>3</sup>	425 x 164 g = 69.700 g = 69.7 kg
1.00 mmol amm.nitraat			8 kg
1.25 mmol monokalifosf.			17 kg
1.50 mmol bitterzout			
0.25 mmol kalisulfaat			
5.75 mmol kalisalpeter			

#### Schoolopdracht 6.6 Verdeel de meststoffen over de A-bak en de B-bak

Verdeel de meststoffen uit schoolopdracht 6.5 vervolgens over de A- en B-bak. Doe dit volgens de spelregels. Zie hoofdstuk 5.

#### Schoolopdracht 6.7 Reken het voedingschema uit

In het water dat de tuinder uit de grond pompt, zitten reeds voedingsstoffen. De tuinder heeft het bronwater laten onderzoeken en volgens het laboratorium krijgt het water de code A.4.3.1. Hiermee houdt de tuinder rekening.

Neem het schema over, zet de aanpassing in het schema en reken het nieuwe voedingschema uit.

	Voedingsoplossing in millimol/l							
	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>+</sup>	Mg <sup>+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	H <sup>+</sup>
standaard voedingsoplos- sing	15,25	1,00	1,25	7,50	4,25	1,5	1,75	0
aanpassing								+2
aangepaste voedingsoplos.	15,25	1,00	1,25	7,50			1,75	2

---

## Bijlage 1 Zelftoets

- 1 De mineralen in een plant kunnen onderscheiden worden in hoofdelementen en spoorelementen. Welke van onderstaande elementen behoort tot de hoofdelementen?
  - Koper
  - Magnesium
  - Mangaan
  
- 2 De mineralen in een plant kunnen onderscheiden worden in hoofdelementen en spoorelementen. Welke van onderstaande elementen behoort tot de spoorelementen?
  - Borium
  - Fosfor
  - Kalium
  
- 3 Van welke hoofdelementen heeft de plant de grootste hoeveelheden nodig?
  - Calcium en natrium
  - Fosfor en magnesium
  - Kali en stikstof
  
- 4 Welke twee elementen zijn nodig voor het aanmaken van eiwitten in de plant?
  - Calcium en koper
  - Kalium en mangaan
  - Stikstof en zink
  
- 5 Bij welke pH-waarde gedijen planten het best?
  - pH 4,5-7
  - pH 5,5-8
  - pH 6,5-9,5
  
- 6 Tuinder Van Essen heeft een grondmonster opgestuurd naar het laboratorium voor pH-bepaling. De uitslag is: pH 7,5. Wat moet Van Essen doen?
  - De pH van zijn grond verhogen
  - De pH van zijn grond verlagen
  - Hij hoeft niets te doen
  
- 7 Er zijn verschillende methodes om de pH en de EC aan te passen. Welke methode kan zowel voor het aanpassen van de zuurgraad als voor het aanpassen van de EC worden gebruikt?
  - Doorspoelen
  - De samenstellende voedingsoplossing veranderen
  - De chemische samenstelling van het gietwater veranderen

- 
- 8 Er bestaan drie toedieningsvormen van kunstmest. Welke toedieningsvorm omvat zowel snelwerkende als langzaamwerkende meststoffen?
- Strooimeststoffen
  - Oplosmeststoffen
  - Vloeibare meststoffen
- 9 Op verpakkingen bij aanlevering worden de voedingselementen in drie verschillende benamingen weergegeven. Welke is de meest nauwkeurige aanduiding?
- percentage voedingselement
  - percentage oxyde
  - Mol/kg voedingsionen
- 10 Waarom worden spoorelementen alleen toegediend bij teelt in substraten?
- Planten die in substraat staan hebben meer spoorelementen nodig dan planten in de volle grond.
  - Substraten binden geen spoorelementen waardoor een doorlopende toediening nodig is.
  - Volle grond wordt organisch bemest en bevat van zichzelf al voldoende spoorelementen.
- 11 In een bemestingsadvies is vermeld dat er onder meer een kali-gift nodig is. In welke mengbak moet de kali gestort worden bij het maken van een voedingsoplossing?
- Kan zowel in de A-bak als de B-bak
  - In de A-bak
  - In de B-bak
- 12 Op een zak samengestelde meststof staat  $18 + 2 + 15 + 6$ . Wat betekent het cijfer 2 in dit recept?
- Het percentage fosfor
  - Het percentage kali
  - Het percentage magnesium

---

## Bijlage 2 Antwoorden op zelftoets

- 1 Magnesium is juist. Zie paragraaf 1.1.
- 2 Borium is juist. Zie paragraaf 1.1.
- 3 Kali en stikstof is het juiste antwoord. Zie figuur 1.5. Alternatief a (calcium en natrium) is onjuist omdat natrium geen hoofdelement is. Natrium is een niet-essentieel voedingselement dat soms nuttig is, maar in grotere hoeveelheden altijd schadelijk is.
- 4 Alternatief c (stikstof en zink) is juist. Stikstof is een belangrijk bestanddeel van de eiwitten. Zink is betrokken bij de aanmaak van eiwit door de plant.
- 5 Alternatief a (pH 4,5 - 7) is juist. Als de pH tussen 4,5 en 7 ligt, zijn de meeste voedingselementen het best beschikbaar.
- 6 Alternatief b (de pH van zijn grond verhogen) is juist. Een pH van 7,5 is voor verreweg de meeste planten te hoog: de grond is te basisch. Hij moet dus aanzuren totdat de pH ergens tussen de 4,5 en 7 ligt. Bedenk dat een pH-verhoging van 0,5 al heel veel is, omdat tussen elke pH-waarde een factor 10 verschil zit.
- 7 Alternatief c (chemische samenstelling gietwater veranderen) is juist. Doorspoelen is alleen gebruikelijk als zoutaanpassingsmiddel. Gietwateraanpassing is typisch voor zuurgraadbehandeling.
- 8 Alternatief a (strooimeststoffen) is juist. Langzaamwerkende meststoffen hebben alleen zin in vaste vorm. Oplosmeststoffen en vloeibare meststoffen worden allebei vloeibaar toegediend aan de plant, en de meststoffen komen dus altijd direct ter beschikking van de plant.
- 9 Alternatief c (mol/kg voedingsionen) is juist. De plant neemt uiteindelijk de ionen op, dus een benaming die het aantal ionen aanduidt, geeft het meest nauwkeurig aan, wat een tuinder koopt als hij kunstmest aanschaft.
- 10 Alternatief c (volle grond wordt organische bemestst.....) is juist. Planten hebben maar heel weinig spoorelementen nodig, ongeveer 1000 keer zo weinig als hoofdelementen. Als volle grond af en toe organisch bemest wordt, bevat hij van zichzelf al voldoende spoorelementen.
- 11 Alternatief a (kan zowel in de A-bak als de B-bak) is juist. Alleen kalk, sulfaat en fosfaat moeten in een bepaalde mengbak worden gestort.
- 12 Alternatief a (het percentage fosfor) is juist. De meststoffen in een samengestelde vorm worden altijd in een vaste volgorde weergegeven: N, P, K en Mg.



---

## Bijlage 3 Uitwerkingen van de vragen en opdrachten

1.1 De antwoorden zijn

- a waar
- b niet waar
- c waar
- d waar
- e waar
- f niet waar
- g niet waar
- h niet waar
- i waar
- j niet waar

1.2 De antwoorden zijn

- a Planten bestaan uit water en droge stof.
- b Droge stof bestaat uit organische stof en mineralen.
- c Mineralen bestaan uit hoofdelementen en sporelementen.

1.3 De antwoorden zijn

- a Geen antwoord aanwezig.
- b N
- c P en K

1.4 De antwoorden zijn

- a oudere
- b chlorose

1.5 De antwoorden zijn

- a K
- b P
- c N
- d Cu
- e N
- f K
- g N
- h P

3.1 De antwoorden zijn

- a Een oplossing met pH 6 is zuur.
- b Een pH 5 is basischer dan een oplossing met pH 4.
- c Een oplossing met een pH 8 is basischer dan een oplossing met pH 7.
- d Een zure oplossing verdunt men met leidingwater. De pH van de nieuwe oplossing wordt hoger.

3.2 De antwoorden zijn

- a Fe, Mn, Cu, Zn, Al.
- b P, B, Mo, S, Mg, K, Ca.

3.3 De antwoorden zijn

- a waar
- b niet waar
- c waar
- d waar

3.4 De antwoorden zijn

groeimedium	waterige oplossing	gemeten waarde
grond	b	pH <sub>KCL</sub>
venige substraten	a	pH <sub>water</sub>
kunstmatige substraten	c	pH <sub>water</sub>

3.5 De antwoorden zijn

groeimedium	streefwaarde	variatie
1 kunstmatige substraten	5.3 - 6.0	0.7
2 venige substraten	4.5 - 5.9	1.4
3 grond	4.5 - 7.5	3.0

3.6 De antwoorden zijn

Achtereenvolgens moeten de volgende woorden op de stippelijnen zijn ingevuld: bekakt, zuur, zuur, bicarbonaat, zoutconcentratie, samenstelling, steviger, vruchtbaarder, bloemgrootte, steellengte, geleidbaarheid, voedingsoplossing, gecontroleerde, ingestelde, gedestilleerd water, gefiltreerd, lagere, hogere, voedingsoplossing, hoeveelheid, gelijk (aan), 40 liter, hogere, lagere, membraan, selecteren.

5.1 De antwoorden zijn

- a niet waar
- b waar
- c niet waar
- d niet waar
- e waar

5.2 De antwoorden zijn

De drie soorten zijn: enkelvoudige, samengestelde en samengestelde + spoorelementen. Ze kunnen allemaal snelwerkend en langzaam werkend zijn.

5.3 De antwoorden zijn

27 % van 100 kg kalkammonspeter = 27 kg N

---

5.4 De antwoorden zijn

- a  $(110 : 22) \times 100 = 500$  kg Manesamon
- b 7% van 500 kg Magnesamon = 35 kg MnO

5.5 De antwoorden zijn

- 14 betekent: 14% N
- 0 betekent: 0%  $P_2O_5$
- 18 betekent: 18%  $K_2O$
- 8 betekent: 8% MgO

5.6 De antwoorden zijn

- a waar
- b waar
- c niet waar

5.7 De antwoorden zijn

	volle grond	kunstm. substraat	potgrond	A of B bak	injectie	invloed zuurgraad	inzakken	vloeibaar geleverd
strooi	+		+			+	+	
oplos	+	+		+		+	+	
vloei	+	+		+	+	+		+
spoor	+	+	+	+	+		+	

5.8 De antwoorden zijn

- a EDDHA
- b DTPA
- c EDTA

5.9 De antwoorden zijn

- a strooien
- b toevoegen
- c oplossen
- d mengen

5.10 De antwoorden zijn

- a waar
- b waar
- c niet waar
- d waar

5.11 De antwoorden zijn

meststof	formule	goed oplosbaar	slecht oplosbaar
kalkammonsalpeter	$\text{NH}_4\text{NO}_3\text{CaCO}_3$		+
kali-60	KCL	+	
superfosfaat	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$		+
kalksalpeter	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	+	
kalksulfaat	$\text{K}_2\text{SO}_4$	+	
monokalifosfaat	$\text{KH}_2\text{PO}_4$	+	
kieseriet	$\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$		+

5.12 De antwoorden zijn

- a kalksalpeter
- b monokalisulfaat; bitterzout
- c kalisalpeter; ammoniumnitraat; kaliloog; salpeterzuur

6.1 De antwoorden zijn

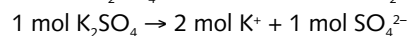
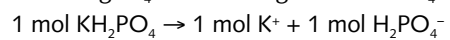
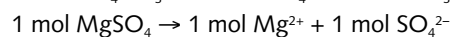
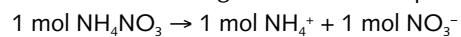
- a waar
- b niet waar
- c niet waar
- d waar
- e waar

6.2 De antwoorden zijn

Formule	Berekening	Molgewicht
$\text{KNO}_3$	$39 + 14 + (3 \times 16) =$	101
$\text{NH}_4\text{NO}_3$	$14 + (4 \times 1) + 14 + (3 \times 16) =$	80
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	$40 + 2 \times (14 + 3 \times 16) =$	164
$\text{MgSO}_4$	$24 + 32 + (4 \times 16) =$	120
$\text{KH}_2\text{PO}_4$	$39 + (2 \times 1) + 31 + (4 \times 16) =$	136
$\text{K}_2\text{SO}_4$	$(2 \times 39) + 32 + (4 \times 16) =$	174

6.3 De antwoorden zijn

Maak nu ook de volgende reacties compleet.



6.4 De antwoorden zijn

- $\text{Ca}^{2+}$  wordt alleen geleverd door  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$
- $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  wordt alleen geleverd door  $\text{KH}_2\text{PO}_4$
- $\text{Mg}^{2+}$  wordt alleen geleverd door  $\text{MgSO}_4$
- $\text{NH}_4^+$  wordt alleen geleverd door  $\text{NH}_4\text{NO}_3$

Het voedingsschema moet als volgt zijn ingevuld:

Meststoffen	Voedingsoplossing in millimol / l						
	$\text{NO}_3^-$	$\text{NH}_4^+$	$\text{H}_2\text{PO}_4^-$	$\text{K}^+$	$\text{Ca}^{2+}$	$\text{Mg}^{2+}$	$\text{SO}_4^{2-}$
	15.25	1.00	1.25	7.50	4.25	1.5	1.75
4.25 mmol Kalksalpeter	8.50				4.25		
1.00 mmol ammoniumnitraat	1.00	1.00					
1.25 mmol monokalifosfaat			1.25	1.25			
1.50 mmol bitterzout						1.50	1.50
0.25 mmol kalisulfaat				0.5			
5.75 mmol kalisalpeter	5.75			5.75			

### 6.5 De antwoorden zijn

meststof/liter	stap 1	stap 2	stap 3
4.25 mmol kalsalpeter	4.25 mol/m <sup>3</sup>	425 mol/m <sup>3</sup>	425 × 164 g = 69.700 g = 69.7 kg
1.00 mmol amm.nitraat	1.00 mol/m <sup>3</sup>	100 mol/m <sup>3</sup>	100 × 80 g = 8.000 g = 8 kg
1.25 mmol monokalifosf.	1.25 mol/m <sup>3</sup>	125 mol/m <sup>3</sup>	125 × 136 g = 17.000 g = 17 kg
1.50 mmol bitterzout	1.50 mol/m <sup>3</sup>	150 mol/m <sup>3</sup>	150 × 120 g = 18.000 g = 18 kg
0.25 mmol kalisulfaat	0.25 mol/m <sup>3</sup>	25 mol/m <sup>3</sup>	25 × 135 g = 3.375 g = 3,4 kg
5.75 mmol kalsalpeter	5.75 mol/m <sup>3</sup>	575 mol/m <sup>3</sup>	575 × 101 g = 58.075 g = 58,1 kg

### 6.6

In de A-bak komt: 69,8 kg kalsalpeter, 8 kg ammoniumnitraat, 9,8 kg kalsalpeter.  
Dit levert een totaal van 87,6 kg.

In de B-bak komt: 17 kg monokalifosfaat, 18 kg bitterzout, 3,4 kg kalisulfaat,  
48,3 kg kalsalpeter. Dit levert een totaal van 86,7 kg.

### 6.7

	Voedingsoplossing in millimol/l							
	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>-</sup>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>+</sup>	Mg <sup>+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	H <sup>+</sup>
standaard voedingsoplossing	15,25	1,00	1,25	7,50	4,25	1,5	1,75	0
aanpassing					-0,75	-0,25		+2
aangepaste voedingsoplossing	15,25	1,00	1,25	7,50	3,50	1,25	1,75	2

---

# Werkblad 1    **Praktijkopdracht De zoutconcentratie van de voedingsoplossing**

Op de meeste glasbedrijven wordt een voedingsoplossing gemaakt en daarna meegegeven met het gietwater. De concentratie van de oplossing is belangrijk omdat deze de groei van het gewas sterk kan beïnvloeden. De concentratie van zouten wordt uitgedrukt in EC. Dit is een maat voor stroomgeleiding. De EC wordt uitgedrukt in mS/cm (milli siemens per centimeter).

a    Het gewas op het bedrijf is:

.....

b    Wordt op het bedrijf gewerkt met EC?

.....

Zo nee, waarom niet?

.....

.....

c    Welke invloed heeft de EC op de groei van het gewas?

.....

d    Varieert de EC van het gietwater in de loop van het teeltseizoen?

Waarom wel / niet?

.....

.....

e    Tussen welke waarden schommelt de EC van het gietwater in de loop van het teeltseizoen?

.....

f    Op welke punten in het bemestingssysteem wordt de EC gemeten? Maak op een apart vel een schematische tekening.

g    Wordt de EC van het drainwater gemeten?

---

.....

Beschrijf hoe dat gaat

.....

.....

.....

h Tussen welke waarden schommelt de EC van het drainwater?

.....

i Bij grondteelt: Hoe vaak wordt de EC van de grond gemeten door middel van laboratoriumonderzoek?

.....

j Wat wordt er gedaan wanneer blijkt dat de EC van de grond te hoog of te laag is?

.....

.....

k Waarom treedt er in de grond minder snel een wisseling van EC op dan in substraat?

.....

.....

l Maak een schatting van de EC van de voedingsoplossing in de A-bak of B-bak.

.....

m Wat gebeurt er met het gewas wanneer je de voedingsoplossing uit de A-bak bij het gewas zou druppelen? (NIET DOEN!)

.....

.....



---

## Werkblad 2 Praktijkopdracht Voedingsschema's

Het proefstation Naaldwijk heeft voedingsschema's ontwikkeld voor groenten- en bloemengewassen. In de praktijk wordt hiermee gewerkt. Bij de start wordt met een vast schema begonnen, afhankelijk van het soort water dat de tuinder gebruikt.

- a Welk gewas wordt op het bedrijf geteeld?

.....

- b Welk soort gietwater wordt op het bedrijf gebruikt?

.....

- c Welk schema wordt er gebruikt bij het begin van de teelt?  
Bijvoorbeeld A.0.0.0 of een ander schema.

.....

- d Waarom is er voor dit schema gekozen?

.....

.....

- e Teken in je verslag een schema zoals hieronder weergegeven.  
Welke hoeveelheden horen bij dit schema in mmol? Vul deze in.

NH <sub>4</sub>	K	Ca	Mg	NO <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	P

- f Neem onderstaand schema over en vul de hoeveelheden in micromol in.

Fe	Mn	Zn	B	Cu

- g Wordt dit schema in de loop van het seizoen nog aangepast?

.....

- h Welke redenen zijn er om het oorspronkelijke schema aan te passen?

- 
- .....
- i Het startschema zoals je bij vraag e en f hebt ingevuld, wordt omgerekend in kg of liters van een bepaalde meststof.  
Noteer hieronder de meststoffen en de hoeveelheden die gebruikt worden om de bakken te vullen.

Naam meststof	A / B bak	Hoeveelheid

- j Hoe wordt bij het systeem van directe injectie de hoeveelheid meststof bepaald die aan het gietwater wordt toegediend?

.....  
.....

- k Geef de waarden van de voedingsionen aan zoals ze worden ingevoerd in het besturingssysteem van het directe injectiesysteem.

.....  
.....

---

## Werkblad 3 Praktijkopdracht Groeistadium en juiste EC en pH

In de tuinbouw worden gewassen geteeld in de grond en in substraat. Bij beide teeltmedia worden meststoffen toegediend met een bepaalde EC en pH. Bij het veranderen van de EC en pH van het gietwater zal de EC en pH van het substraat sneller veranderen dan die van de grond.

- a Geef aan hoe het verloop is van de EC gedurende de teelt. Noteer waarom de EC zo hoog moet zijn bij dat groeistadium.

EC	Groeistadium	Reden
----	--------------	-------

.....

.....

.....

- b Beantwoord dezelfde vraag voor de pH

pH	Groeistadium	Reden
----	--------------	-------

.....

.....

.....

- c Stel je voor dat na een periode van weinig licht, bijvoorbeeld in de winter, er een aantal heel zonnige dagen komen. Ga in deze situatie na of de EC van de voedingsoplossing gewijzigd wordt en waarom dit wel of niet gebeurt.

.....

.....

- d Stel je voor dat bij controle van het groeimedium tijdens de teelt wordt vastgesteld dat de EC veel te hoog is. Welke maatregelen worden dan genomen?

.....

.....

---

## Werkblad 4 Praktijkopdracht Voorraadbemesting

### Grondteelt

In het begin van de grondteelt wordt vaak/soms een bemesting uitgevoerd. Dit kan per jaar of seizoen verschillend zijn, afhankelijk van de bemestingstoestand van de grond.

- a Waaruit bestaat de bemesting in het begin van de teelt?  
Denk hierbij aan de organische bemesting en de bemesting met kunstmest.

.....  
.....

- b Bereken de hoeveelheid meststof in kg per m<sup>2</sup>.

.....  
.....

### Potplantenteelt

De potplantenteler kan gebruik maken van verschillende soorten potgronden. Deze potgrond bevat meestal een voorraad toegevoegde kunstmeststoffen.

- c Wat is de samenstelling van de gebruikte potgrondsoorten?

.....  
.....

- d Welke kunstmeststoffen zijn aan de potgrond toegediend?

- e Hoeveel kg kunstmest is er per kubieke meter potgrond toegediend?

.....

- f Hoelang is de meststof werkzaam zonder dat er bijgemest moet worden?

.....  
.....

---

## Werkblad 5 Monsters nemen

Voor een goede groei van het gewas is het belangrijk dat de planten voldoende voeding en water kunnen opnemen. Bij te weinig voeding zal een gewas minder snel groeien of in het ergste geval afsterven. Bij te veel voeding zullen de wortels verbranden omdat de zouten rond de wortel het water uit de wortels zullen halen. Het is daarom belangrijk altijd goed op de hoogte te zijn van de bemestingstoestand van het groeimedium. Hiervoor moeten er met een bepaalde regelmaat monsters gestoken (genomen) worden.

Mogelijke monsters:

- grondmonsters;
- potgrondmonsters;
- watermonsters (voedingsoplossing substraat).

Mogelijke bepalingen:

- voedingselementen;
- EC;
- pH.

a Wat voor soort monster neemt de tuinder?

.....

Hoe vaak wordt zo'n monster genomen?

.....

Beschrijf hoe dat monster genomen wordt. Denk hierbij aan het aantal steken, de plaats in het medium enz.

.....

.....

.....

b Welke bepalingen voert de tuinder zelf uit?

.....

.....

Hoe vaak wordt deze bepaling uitgevoerd?

.....

---

.....

Beschrijf hoe die bepaling wordt uitgevoerd.

.....

.....

.....

---

## Werkblad 6 Bijmestadvies

Afhankelijk van de tuinbouwsector, worden er met een bepaalde frequentie monsters genomen om het bemestingsadvies bij te stellen.

- a Geef de manier aan hoe op jouw leerbedrijf monsters genomen worden.

.....  
.....

- b Welk bedrijf onderzoekt het monster?

.....

Waarom dit bedrijf?

.....

Hoe snel is het advies terug?

.....

Wat zijn de kosten per advies?

.....

- c Het advies kan een verandering van het bemestingsschema inhouden. Wordt dit advies letterlijk opgevolgd? Hoe komt men tot de verandering in het schema? (eigen inzicht of van teeltbegeleider)

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

- d Neem een kenmerkend bijmestadvies. Bespreek dit met je stagebieder.

- e Geef antwoord op de volgende vragen:

- Wat zijn de (vermoedelijke) oorzaken van de te hoge of te lage waarden op het analyserapport?

.....

- Wijkt de stagebieder weleens af van het advies? Wanneer doet hij dat?

---

.....

.....

- Is er bij dit advies afgeweken? Waarom?

.....

.....



---

## Werkblad 7 Controle van watergeven en bemesten

Een bekend beeld is de controlekamer van een kerncentrale. Daar zitten mensen constant allerlei meters en beeldschermen in de gaten te houden. De meters volgen allerlei natuurkundige processen. Wanneer een waarde op een meter te hoog of te laag wordt, moet de operator ingrijpen. Op een glastuinbouwbedrijf zijn er ook een aantal processen die gevolgd kunnen worden, bijvoorbeeld verwarming, bemesting, en watergeven. Wanneer ingestelde waarden voor temperatuur, EC enzovoorts worden overschreden dan zal de de computer het proces bijsturen zodat de ingestelde waarde weer bereikt wordt. Wanneer de ingestelde waarde niet bereikt wordt gaat vaak het alarm af.

Het geven van water en voeding wordt automatisch geregeld door de computer. De tuinder moet een aantal waarden instellen om tot een goede water- en voedingsgift te komen.

- a Wat zijn de ingestelde waarden betreffende het watergeven?  
Denk onder andere aan tijdstip, frequentie en licht.

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

- b Noteer de ingestelde waarden.  
Bijvoorbeeld: 'Druppelbeurt 50 cc'.

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

- c Waar vindt de controle plaats (meetplaats) van de ingestelde waarden?

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

- d Wat zijn de ingestelde waarden voor instellingen van de bemesting?

.....

---

.....  
.....

e Noteer de ingestelde waarden voor de bemesting.

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

f Waar vindt de controle plaats (meetplaats) van de ingestelde waarden?

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

---

## Werkblad 8 Omgaan met meststoffen

- a Noteer van welke meststoffen op het bedrijf een (beperkte) voorraad aanwezig is.

Maak daarbij een onderverdeling naar voedingselementen, bijvoorbeeld:

- stikstof: kalisalpeter, ammoniumnitraat en salpeterzuur;
- kalium: kalisalpeter, kaliloog.

.....

.....

.....

.....

- b Beschrijf welke veiligheidsvoorzieningen er zijn of welke veiligheidsmaatregelen er worden genomen als de meststoffen worden aangeleverd.

.....

.....

.....

- c Beschrijf de veiligheidsvoorzieningen die op het bedrijf aanwezig zijn. Het gaat hierbij om de veiligheid voor het gewas, de toepasser en het milieu (omgeving).

Denk daarbij onder andere aan:

- het aansluiten van de leidingen bij gebruik van vloeibare meststoffen;
- de grootte van de voorraad;
- de inrichting van de plaats waar de meststoffen liggen;
- brandgevaar;
- het klaarmaken van bemestingsvakken (afwegen van meststoffen);
- het mengen van meststoffen;
- het lekken van vaten met meststoffen of kunstmestzakken.

.....

.....

.....

.....

.....

---

---

---

---

---

---

---

---

d Ga na of aanpassing van de Hinderwetvergunning nodig is voor het gebruiken van vloeibare meststoffen en dus ook voor het opslaan van deze meststoffen.

---

---

---

---

e Omschrijf wat je moet doen als er lekkage van de vaten met vloeibare meststoffen optreedt.

---

---

---

---

f Noteer wat er gebeurt met de vaten als ze leeg zijn.

---

---

---

---

g Welke firma levert vloeibare mest?

---

---

h Wat zijn belangrijke voordelen van vloeibare mest?

---

---

---

i Welke nadelen zijn er verbonden aan het gebruik van vloeibare meststoffen?

---

---

---

---

---

## Begrippenlijst

<i>analyse</i>	Betekent letterlijk: ontleding. Analyse is het ontleden van een stof tot de samenstellende elementen. Als je bodemvocht onderzoekt op de samenstelling van de aanwezige voedingsstoffen spreekt men van een analyse.
<i>bemestingsunit</i>	Apparaat dat ervoor zorgt dat de juiste hoeveelheid meststof aan het gietwater wordt toegediend.
<i>chelaten</i>	Organische verbindingen die een bepaald voedingsion kunnen binden. Nadat de plant het chelaat heeft opgenomen, komt het voedingsion vrij.
<i>eiwitsynthese</i>	Het maken van het eiwit. Synthese is het maken van een nieuw geheel uit losse elementen. Eiwitsynthese is dus het samenstellen van eiwitten uit afzonderlijke chemische stoffen. Synthese is het omgekeerde van analyse.
<i>enzymen</i>	Organische stoffen die helpen om bepaalde stoffen om te zetten in andere stoffen. De plant gebruikt enzymen bijvoorbeeld om chemische stoffen om te zetten tot eiwitten.
<i>essentiële elementen</i>	Wezenlijke, noodzakelijke elementen. De plant neemt voedingsionen op. Bepaalde hiervan zijn echt nodig (essentieel) voor de groei.
<i>manipuleren</i>	Beïnvloeden.
<i>membraan</i>	Dun vlies dat bepaalde stoffen doorlaat en andere stoffen tegenhoudt.
<i>streefwaarde</i>	De hoeveelheid die men tracht te bereiken. Bij een bepaalde hoeveelheid voedingsstoffen in het wortelmilieu groeit de plant optimaal.
<i>substraat</i>	Wanneer planten niet in de vollegrond groeien, maar in andere producten, spreekt men van substraat.
<i>uitgangswater</i>	Dit is het water waaraan de tuinder voedingsstoffen toevoegt. Het uitgangswater bestaat uit bronwater, regenwater of leidingwater of combinaties daarvan.
<i>wortelmilieu</i>	De directe omgeving van de wortel. Hier bevinden zich gronddeeltjes, bodemvocht, lucht en voedingsstoffen.

---

# Trefwoordenlijst

## **A**

analyse 25  
anorganische meststoffen 36

## **B**

basebak 48  
bemestingsunit 24

## **C**

chelaten 43  
chlorose 15

## **D**

Doorspoelen 31  
dragermoleculen 20

## **E**

EC-regeling 31  
EC-waarde 28  
enzymen 11  
essentiële elementen 14

## **G**

gebreksverschijnselen 14  
geleidbaarheid 28  
generatieve periode 14

## **H**

H<sup>+</sup>-ionen 22  
hoofdelementen 11

## **M**

manipuleren 32

membraan 20  
millimol 13  
mineralen 11

## **N**

necrose 15

## **O**

organische meststoffen 36  
overmaatsverschijnselen 14

## **S**

spooelementen 11, 18  
standaardvoedingsoplossing 54  
streefwaarde 24  
substraat 20

## **U**

uitgangswater 64

## **V**

vegetatieve periode 14  
venig substraat 25

## **W**

wortelmilieu 11

## **Z**

zouten 36  
zuurbak 48

