

## 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.

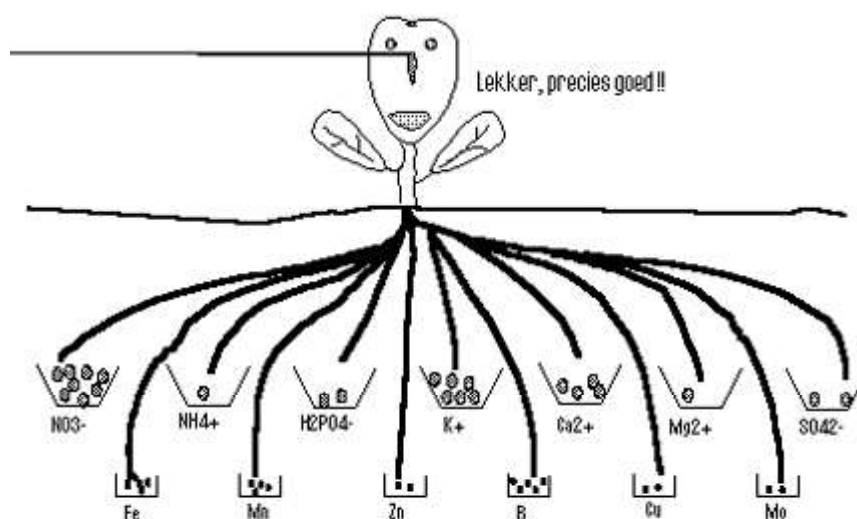
### Leerdoelen

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

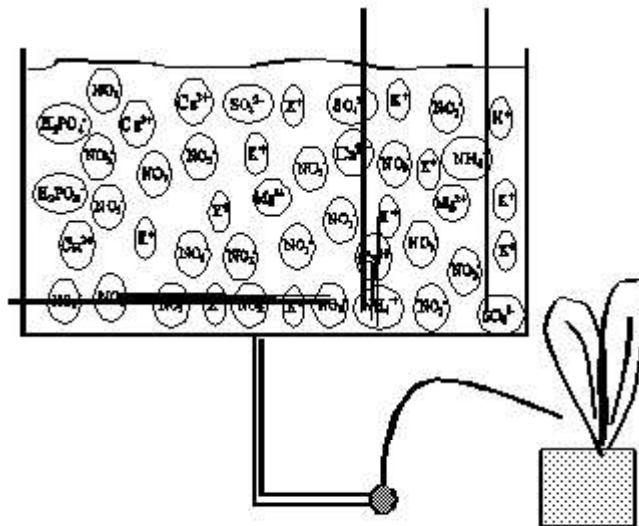
**Spoorelementen in micromol/l**

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 standaardvoedingsschema 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 voedingsooplossing 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 voedingsooplossing omrekent naar kilogrammen kunstmest.

### Gegevens

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

- 1 De voedingssionen die elke meststof levert. De meststof kaliumsulfaat (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) levert bijvoorbeeld de voedingssionen 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 voedingssionen 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	$5[\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}] \cdot \text{NH}_4\text{NO}_3$	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 $\text{SO}_4$	

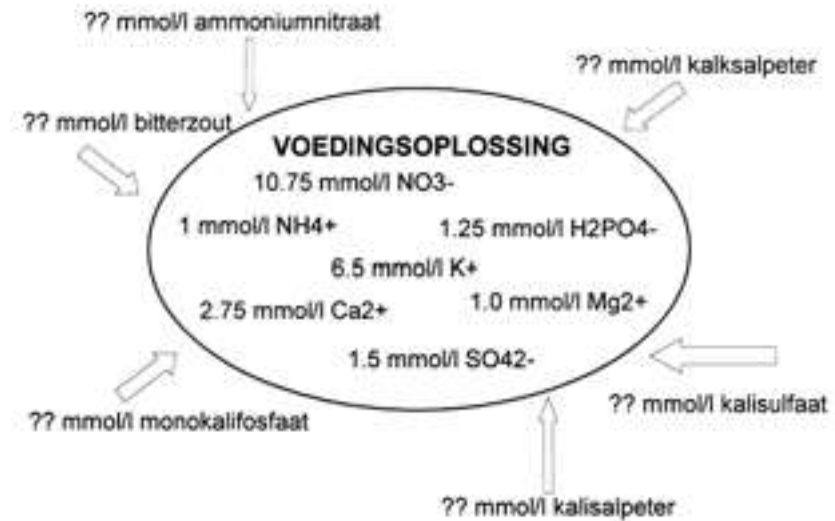
In figuur 6.5 is alleen het molgewicht van de totale meststof vermeld, niet het molgewicht van de samenstellende elementen. Om het gewicht van de samenstellende elementen te kunnen bepalen, heb je figuur 6.6 nodig. In figuur 6.6 kun je aflezen, wat de relatieve massa is van elementen die belangrijk zijn 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;
- kalsalpeter;
- 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	Voedingoplossing 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**

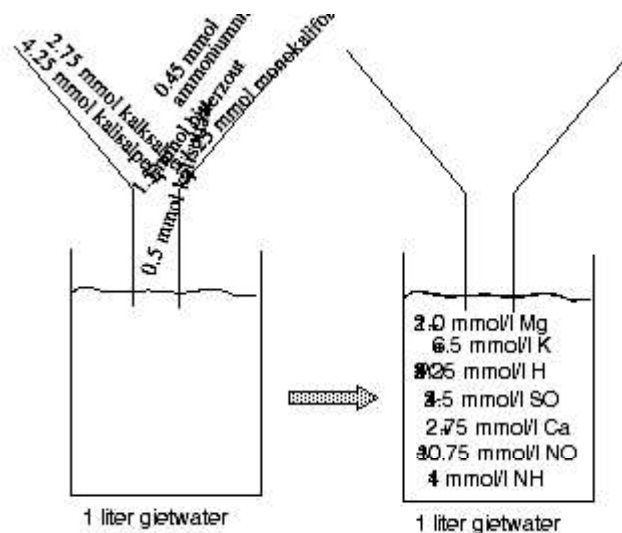
	Voedingsoplossing in millimol/l						
	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
	10.75	1.0	1.25	6.5	2.75	1.0	1.5
2.75 mmol kalksalpeter	6.05	0.55			2.75		
0.45 mmol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

### **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 kalksalpeter uit het voedingschema.

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 kalksalpeter per liter voedingsoplossing = 2750 mmol (1000 x 2.75 mmol) kalksalpeter 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 kalksalpeter per m<sup>3</sup> voedingsoplossing 275 mol kalksalpeter 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 kalksalpeter hij moet storten, moet hij de mollen kalksalpeter omrekenen in kilogram. Hij gebruikt de gegevens van figuur 6.5. Hij gaat als volgt te werk.

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

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

Nu weet de tuinder hoeveel kilo kalksalpeter 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 ammomiumnitraat;
- 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 kalisalpeter per liter voedingsoplossing = 43 kg kalisalpeter.

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

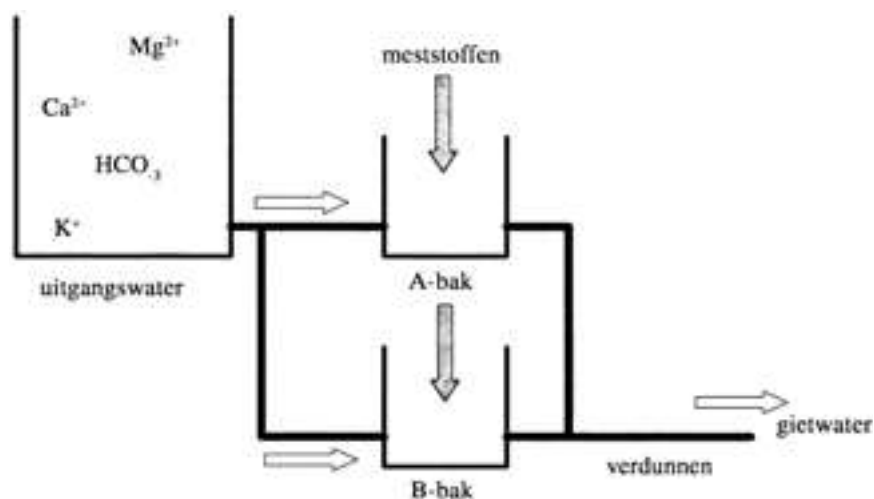
Dit zijn schema's die zijn aangepast op  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  en  $\text{Mg}^{2+}$ . Deze schema's worden gecodeerd als A-schema's met een 3-cijfercode.

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.