****

**Bemesting**

**Periode 2**

**Kunstmest**

**Inhoud**

Hoofdstuk 1: Chemische begrippen in de bemesting 3

Hoofdstuk 2: Soorten meststoffen in de glastuinbouw 10

Hoofdstuk 3: Bemonstering en analysemethoden 15

Hoofdstuk 4: Meststoffen doseren 19

**Hoofdstuk 1: Chemische begrippen in de bemesting.**

1. **Moleculen en Ionen: kationen en anionen**.

Zoals geleerd in de basis module bemesting bestaan meststoffen vaak uit zouten. Om door de plant opgenomen te kunnen worden, moeten deze zouten moeten altijd eerst oplossen in water. De plant drinkt zijn voeding en kan niet opeten als vaste stof. Als bijv. kaliumnitraat als vaste stof opgelost wordt in water, vallen de kaliumnitraat moleculen (de kleinste deeltjes die je nog kaliumnitraat mag noemen) uit elkaar (het daadwerkelijke oplossen). De nieuwe stoffen (ionen) die ontstaan zijn nu: kalium (K+) en nitraat (NO3-). Beide nieuwe delen hebben nu ook een lading die ze eerst bij elkaar hield. Een positief geladen ion (bijv. K+ en Ca2+) noemen we kationen. De negatief geladen ionen (bijv. NO3- of SO42-) worden anionen genoemd. Een eerdergenoemd molecule kan bestaan uit één soort element (bijv. K+) maar ook uit meerdere elementen bij elkaar (bijv. NO3-). Zodra een molecule een lading heeft is het tevens een ion. Belangrijk is om de lading te weten, want daarmee weet je hoeveel deeltjes er voor de plant beschikbaar komen.

Bijvoorbeeld kaliumnitraat (KNO3) geeft na oplossen: 1 deeltje kalium en 1 deeltje nitraat. Maar kaliumsulfaat (K2SO4) geeft na oplossen: 2 deeltjes kalium en 1 deeltje sulfaat (SO42-). Zie je ook waarom? Het kation kalium is 1+, maar het anion is sulfaat is 2-. Dus: 1 deeltje sulfaat kan 2x1 kation kalium binden om weer neutraal te zijn. De plant krijgt dus 2x meer kalium dan sulfaat per molecule kaliumsulfaat.

* + - 1. Noteer de volgende zout verhoudingsformule van de volgende zeer bekende meststoffen:  
         A. Kalksalpeter (= calciumnitraat)  
         B. Bitterzout (= magnesiumsulfaat)  
         C. Kalisulfaat (= kaliumsulfaat)

1. **Concentratie: mmol en mg/l (ppm).** In een voedingsoplossing of water-grondanalyse willen we graag weten hoeveel van elk voedingselement aanwezig en beschikbaar is voor de plant. In de meeste landen wordt de eenheid mg/liter gebruikt dat aangeeft hoeveel mg van een bepaald element er in een liter water zit. Aangezien een liter water een kg weegt, en een kg gelijk is aan 1.000.000 mg, wordt mg/liter ook uitgedrukt als ppm (parts per million = delen per miljoen). Met mg/l of ppm geven we de hoeveelheid aan op basis van gewichten. Bijv. 120 mg K/liter. In Nederland willen we echter weten hoeveel ion deeltjes K er voor de plant beschikbaar zijn, want de plant neemt immers ionen op. Hoeveel mg Kalium in het water zit, vinden we niet belangrijk. Er is internationaal afgesproken dat voor het aantal deeltjes de eenheid mol/liter wordt gebruikt.

Het aantal deeltjes voor een mol is vastgesteld op het aantal deeltjes H+ in 1 gram H+. Hetzelfde idee als dat het aantal in een dozijn is vastgesteld op 12. Het aantal deeltjes in mol is een onwerkbaar aantal deeltjes: een 6 met 23 nullen (6x1023) en bekend als het getal van Avogadro.

Het werkelijke aantal ionen is voor ons niet van belang, wij kijken alleen naar hoeveel er van elk voedingselement aanwezig is. Aangezien de hoeveelheid deeltjes in een voedingsoplossing zo’n 1000x lager zijn dan in een mol, gebruiken wij om de leesbaarheid te vergroten de eenheid mmol/l (1/1000 van een mol) voor de macro-elementen. Omdat de sporenelementen in nog veel lagere concentraties voorkomen, wordt de eenheid µmol/l gebruikt (1/1000 van een mmol/l). Werken met mmol (en µmol/l) is eenvoudiger, want 1 mmol K+ is immers dezelfde hoeveelheid ionen als 1 mmol NO3-, en 6 mmol Ca2+ is 2x zoveel in de oplossing aanwezig als 3 mmol Mg2+. Door het gebruik van mmol/l en µmol/l kunnen we eenvoudig direct het aantal voedingselementen met elkaar vergelijken en we “zien” hetzelfde als de plant “ziet”. Hoeveel gewicht er van elk element in een oplossing zit is onbelangrijk. De plant “ziet” deeltjes, zoals jij een bepaald aantal koeien in de wei ziet staan en niet praat over hoeveel kg koeien er in de wei staat.

2. Welke 3 ‘deeltjes’ worden gebruikt voor molberekeningen?  
 1 =   
 2 =  
 3 =

3. IJzerchelaat 6% (Fe-DTPA) is een bekende meststof met de formule C14H20FeN3O10NH4.  
 A. Uit hoeveel ‘deeltjes’ bestaat een molecuul FeDTPA?  
 B. Wat is de naam van deze ‘deeltjes’?  
 C. Wat is de verhouding tussen stikstof en zuurstof in dit molecuul?

1. **EC of electric conductivity (Electrische geleiding).** Een andere eenheid die we veelvuldig tegenkomen in de bemesting is het begrip EC (eenheid mS/cm). Met een EC meter kunnen we eenvoudig meten en sturen hoeveel voedingselementen er bij elkaar in een oplossing zitten. Het werkingsprincipe van een EC-meting is dat kationen en anionen in een oplossing een elektrische stroom door water geleiden. Zuiver water, dus zonder ionen, geleid dus geen stroom en heeft daarom een EC van 0. Hoe meer ionen in een oplossing zitten (hoe hoger de concentratie), des te makkelijker er stroom door het water gaat wat dus een hogere EC-waarde geeft.

Een EC-meting is betrouwbaar in een range van EC 1.0 tot ongeveer EC 6.0. Buiten deze range gaat de gemeten EC afwijken van het aantal opgeloste ionen. Dit betekent dat bij een EC van 6 er meer ionen in de oplossing aanwezig zijn dan dat de EC meter aangeeft. De EC (de elektrische stroom) kan ook verstoord worden door de aanwezigheid van grote hoeveelheden stoffen in de oplossing die niet de EC geleiden en de stroom hinderen. De gemeten EC-waarde gaat daardoor lager worden.

4. Welke ‘deeltjes’ bepalen de EC?  
  
5. Welke ‘deeltjes’ vestoren de EC?  
  
6. Wat is de ideale EC voor jouw gewas?

1. **pH of zuurgraad.** Voor een goede groei is het erg belangrijk om omstandigheden rond de wortel optimaal te hebben. Een van de factoren die van belang zijn is de mate van zuurheid. De zuurgraad wordt uitgedrukt in “pH”. Te zure omstandigheden (te lage pH waarde) kan een zwakke wortel veroorzaken die erg gevoelig is voor ziekten. Maar een te hoge zuurgraad (pH) kan ervoor zorgen dat voedingstoffen niet in oplossing blijven, een neerslag vormen en daardoor niet beschikbaar voor de plant. Ook in een voedingsoplossing kan een verkeerde zuurgraad grote problemen geven (bijv. onoplosbaarheden, verstoppingen van filters en druppelaars).

De officiële formule van pH is: **pH = -log[H+]** en de definitie van pH is: “**de negatieve logaritme van de concentratie van de vrije H+ ionen”**. De pH schaal gaat van pH 0 (zuur) tot pH 14 (basisch), waarbij pH 7 neutraal is. De pH waarde geeft dus aan hoeveel vrije waterstofionen (H+)/liter in een oplossing aanwezig zijn.

De exacte hoeveelheid H+/liter is te berekenen, maar is voor ons in de bemesting niet belangrijk. Maar om te weten hoe de pH aangepast kan worden en hoe het reageert, is het wel belangrijk om te begrijpen hoe pH werkt. De pH heeft een paar bijzondere eigenschappen die het lastig maken om er mee te werken. Onderstaande eigenschappen moet je daarom weten:

1. De hoeveelheid H+/liter is in de praktijk maximum 1 mol/l, maar bijna altijd veel minder (bijv. 0.1, 0.01 mol/l en veel minder).

2. Bij elke pH stap (bijv. van pH 3 naar pH 4 of omgekeerd) is de hoeveelheid H+/l10x groter of kleiner is. Deze stappen van 10x groter of kleiner worden een logaritmische functie genoemd (afgekort log). De grote (aantal stappen van 10) van de log wordt aangeduid met een klein getal boven het woordje log. Bijvoorbeeld: log2, De naam "log" geeft aan dat we met stappen van 10x te maken hebben en het getal 2 geeft aan dat het 2 stappen zijn, dus 10x10 =100. Zo is log4  is dus 4 stappen van 10x: 10x10x10x10 = 10.000. Omdat we eerder zagen dat de hoeveelheid H+/l bijna altijd kleiner is dan 1, krijgen we te maken met een negatief log getal: log-1 is 1 gedeeld door 10 = 0.1 en log-2 is 1 gedeeld door 10 en nog een keer gedeeld door 10 = 0.01. Het zou chemisch correcter zijn om te praten over pH-3 in plaats van pH3. Maar aangezien dit lastig communiceren is, is er afgesproken dat de negatieve log wordt genomen (log getal x -1), waardoor een negatief getal weer positief wordt.

3. Omdat we de negatieve log nemen, zie je dat een kleine pH waarde (bijv. pH 2) veel meer H+/l heeft (0.01 mol/l) dan een hogere pH waarde (bijv. pH 5: 0.00001mol/l). Dit is dus de reden dat een lage pH zuurder is dan een hogere pH waarde.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **pH** | **log** | **aantal H+ /liter** | **Omschrijving** |
| 0 | 0 | 1 | Zuur |
| 1 | -1 | 0.1 |
| 2 | -2 | 0.01 |
| 3 | -3 | 0.001 |
| 4 | -4 | 0.0001 |
| 5 | -5 | 0.00001 |
| 6 | -6 | 0.000001 |
| 7 | -7 | 0.0000001 | Neutraal |
| 8 | -8 | 0.00000001 | Basisch |
| 9 | -9 | 0.000000001 |
| 10 | -10 | 0.0000000001 |
| 11 | -11 | 0.00000000001 |
| 12 | -12 | 0.000000000001 |
| 13 | -13 | 0.0000000000001 |
| 14 | -14 | 0.00000000000001 |

In bovenstaande tabel staan alleen de hele pH waarden, het log getal en de hoeveelheid H+/liter genoemd. Uiteraard kan de pH waarde ook tussen twee hele pH waarden in liggen (bijv. pH 5.3). De hoeveelheid H+/liter is ook dan te berekenen met behulp van de log functie op je rekenmachine. Voor ons is bovenstaande basiskennis voldoende.

7. Bereken de pH van een oplossing met [H+] = 0,0005 mol/L.  
  
8. Hoeveel × geconcentreerd met H+ - ionen is een oplossing met pH 6 t.o.v. 3?  
  
9. Wat is dé reden dat de pH schaal min of meer begrensd is tussen 0 en 14?

1. **Zouten, ureum, zuren en basen (hydroxide en bicarbonaat).**

**Zouten.** We noemde al dat meststoffen vaak zouten zijn. Maar wat is een zout eigenlijk. We kennen allemaal keukenzout met de chemische naam natriumchloride. Als dit oplost ontstaan er kationen en anionen Na+ en Cl-. Bij een zout is het kation altijd een metaalion. Dit is niet alleen de meer bekende metalen zoals ijzer (Fe2+), zink (Zn2+), koper (Cu2+), magnesium (Mg2+) en mangaan (Mn2+), maar ook kalium (K+), calcium (Ca2+), natrium (Na+) en ammonium (NH4+) worden tot de metalen groep gerekend. Het anion wat aan het metaalion wordt geboden wordt zuurrest genoemd: dit zijn nitraat (NO3-), sulfaat (SO42-), fosfaat (H2PO4-) en chloride (Cl-).

1. Noteer de volgende zout verhoudingsformule van de volgende zeer bekende meststoffen:  
   A. Monokalifosfaat (= kaliumdiwaterstoffosfaat)  
   B. Kalisalpeter (= kaliumnitraat)  
   C. Amnitra (= ammoniumnitraat)

**Ureum.** Een bijzondere meststof is ureum. Dit is echter geen zout maar een organisch molecuul (NH2)2CO. Het lost in zijn geheel op in water en vormt dan geen ionen. Omdat het geen lading heeft, kan de plant de ureum ook niet direct opnemen, maar moet wachten tot de ureum uit elkaar is gevallen in ionen. Deze reactie kost tijd (dagen) en is afhankelijk van de omstandigheden. Uiteindelijk ontstaat er meestal veel ammonium. Omdat ureum bij oplossen niet splitst in ionen, kan het niet gemeten worden met een EC meter en dus ook niet gedoseerd worden op basis van een EC-regeling. Let op: ureum verhoogd dus wel de concentratie voeding maar niet de EC. Ureum kan hierdoor een bemestingsgift in fertigatie volkomen verstoren en er zijn dan ook grote schade gevallen bekend waarbij de plant een overdosering voeding kreeg terwijl de EC erg laag was.

1. Wat is het grote voordeel van gebruik van ureum in de phalaenopsisteelt?

**Zuren** zijn ook een soort zouten, maar hier is het metaalion vervangen door een zuur-kation (H+). Aan het zuur-ion zit een zuurrest, dat ook loskomt als het opgelost wordt. De zuurrest-anionen zijn precies dezelfde als die we ook zagen bij de zouten: nitraat (NO3-), sulfaat (SO42-), fosfaat (H2PO4-) en chloride (Cl-). Salpeterzuur (salpeter is de ouderwetse naam voor nitraat) bestaat dus uit zuur (H+) en nitraat (NO3-). Als je salpeterzuur aan de meststoffenbakken toevoegt wordt de oplossing zuurder (lagere pH) door het zuur en het nitraat is nu gewoon dezelfde voeding geworden als het nitraat uit kaliumnitraat (ook wel kalisalpeter genoemd). Let op bij gebruik van zuren. Ze kunnen ernstige verwondingen veroorzaken aan je huid, ogen en zelfs longen. Draag altijd de juiste persoonlijke beschermende middelen en gebruik zuren op een goed geventileerde plaats. Als je toch per ongeluk in contact komt met een zuur, spoel het dan zo snel mogelijk met veel water weg en ga direct naar de dokter.

1. Welk zuur wordt veel gebruikt in de bemesting glastuinbouw?

**Basen** zijn in principe het tegenovergestelde van zuren. Bij een base is het zuur-ion vervangen door een echt metaalion (meestal Kalium) en de zuurrest is altijd een basisch element: OH- (loog of hydroxide). Als je basische producten gebruikt zal de zuurgraad (pH) stijgen en er komt een metaalion beschikbaar voor de plant. In de tuinbouw wordt alleen de base kaliloog of kaliumhydroxide gebruikt als meststof. Zuren zijn gevaarlijk, maar basen zijn nog vele malen gevaarlijker. Bij contact met een zuur voel je het gelijk branden, maar een bij contact met een base voel je het niet gelijk. Toch geeft een base ook ernstige schade als je ermee in contact komt. Daarbij komt dat een base zich lastig met water laat wegspoelen. Dus bescherm jezelf maximaal en bij contact ook nu weer met heel veel water de base weg spoelen en naar de dokter.

1. Welke loog wordt veel gebruikt in de bemesting glastuinbouw?

**Hydroxide, carbonaat en bicarbonaat.** Een bijzondere vorm van een base is een carbonaat of bicarbonaat. Hierbij is het loog of hydroxide deel (OH-) vervangen door een carbonaat (CO32-) of bicarbonaat (HCO3-). Een bekend voorbeeld van een carbonaat is calciumcarbonaat (kalk) CaCO3), dat gestrooid kan worden op de grond of door de potgrond kan worden gemengd. Een veel gebruikt bicarbonaat in de tuinbouw is kaliumbicarbonaat (KHCO3) dat wordt opgelost in water en gebruikt wordt om de pH van het druppelwater te verhogen. De werking van een carbonaat en bicarbonaat is wel anders dan een hydroxide of loog. Beide hebben hetzelfde eindresultaat dat de pH wordt verhoogd, maar een hydroxide of loog brengt direct OH- in een oplossing dat reageert met zuur (H+) tot water: H+ + OH- → H2O. De oplossing bevat daarmee minder zuur en dus stijgt de pH. Nadeel van deze reactie is dat het een erg agressieve reactie is, waarbij ook veel warmte vrijkomt, soms zelfs zoveel dat het water kan gaan koken of dat plastic tanks zacht worden. Carbonaten en bicarbonaten vangen van het zuur veel subtieler weg. Het (bi)carbonaat reageert eerst met het zuur en vormt eerst koolzuur dat direct uit elkaar valt in water en koolzuurgas. Het koolzuurgas (CO2) komt als gasbelletjes uit de oplossing (net zoals in een glas bier). In formule ziet het er als volgt uit: H+ + HCO3- → H2CO3 → H2O + CO2↑. Deze manier van de pH verhogen in water is veel veiliger, maar heeft als nadeel dat het iets langer duurt.

1. In welke uitgangswater komt veel bicarbonaat voor?
2. Wat is het voordeel van weinig bicarbonaat in uitgangswater?
3. Wat is het nadeel van veel bicarbonaat in uitgangswater?

**Hoofdstuk 2. Soorten meststoffen in de glastuinbouw:**

In de land- en tuinbouw gebruiken we meststoffen om de planten van voedingsstoffen te voorzien. We dienen deze meststoffen toe aan de grond, water of substraat, waarna de planten ze kunnen opnemen. Er zijn verschillende soorten meststoffen, waarbij we hier onderscheid maken tussen organische meststoffen en minerale meststoffen. De meststoffen moeten wel eerst in water oplossen (en daarbij ionen vormen) alvorens de plant ze kan opnemen. In de grond gebeurt dat in het water dat in de grond aanwezig is of we laten de meststoffen eerst oplossen, om ze in opgeloste vorm met de irrigatie mee te geven. Dat laatste gebeurt bij substraatteelten altijd via een complete voedingsoplossing.

1. **Naamgeving en gehalten van een meststof.**

Een meststof heeft vaak twee of meerdere namen. Op de voorkant van de zak staat de commerciële naam (bijv. Calcinit). Achter op de zak staat de chemische naam vermeld (calciumnitraat) en de specificaties met de gegarandeerde gehalten. Vaak komt het in de praktijk voor dat de meststof een eigen naam heeft gekregen of dat een oude benaming nog steeds wordt gebruikt (kalksalpeter).

In de Europese wetgeving is bepaald dat de chemische samenstelling van een meststof volgens vaste regels moet worden aangegeven, namelijk in deze volgorde: N – P – K – Ca – Mg en de micro-elementen: B – Cu – Fe – Mn – Mo – Zn. De eenheid is altijd in gewichtsprocenten (%). Dus 46% betekent dus dat er 460 gram van het betreffende element in een kg meststof aanwezig is.

Het element stikstof (N) wordt altijd aangegeven in % zuivere stof (N). In de specificatie achter op de zak (het garantietabel) is te zien hoeveel en in welke vorm de stikstof in het product aanwezig is. Bijvoorbeeld: een meststof bevat totaal 18% N, achter op de zak is de verdeling aangegeven, bijv. 7% N als nitraat (NO3-), 2% N als ammonium (NH4+) en 9% N als ureum. Alle andere macro-elementen moeten volgens de meststoffenwet worden uitgedrukt in een oxide vorm: P2O5, K2O, CaO, MgO en SO3 (sulfaat). Die hoeveelheid moet ook wateroplosbaar zijn. De fabrikant mag als extra informatie de gehalten in zuivere stof weergeven: P, K, Mg, S. De micro-elementen worden altijd als zuiver stof vermeld, eventueel met de vermelding of ze gebonden zijn aan een chelaat. Let op dat in sommige landen (o.a. Scandinavië, Finland, Ierland, USA en Australië) alle gehalten als zuiver element wordt aangegeven. Er zijn officiële omrekenfactoren vastgesteld om de gehalten van oxide naar zuiver om te rekenen en terug. Bijv. 15% K2O is 15% x 0.83 (omrekenfactor) = 12.45% K.

Bij wateroplosbare meststoffen wordt ook aangegeven hoeveel de EC (mS/cm) toeneemt als er 1 gram van die meststof in een liter demi water wordt opgelost. Dit is handige informatie voor als een bepaalde concentratie gemaakt moet worden. Soms wordt ook nog de pH van het product vermeld bij 1% oplossing. Als gebruiker heb je dus het meest aan het garantietabel.

1. **Organische meststoffen.**

In de grondteelt kan gebruik gemaakt worden van meststoffen die samengesteld zijn uit organische materialen. Vaak zijn die van dierlijke oorsprong die rijk zijn in bijv. stikstof, fosfaat, kalium. Maar ook van plantaardige oorsprong is mogelijk, bijv. algen, zeewier, compost. Het voordeel van deze meststoffen is dat er behalve voeding, ook wat organisch stof wordt toegevoegd. Organische stof is in de grond belangrijk voor een goede structuur (water-, en luchthuishouding) en een gebalanceerde biologische activiteit. Hoewel het percentage organische stof in een meststof best hoog kan zijn (50 -75%) is de hoeveelheid organische stof die uiteindelijk wordt gegeven te weinig om de jaarlijkse afbraak van de organische stof in de grond te compenseren. Per jaar wordt zo’n 3 – 5% van de organische stof afgebroken. Als dit weer aangevuld zou moeten worden uit alleen de organische meststoffen, zou er veel te veel voeding wordt meegegeven. Voor aanvulling van puur organische stof is dus vaak een extra product noodzakelijk.

De voedingselementen zijn vaak aanwezig in organische verbindingen (eiwitten, aminozuren). Deze organische verbindingen zijn direct beschikbaar voor de plant en moeten eerst afgebroken worden tot een opneembare vorm. Er is een grote keuze van producten. Sommige bevatten relatief hoge percentages van 1 of 2 elementen (bijv. bloedmeel met veel stikstof), maar ook zijn er zgn. samengestelde producten beschikbaar, dat een mengsel is van meerdere grondstoffen. Hiermee ontstaat een meststof die meerdere voedingselementen bevat: bijv. N-P-K. Het nadeel van organische meststoffen is dat ze meestal alleen gebruikt kunnen worden als strooimeststof op de grond, waarna ze door de grond gemengd moeten worden. Andere risico’s zijn de aanwezigheid van ongewenste stoffen als verontreiniging, zoals natrium, chloride en te hoge gehalten aan zware metalen. Wanneer het gewas erg gevoelig is voor een bepaald element (bijv. Borium) dient hier extra opgelet te worden. In biologische teelten is het niet toegestaan om gewone minerale meststoffen te gebruiken (uitgezonderd een enkele minerale meststoffen waarvoor geen goed biologisch alternatief is). Daarmee zijn deze teelten sterk afhankelijk van de organische meststoffen. Hoewel de meeste organische meststoffen als poeder of in geperste korrels worden geleverd, zijn er tegenwoordig ook organische vloeibare meststoffen te krijgen.

1. **Minerale meststoffen.** Deze groep meststoffen wordt vaak kunstmest genoemd. Een betere benaming is minerale meststof zoals in het buitenland gebruikt wordt. Deze meststoffen zijn met name zouten, maar ook zuren en basen reken we tot deze groep. Minerale meststoffen worden in fabrieken in gecontroleerde processen gemaakt. De samenstelling moet altijd voldoen aan officiële wetgeving (FPR) en event. aan strengere aanvullende eisen die door groep gebruikers worden gesteld (RHP-garanties voor gebruik in potgrond). De samenstelling van het eindproduct is altijd gegarandeerd en vrij van ongewenste stoffen. Er zijn heel veel soorten minerale meststoffen te krijgen.

Ze zijn in te delen in een paar hoofdgroepen:

* + **Strooi meststoffen (enkelvoudig en NPK).** Deze meststoffen zijn zoals de naam al zegt bedoeld om te strooien en niet om eerst op te lossen en dan te doseren via de regenleiding of druppelaars. Deze meststoffen worden in de tuinbouw gebruikt als basisbemesting in de grond vooraf aan de teelt. Aan de hand van een grondanalyse wordt bepaald wat nog is om de gewenste voedingstoestand in de grond te krijgen. De tuinder kan kiezen om meerdere meststoffen te geven die elk bestaan uit een paar hoofdelementen. Bijv. KAS (of kalkammonsalpeter) bevat alleen stikstof (27% N). Patentkali is een combinatie van kalium, magnesium en sulfaat. Kieseriet is opgebouwd uit magnesium en sulfaat. Per element kan dan uit uitgerekend worden hoeveel van elke meststof gegeven moet worden. Het voordeel is dat er heel precies gemest kan worden. Maar het nadeel is dat het meer rekenwerk kost, meerdere producten nodig zijn en alles gelijkmatig verdeeld moet worden. Om dit eenvoudiger te maken zijn zogenaamde NPK (korrel)meststoffen uitgevonden. Een heel bekende NPK is de 12-10-18. De cijfers geven de samenstelling aan in de volgorde N – P – K -Mg, dus 12%N, 10%P2O5 en 18%K2O. Het voordeel van een korrel NPK-meststof is dat het eenvoudig te doseren is (handmatig of machinaal strooien met weinig stof). Omdat elke korrel vaak dezelfde samenstelling heeft, worden alle voedingselementen gelijkmatig verdeeld. Het nadeel is de samenstelling nooit helemaal overeenkomt met wat nodig is. Maar met de juiste keuze NPK kan er een goed resultaat behaald worden.
  + **Wateroplosbare meststoffen**. In veel teelten in kasgrond, substraat, potplanten, maar ook in de buitenteelten, wordt tegenwoordig vaak bemest via regenleiding, sprinklers, druppelaars, eb en vloed systemen. De meststoffen moeten daarvoor 100% wateroplosbaar zijn om het systeem niet te verstoppen. Het grote voordeel is de flexibiliteit om een bepaalde voedingssamenstelling te geven, de hoge efficiëntie van de beschikbaarheid van de voedingselementen en de nauwkeurigheid. De gebruikte meststoffen kunnen “enkelvoudig” of samengesteld zijn.
  + **“Enkelvoudige” meststof.** Hoewel de naam “enkelvoudig” chemische gezien niet correct is, wordt die omschrijving in de praktijk toch veel gebruikt. Een meststof bevat zoals eerder uitgelegd, altijd uit meerdere bestandsdelen. Een meststof bestaat altijd uit 1 (max 2) type kationen en 1 type anion, bijv. kaliumnitraat (K+ en NO3-), calciumnitraat (Mg2+en 2NO3-), magnesiumsulfaat (bitterzout of Epsonzout) (Mg2+ en SO42-). Het grote voordeel van “enkelvoudige “meststoffen is de enorme flexibiliteit en het ontelbaar aantal soorten voedingsoplossingen die ermee zijn te maken. Het nadeel is dat van elke meststof berekend moet worden hoeveel er nodig is en vervolgens moet elke meststof precies afgewogen worden. “Enkelvoudige” meststoffen kunnen zowel als vaste en als vloeibare producten besteld worden. Vloeibare meststoffen (zoals SUBSTRAFEED) zijn handiger in gebruik: geen zware zakken tillen en de meststof oplossingen zijn sneller en zelfs volledig automatisch te maken. Veel fabrikanten leveren daarbij uitgebreide computerprogramma’s om de voedingsoplossingen mee te berekenen. Nadeel is dat een vloeibaar pakket vaak duurder in aanschaf is.

* + **Wateroplosbare NPK-meststoffen.** Om het bemesten eenvoudiger te maken met minder kansen op fouten, zijn er kant en klare samenstelling ontwikkeld in vele varianten. Ze hebben soms mooie namen of kleuren. Ze worden allemaal aangeduid met de samenstelling zoals we ook zagen bij de NPK-korrel mengmeststoffen. De volledig wateroplosbare NPK’s bevatten vaak ook magnesium, sulfaat en een volledig micro-elementen pakket (B, Cu, Fe, Mn, Mo, Zn). De stikstof kan weer aanwezig zijn als nitraat, ammonium en soms ureum. Er zijn zelfs speciale samenstellingen die rekening houden met calciumnitraat in de A-bak, deze soorten zijn daarom erg laag in stikstof en hoog in kalium. Omdat wateroplosbare NPK’s altijd fosfaat en/of sulfaat bevatten mogen ze niet in hoge concentraties opgelost worden met calcium meststoffen in dezelfde bak. Daarom moeten ze dus apart opgelost worden in de B-bak. Het nadeel van deze meststoffen is dat de NPK-verhouding vast staat en dat de samenstelling vaak niet precies overeenkomt met de behoefte van het gewas. Ook is door de vaste samenstelling de inbreng van drainwater moeilijk in te rekenen.
  + **Chelaten.** Micro-elementen (ook vaak spoorelementen genoemd) zoals ijzer (Fe), mangaan (Mn), zink (Zn) en koper (Cu) kunnen door een te hoge pH in de grond of in het substraat snel een niet wateroplosbare neerslag vormen en zijn daardoor niet meer beschikbaar voor de plant. Om deze pH gevoeligheid te verminderen en de kans op neerslaan te verkleinen, worden de metalen micro-elementen ‘verpakt’ in een groot organische molecuul: chelaat. Het woord chelaat komt uit het Grieks en betekend “klauw”. Een chelaat grijpt dus het metaalion (bijv. Fe) en beschermt het dan tegen een te hoge pH. Het chelaat levert vervolgens het voedingselement als een postpakketje bij de plantenwortel af. De plant kan het pakketje openen en het voedingselement eruit halen. Het lege chelaat valt daarna uit elkaar en verdwijnt. Alleen kationen die een 2+ of 3+ lading hebben kunnen beschermd worden door een chelaat.

EXTRA tekst: *Net zoals er verschillende soorten postpakketten (dozen) zijn, die elk verschillende niveaus van bescherming bieden, zo zijn er ook verschillende soorten chelaten die de metalen tegen verschillende pH’s kunnen beschermen. Het basis type chelaat is een EDTA. Het standaard type chelaat voor substraten is het DTPA-chelaat en voor hoge pH’s (>7) worden nog sterkere chelaten gebruikt: EDDHA of HBED. Mangaan, zink en koper passen beter in het EDTA chelaat dan ijzer, daarom beschermt het EDTA chelaat mangaan, zink en koper ook bij veel hogere pH veel beter. Dus de combinatie: chelaat (verpakking) en het type metaalion (de inhoud), bepalen dus de beschermingsgraad.*

*Van de EDDHA-ijzer chelaten (ook wel “rood ijzer” genoemd door de dieprode wijnkleur) zijn er verschillende kwaliteiten op de markt. De kwaliteit wordt bepaald door het aantal “armpjes” waarmee het chelaat het ijzer vast houdt. Het Fe kan maximaal worden vastgehouden met 6 armpjes. De kwaliteit wordt aangegeven in het percentage ortho-ortho (o-o) in het chelaat. Het o-o gehalte geeft aan hoeveel Fe er met 6 armpjes wordt vastgehouden. Hoe hoger en dichter de o-o waarde bij het totaal ijzer in het chelaat ligt, des te beter is het chelaat. Stel een Fe-EDDHA chelaat bevat 6% Fe en heeft een ortho-ortho van 4.8%, dan is dus beter dan een 6% Fe-EDDHA met 3% otho-ortho. Als het o-o gehalte 6% is en het totaal gehalte ijzer is ook 6%, dan is al het ijzer maximaal beschermd en dus is het ijzer in het chelaat optimaal beschermd*.

1. **Gecoate meststoffen**. Een speciale groep meststoffen zijn de gecoate producten. Dit zijn vrijwel altijd wateroplosbare NPK, maar dan verpakt in een harscoating. Deze coating zorgt ervoor dat de meststoffen gedurende langer tijd vrijkomen voor de plant. Dit soort producten worden veel gebruikt in pottenteelt buiten. Als er een keer een flinke regenbui is geweest zijn niet alle meststoffen direct uitgespoeld maar alleen dat deel dat al buiten de coating was gekomen. De coating zorgt ervoor dat kort na de regenbui weer wat voeding beschikbaar komt voor de plant. De werkingsduur verschilt per soort, dit kan zijn van slechts enkele weken tot wel 12-14 maanden.

Waar of niet waar:

Waar/Nietwaar: In de Europese wetgeving moeten meststoffen altijd worden aangegeven in de volgorde N – P – K – Ca – Mg en daarna de micro-elementen.

Waar/Nietwaar: Het element stikstof (N) wordt in meststoffen altijd uitgedrukt in de vorm van oxiden (zoals NOx).

Waar/Nietwaar: Organische meststoffen voegen naast voeding ook organische stof toe, wat belangrijk is voor de structuur en biologische activiteit van de grond.

Waar/Nietwaar: Minerale meststoffen worden vaak kunstmest genoemd, maar een betere benaming is “minerale meststof.”

Waar/Nietwaar: Een NPK-meststof met de aanduiding 12-10-18 bevat 12% N, 10% P2O5 en 18% K2O.

Waar/Nietwaar: Chelaten beschermen micro-elementen zoals ijzer, mangaan en zink tegen neerslaan bij een hoge pH.

Waar/Nietwaar: Gecoate meststoffen zorgen ervoor dat voedingsstoffen in één keer volledig vrijkomen na een regenbui.

**Hoofdstuk 3. Bemonstering en analysemethoden.**

**Inleiding.** Grond, water en planten worden regelmatig geanalyseerd om de voedingstoestand te meten en te bepalen of, en welke aanpassingen in de bemesting nodig zijn. Om een nauwkeurige analyse te krijgen is het erg belangrijk om het monster op een goede manier te nemen.

**Fouten in bemonstering en analyses.** Een monster moet altijd representatief zijn, dit betekend dat het kleine beetje verzamelde materiaal dat naar het laboratorium verstuurd wordt, gelijk is met de grond, water of planten dat geanalyseerd gaat worden. Door het verkeerd bemonsteren komt het monster niet overeen met de situatie in de kas en is de analyse ervan dus ook onbetrouwbaar. Fouten door onjuist bemonsteren worden “bemonsteringsfout” genoemd. Dit is veruit de meest voorkomende oorzaak van onjuiste analyse resultaten. Fouten die op het laboratorium ontstaan door onnauwkeurige metingen worden “analysefout” genoemd. De kans op analysefouten zijn door vele controles op het laboratorium zeer gering.

**Het nemen van monster.** Om een bemonsteringfout te voorkomen, is nauwkeurig bemonsteren noodzakelijk. Een monster dat naar het laboratorium gestuurd bestaat uit vele kleine deelmonsters die verdeeld over de hele kas of perceel zijn verzameld. Nadat alle deelmonster goed gemengd zijn, gaat een gedeelte naar het laboratorium. Wat in het zakje of fles zit komt nu goed overeen met de situatie ter plaatse (is representatief). Een veel gemaakte fout is dat het monster op slechts enkele plaatsen is genomen. Een goed monster is verzameld op tenminste 40 verschillende plaatsen. Een andere veel gemaakte fout is dat de apparatuur waarmee het monster wordt genomen vervuild is. Daarom altijd de deelmonster verzamelen in een schone emmer (dus niet een leeg sporenemmertje gebruiken). Daarna het monster opsturen in een schoon flesje of zakje dat door het laboratorium is verstrekt (dus geen lege gewasbeschermingsfles gebruiken). Bemonster voor een regulier monster alleen plaatsen waar het gewas “normaal” groeit. Als je afwijkende groei wil bemonsteren om de oorzaak te achterhalen, dan neem je alleen daarvan een monster.

**Andere algemene richtlijnen om een betrouwbaar monster te krijgen:**

* Neem het monster altijd op dezelfde manier.
* Laat dezelfde persoon de monsters verzamelen.
* Het monster dezelfde dag naar het laboratorium versturen.
* Tot versturen het monter donker en koel bewaren.
* Verschillende rassen, plantingen en locaties apart bemonsteren.
* Meldt duidelijk de herkomst van het monster en de gewenste analysemethode.

**Specifieke richtlijnen voor watermonsters in substraatteelten**:

* Zuig het water met een speciaal ontwikkelde injectiespuit uit de steenwolmat.
* 50% van de deelmonsters onder de planten en 50% tussen de planten midden in de rij.
* Niet de (vaak natte) kopeinden van de mat bemonsteren.
* Het water monster nemen kort na de eerste drain.

**Specifieke richtlijnen voor potgrond en organisch (bijv. kokos) substraat:**

* Bemonster het midden van de pot (niet de onderste 2 cm (vaak te nat) en de bovenste 1-2 cm- (vaak te droog en verzout).
* Bemonster de dag voordat gieten gepland is.
* Verwijder voorzichtig slow release korrels en meld aan het laboratorium het gebruik ervan.

**Specifieke richtlijnen voor kasgrondmonsters:**

* Bemonster met een speciaal ontwikkelde grondboor.
* Bemonster grond dat voldoende vochtig is en waar wortels groeien.
* Bemonster het midden van het plantbed (niet de randen en kopeinden).
* Delen met afwijkende grondstructuur apart bemonsteren.
* Diepte grondmonster: 25 - 30 cm. Verwijder de bovenste 2- 5 cm.

**Specifieke richtlijnen voor blad- en gewasmonsters:**

* Bemonster jong volgroeit blad, tenzij anders aangegeven.
* Volg de richtlijnen van het laboratorium, aangezien de richtlijnen per gewas en analyse methode erg kunnen verschillen.

**Analyse technieken.** Op het laboratorium worden diverse voorbehandelingen en analyse technieken ingezet om de voedingstoestand van een monster te bepalen. Omdat elke methode een ander effect heeft op hoeveel er van elk element gemeten wordt, mogen de analyseresultaten alleen vergeleken worden met de streefwaarden die horen bij die bepaalde analysetechniek. Hieronder volgt een beknopt een overzicht van de meest gebruikte methoden.

**Extractiemethode.** Een voedingselement is alleen te meten als het opgelost is in water. In een watermonster is dat eenvoudig aangezien daar de voedingstoffen al nagenoeg allemaal opgelost zijn. In een grondmonster zullen de voedingsstoffen eerst opgelost moeten worden en gescheiden van de gronddeeltjes, voordat ze te meten zijn. Hiervoor wordt een grondmonster aangevuld met water, intens geschud zodat de voedingstoffen oplossen in het water en tenslotte wordt het water en grond gescheiden door filtratie. Deze methode lijkt erg op koffiezetten met een filter, de vaste bestandsdelen blijven in het filter achter en het water met het koffiearoma lekken door het filter. Deze methode wordt extractie methode genoemd. De hoeveelheid water en eventuele toevoegingen aan het water verschilt per monster en analyse.

**Wateranalyse.** Een wateranalyse is de eenvoudigste analyse methode. Het water kan van verschillende oorsprong zijn, zoals: leidingwater, drainwater, bronwater, water verzameld uit de steenwolmat. De enigste voorbehandeling is een simpele filtratie om vaste delen te verwijderen die anders de analyseapparatuur kan vervuilen.

**Kasgrond.** Omdat in kassen de watergift volledig onder controle is en er elk moment bijbemest kan worden, willen met een analyse bepalen wat er direct beschikbaar is voor de plant. Langere termijn inzicht is nu minder belangrijk. De methode die gebruikt wordt bij kasgrond is de 1:2 volume extractie methode met water. Ook hier wordt aan 2 delen water 1 volume deel grond toegevoegd (bijv. 60 ml water + 30 ml grond). Het water dat gebruikt wordt is demiwater (zuiver water) zonder extra toevoegingen, waardoor alleen vrije voedingselementen gemeten worden.

**Potgrond en organische substraten.**Omdat potgronden en organische substraten een compleet ander soort materiaal zijn dan kasgrond, is de extractie methode ook anders dan bij kasgrond. Bij potgrond wordt de 1:1,5 volume extractie methode toegepast. Aan 1 volumedeel potgrond wordt 1,5 volumedeel water toegevoegd. Standaard is dat 60 ml potgrond met 90 ml demiwater. Bij het bepalen van de 60 ml volume, wordt de potgrond licht aangedrukt om zo een deel van de lucht eruit te persen. Je kan je voorstellen dat door de potgrond sterker aan te drukken, er makkelijk veel meer grond in de 60 ml past en waardoor de hoeveelheid voedingstoffen in het extract ook veel hoger uitvallen. Om telkens vergelijkbare resultaten te krijgen, is er destijds door het proefstation een standaard methode ontwikkeld, waardoor exact de juiste hoeveelheid potgrond (voor 60ml) bepaald kan worden. Door deze nauwkeurige afspraken zijn de streefwaarden voor potgrond bruikbaar en zijn de resultaten per laboratorium (en/of laborant) goed vergelijkbaar.

Een andere methode is de Europese methode EN 1:5 methode, die op zich nauwkeuriger is in vergelijking met de 1:1,5 water methode. Bij de EN 1 : 5 wordt 1 volumedeel grond op basis van gewicht bepaald en daarna verdund met 5 delen demiwater. Het voordeel is dat er beter berekend kan worden wat het voedingsgehalte wordt van een potgrondmengsel, wat vooral belangrijk is bij de productie van potgrond en organische substraten. Omdat de verdunning met water groter is dan bij de 1 : 1,5 extractie methode, zijn de cijfers in analyseresultaten veel lager. Voor de kweker die wil weten hoeveel van elk voedingsniveau direct beschikbaar is voor het gewas en of de bemesting aangepast moet worden, voldoet de 1:1,5 water methode prima.

**Blad-, en gewasanalyse.** Soms willen we weten wat de plant opgenomen heeft of welk voedingselement een bepaald gebrek- overmaatverschijnsel heeft veroorzaakt. Als aanvulling op grond- en wateranalyses wordt dan de plant samenstelling geanalyseerd. Er zijn twee soorten methoden:

* **Droge stof analyse:** hierbij worden de plantdelen volledig gedroogd, waarna de het droge stof percentage berekend kan worden. In de overgebleven vaste delen worden de voedingselementen bepaald. De analyse is een totaal bepaling en geeft aan wat is gebruikt en ingebouwd in bijv. het bladgroen, maar ook wat was opgenomen door de plant maar nog niet was gebruikt. Houdt rekening met eventueel aanwezig residuen op het blad aangezien dat de resultaten sterk kunnen beïnvloeden.
* **Plantsap analyse:** bij deze methodeworden de vloeibare delen uit de plantdelen geperst en geanalyseerd. Met deze methode worden die voedingselementen gemeten die in het plantvocht aanwezig zijn. In de droge stof vastgelegde voedingselementen die al een functie hadden worden niet gemeten. Deze methode maar kan een goede aanvulling zijn op de andere bekende methodes.

**Buitengrond.** Een grondmonster van een buitenperceel wordt anders behandeld dan grond uit de kas. Buiten staat de grond bloot aan weersinvloeden zoals regen. Hierdoor zal een deel van de voedingstoffen uitspoelen en zal een deel achterblijven dat gebonden is aan gronddeeltjes (vooral kalium en fosfaat). Met de voorbehandeling en analyse methode van het monster wordt hiermee rekening gehouden. Bijvoorbeeld, als er met alleen water geschud zou worden, komen alleen de voedingstoffen in het extract die niet tot weinig gebonden zijn. Om te weten te komen hoeveel er gebonden is aan de gronddeeltjes wordt aan het water stoffen toegevoegd (zuur of speciaal extractiemiddel) die de voedingselementen los maken van de gronddeeltjes. Het voordeel is dat er dan bekend wordt wat er over wat langere tijd beschikbaar is. De verhouding grond : water is 1 volume deel grond toegevoegd aan 2 delen, bijv. 30 ml grond in 60 ml water met specifieke toevoeging.

waar/niet waar?

* + - 1. Een monster moet representatief zijn om een betrouwbare analyse te krijgen.

Waar / Niet waar

* + - 1. Analysefouten komen vaker voor dan bemonsteringsfouten.

Waar / Niet waar

* + - 1. Voor een goed grondmonster in de kas moet je minimaal 40 verschillende plaatsen bemonsteren.

Waar / Niet waar

* + - 1. Bij watermonsters in substraatteelten mag je ook de natte kopeinden van de mat bemonsteren.

Waar / Niet waar

* + - 1. De 1:2 volume extractiemethode wordt toegepast bij kasgrondanalyses.

Waar / Niet waar

* + - 1. Bij potgrond wordt standaard de 1:1,5 volume extractiemethode gebruikt.

Waar / Niet waar

* + - 1. Plantsapanalyse meet ook de voedingselementen die in de droge stof van de plant zijn vastgelegd.

Waar / Niet waar

**Hoofdstuk 4. Meststoffen doseren.**

**Inleiding:** Er zijn verschillende manieren om meststoffen te doseren in de tuinbouw, namelijk:

1. In droge toestand (bijv. strooien of doormengen).
2. Opgelost in water bij de plantenwortel doseren (fertigeren).
3. Opgelost in water over het gewas spuiten en de opname via het blad (bladvoeding).

We gaan de drie methoden verder in detail bekijken.

1. **Droog doseren.** 
   1. **Strooien in grondteelten.** Deze methode is de meest traditionele en eenvoudigste manier van doseren. De meststoffen worden over de grond gestrooid en eventueel ingewerkt. Het lastige van deze methode is om alle voedingstoffen gelijkmatige over een oppervlakte te verdelen. Zoals we in hoofdstuk 2 Meststoffen al zagen kunnen voor strooien zowel “enkelvoudige” meststoffen (vaak een poeder of korrel) of samengestelde NPK-korrels gebruikt worden. Een ongelijke verdeling van de meststoffen en daardoor ook in voedingselementen kan enorme groeiverschillen geven, dit willen we uiteraard voorkomen. Een korrel is altijd beter te verdelen dan een poeder. Bij een samengestelde NKP-korrel is de kans op grote verschillen in voedingsniveaus in de grond nog kleiner. Op grotere percelen zoals in de landbouw gebruikelijk is wordt er altijd machinaal gestrooid. De korrelgrootte en gewicht van de korrel zijn dan erg belangrijk. Een zwaardere korrel wordt namelijk verder weggeslingerd dan een lichte korrel. Fabrikanten houden bij de productie van strooimeststoffen al rekening dat ze machinaal zijn toe te passen. De meststoffen strooiers worden vooraf ingesteld op het type meststof dat wordt gebruikt en de boer controleert de verdeling door vooraf het strooipatroon te testen en te zien of de verdeling gelijkmatig genoeg is. In de glastuinbouw worden strooimeststoffen alleen gebruikt in grondteelten als basisbemesting, waar ze handmatig verdeeld worden. Later in de teelt kan eventueel een extra strooigift worden gegeven, die alleen ingeregend kan worden omdat er al een gewas in de grond staat. Maar meestal wordt bijmesten via de regenleiding uitgevoerd.
   2. **Doormengen in potgrond.** We staan er vaak niet bij stil, maar potgronden worden ook allemaal voorafgaand aan de teelt voorzien van een basisvoeding. De reden hiervoor is dat een jonge plant nog maar weinig water verdampt en dat er dus niet zomaar bijbemest kan worden met de regenleiding. Door het vooraf doormengen van meststoffen is er genoeg voeding beschikbaar voor de eerste 4-6 weken. Daarna is de plant groot genoeg en verdampt genoeg om gecombineerd water met meststoffen te geven. De speciaal ontwikkelde potgrondmeststoffen (bijv. PG mix) worden door de potgrondleverancier via een doseerband droog aan de potgrond toegevoegd. Gemiddeld wordt er 0,5 – 1,5 kg meststoffen aan een m3 potgrond toegevoegd, wat dus maar 0,5 – 1,5 gram meststof per liter potgrond is. Een nauwkeurig verdeling van meststof is daarom in potgronden nog veel belangrijker dan in grondteelten. Een klein potje kan slechts 100 ml potgrond bevatten en een grote pot bevat ook maar 2-3 liter potgrond. Daarbij komt dat de wortel opgesloten zit in de pot en dus volledig afhankelijk is van de kleine hoeveelheid voeding in de pot (ter vergelijking: Een plant die in de kasgrond staat kan over veel meer grond beschikken en dus ook over veel meer voeding). Als de voedingstoffen in potgrond ongelijk verdeeld zijn, kunnen sommige planten geen of onvoldoende voeding krijgen en andere planten juist veel te hoge concentraties in de pot hebben. Om deze verschillen te voorkomen worden er strenge eisen aan de meststoffen gesteld, die bepaald zijn en gecontroleerd worden door de RHP. Hoewel de potgrondmeststoffen in principe bestaan uit een mengsel van gewone “enkelvoudige” meststoffen, worden er extra strenge eisen gesteld aan de deeltjesgrootte van de gebruikte meststoffen en in het eindproduct. De deeltjesgroottes moet vrijwel gelijk zijn aan elkaar. Ongelijke deeltjesgrootte leidt tot segregatie, wat betekend dat bij het schudden van een zak meststof of door het trillen van de meststoffen in een voorraadsilo, de meststof zich ontmengt: de grootste deeltjes bewegen naar boven en de kleinste deeltjes zakken naar beneden. Je kan nu wel goed voorstellen, dat als er een ontmengd product wordt gedoseerd in de potgrond, de groeiverschillen dramatisch kunnen zijn. Op speciaal verzoek kunnen gecoate langzaam vrijkomende meststoffen door de potgrond worden gemengd. Zoals in hoofdstuk 8 uitgelegd, komen de voedingsstoffen gedurende een langere periode vrij.
2. **Opgelost in water doseren van meststoffen.** Deze manier van doseren wordt fertigatie genoemd. Fertigatie is de combinatie van de woorden: “fertilisatie” (= bemesten) en “irrigatie” (= water geven). De meststoffen worden bij fertigatie dus eerst opgelost in water en vervolgens wordt het voedingsrijke water direct bij de plantenwortel gebracht.

**Voordelen van fertigatie.**

Het grote voordeel van fertigatie is dat er heel precies kan worden gegeven wat de planten op dat moment nodig hebben: dus de juiste verhoudingen tussen de voedingselementen, de juiste concentratie en op het juiste moment. Omdat de voeding al opgelost is in water is het voor de plant ook direct beschikbaar en kan direct opgenomen worden.

**Methoden van fertigatie**.

Het voedingswater kan gegeven worden via de regenleiding bovenlangs of onderdoor met sprinklers met druppelaars. Er is een enorme variatie aan spinkers en druppelaars beschikbaar. Elk systeem heeft zijn eigen afgifte hoeveelheid en patroon en toepassingsgebied. Voor teelten in potten op de grond of tafels, kan het voedingswater ook worden gedoseerd via speciale eb- en vloedvloeren of speciale teelttafels, waarbij een laagje water (5-7 cm) regelmatig wordt opgebracht gedurende een bepaalde tijd en daarna weer terugstroomt naar een silo. Een methode die we de laatste jaren zien toenemen zijn de zogenaamde hydroteelten (NFT-systemen of Nutriënt Film Technology). De planten staan in pluggen of perspotjes direct op goten of tafels en er stroomt continue een dunne laag water (1-2 cm) met voeding langs de wortels. Deze methode wordt ook bij de indoorteelten gebruikt waarbij in een gesloten ruimte meerdere teeltlagen boven elkaar zijn geplaatst. Een alternatieve teelt op water methode zijn de DWC-teelten (“Deep Water Culture). Het verschil met een NFT-systeem is de dikte van de laag water. Een DWC-diepte is 20 -50 cm en de planten drijven in bakken in de DWC-bassins.

**Meststoffenoplossing doseren via fertigatie.**

Zoals we al zagen kan fertigatie kan op vele manieren uitgevoerd worden, van eenvoudig tot geavanceerd. Dat geldt ook voor het oplossen van de meststoffen.

De eenvoudigste manier is precies zoveel meststoffen oplossen in het water zodat direct de voor de plant optimale concentratie wordt bereikt. Bijvoorbeeld als er 1 gram meststof per liter moet worden gegeven, dan kan deze concentratie gelijk zo gemaakt worden door 1 kg meststof (= 1000 gram) in 1000 liter water op te lossen. In sommige landen is deze methode nog steeds gebruikelijk. Maar ook met hydrotechnieken kan dit toegepast worden. Het grote nadeel is dat er maar weinig kant-en-klare hoeveelheid voedingswater is gemaakt en dat er dus vaak een nieuwe oplossing gemaakt moet worden of dat er enorme watertanks nodig zijn.

**Geconcentreerde voedingsoplossing.**

Omdat een kant-en-klare voedingsoplossing snel op is, zie je in de meeste gevallen dat de tuinder een veel hoger geconcentreerde voedingsoplossing maakt, bijvoorbeeld 100x hoger geconcentreerd dan de plant nodig heeft. Elke keer als er gefertigeerd wordt, wordt een beetje geconsenteerde oplossing zover verdund met schoon water totdat de juiste concentratie wordt bereikt. Een 1000 liter tank die 100x geconcentreerd is, is na verdunning genoeg voor (1000 liter x 100x =) 100.000 liter eindoplossing. Het grote voordeel is dat er veel minder vaak meststoffen opgelost hoeft te worden en dat het verdunnen naar de eindoplossing eenvoudig te automatiseren is.

**Manieren om een geconcentreerde oplossing te verdunnen.**

Voor het verdunnen kan gekozen worden uit allerlei technische middelen. We bespreken hier nu een aantal veel voorkomende manieren:

**Venturi:** Een simpel technisch onderdeel is een venturi. Een venturi is een T-stuk buis, zonder bewegende onderdelen die direct in de schoonwaterleiding wordt geplaatst. Bij de T aansluiting is de doorlaat sterk vernauwt. Het water moet zich door de vernauwing heen persen en gaat daardoor sneller stromen. Dit zorgt voor een aanzuigeffect op de extra aansluiting waarop de geconcentreerde oplossing aangesloten. Op de aanzuigkant wordt een kraantje of klepje geplaatst waarmee de hoeveelheid oplossing kan worden geregeld of zelfs uitgeschakeld kan worden. Deze techniek wordt vaak toepast of meststoffen units.

**Hydrolytische pomp.**

Dit soort pompen zijn beter bekend on de merknaam “Dosatron”, maar er zijn uiteraard meer producenten die vergelijkbare pompen maken. Dit soort pompen worden net als een venturi ook direct in de aanvoerleiding naar het gewas geplaatst en wordt met een aanzuigslang met de geconcentreerde oplossing verbonden. De pomp bestaat uit twee hoofdonderdellen Onderaan een nauwkeurig te regelen klein aanzuigpompje die de geconcentreerde oplossing aanzuigt. Het grote bovenste deel bevat een zuiger die wordt aangedreven door het water dat door de pomp stroomt. Klepjes keren de op-neergaande beweging van de zuiger steeds om. De grote zuiger is verbonden met het aanzuigpompje. Het slimme van dit soort pompen is dat de waterstroom die door de pomp gaat, direct de hoeveelheid van de geconcentreerde oplossing aanpast. Is er een grote waterstroom dan wordt er veel oplossing aangezogen, valt de druk weg en neemt de waterstroom af, dan wordt er minder oplossing aangezogen. Het resultaat is dat er altijd je juiste verdunning wordt gemaakt. De pomp wekt dus zonder andere energiebronnen. Er zijn pompen in allerlei formaten.

**Elektrische injectie pompen.**

Deze pompjes worden elektrisch aangedreven en worden vaak gekoppeld aan een wateraanvoerpomp of een programma dat de watergift regelt. Er is een enorm aanbod aan doseerpompen. Voor elke situatie is wel een pomp te vinden. Het gaat te ver om alle verschillen in deze module te behandelen.

**A – B bak systeem en meststoffen comptabiliteit.** Voor het maken van geconcentreerde meststoffen oplossingen, moet goed rekening worden gehouden of de meststoffen chemisch gezien bij elkaar passen en er geen ongewenste neveneffecten optreden, zoals neerslagen. We spreken dan over de comptabiliteit van de meststoffen.

**Neerslagen door foute combinaties.** Het bekendste voorbeeld van voedingselementen die niet bij elkaar passen in hogere concentraties is: calcium en sulfaat. Er ontstaat dan snel een nieuwe stof: calciumsulfaat (= gips). Water kan maximaal zo’n 2.4 gram gips (Ca en SO4) per liter in oplossing houden, alles wat meer is vormt daadwerkelijk gips dat neerslaat op de bodem van de tank. Als dat gebeurd is, zit dan niets anders op om de tank helemaal leeg te laten lopen en het gips uit de bak te scheppen. In de eindoplossing is de concentratie zo verdunt dat calcium en sulfaat in oplossing kunnen blijven en dus niet meer neerslaan als gips. Een tweede neerslag die kan optreden is calcium met fosfaat. Een neerslag met fosfaat wordt veroorzaakt en versterkt als de pH te hoog is. Om problemen te voorkomen houden we calcium en fosfaat daarom ook uit elkaar in geconcentreerde voedingsoplossingen.

**A en B bak**. Om toch calcium, sulfaat en fosfaat tegelijkertijd mee te kunnen geven moeten aparte geconcentreerde oplossingen worden gemaakt. De eerste met calcium en de tweede met sulfaat en fosfaat, die wel samen kunnen. De oplossingen worden eenvoudig aangeduid met de “A bak” en de “B bak”. In de A bak worden alle calcium houdende meststoffen opgelost (calciumnitraat en calciumchloride). In de B bak worden alle sulfaat maar ook de fosfaat houdende meststoffen opgelost (MKP, MAP, kaliumsulfaat, bitterzout en nagenoeg alle wateroplosbare NPK-meststoffen). De overige meststoffen, zoals kaliumnitraat, ammoniumnitraat en magnesiumnitraat mogen in beide bakken opgelost worden. Deze meststoffen worden op zo’n manier over beide bakken verdeeld dat in beide bakken ongeveer evenveel kg meststoffen is opgelost. Door het gelijke gewicht worden beide bakken beter gelijkmatig leeg getrokken en ontvangt de plant de voedingselementen in de juiste verhoudingen. Doordat in de mengbak de concentraties voedingselementen veel lager zijn, ontstaan er geen neerslagen meer, mits de pH correct is.

**A en B bak en pH**. Voor het fosfaat moet de pH laag genoeg zijn om reacties met calcium maar ook met magnesium te voorkomen. Algemene pH richtlijnen om neerslagen te voorkomen in de A en B bak en in de eindoplossing:

A bak: pH 3.5 – 6.0 (als er chelaten aanwezig zijn).

B bak: < pH 5.0 (als er chelaten in de bak zitten geldt ook een minimum pH van 3.5).

Let op, er kunnen ook speciale producten in de B bak gaan die een minimum pH hebben.

Mengbak en druppelwater: pH 5.0 – 6.2

**A en B bak en zuur.** Als er bicarbonaat (HCO3-) in het water zit (bijv. bronwater of leidingwater) dan is er zuur nodig om dat te neutraliseren. Het type zuur dat gebruikt wordt maakt niet uit: salpeterzuur, fosforzuur of zwavelzuur). Maar aangezien er veel meer nitraat nodig is dan fosfaat of sulfaat (kijk de standaardvoedingsoplossingen er maar eens op na van diverse gewassen) is salpeterzuur de meest logische keuze. Het zuur wordt toegevoegd aan de B bak omdat daar geen chelaten in zitten. Chelaten kunnen niet tegen een lage pH. Als er wel chelaten in de B bak zitten, gaan alle chelaten naar de A bak.

**A – B bak oplossing aanmaken met vaste meststoffen:** Voor het vullen van de meststoffenbakken zijn er niet echte officiële handleidingen, maar er zijn wel tips om de meststoffen sneller op te lossen.

* Weeg vooraf de juiste hoeveelheden van elke meststof af.
* Start met een schone en zo leeg mogelijke bak.
* Vul de bak voor 25 – 50% met schoon water.
* Het water moet onder in de bak worden ingebracht en op zo’n manier dat het water uit zichzelf gaat circuleren, bijv. door het in een hoek te spuiten.
* De volgorde van meststoffen is niet belangrijk, maar we werken wel inde volgorden: zuren, logen, neutrale producten.
* Begin met toevoegen van het zuur, als dat nodig is.
* Strooi de vaste meststoffen rustig in de bak, terwijl de bak zich vult met water en het water door de bak circuleert.
* Voeg de sporenelementen als laatste toe.
* Roer de meststoffen extra tijdens vullen met bijv. een peddel of schone bezem totdat alle meststoffen zijn opgelost.
* Meet de pH van de bak en corrigeer indien nodig. Als er zuur of loog in de bak is gegaan, meet de pH dan met een pH stripje. Te lage en te hoge pH’s kunnen sensor van de pH meter beschadigen.

1. **Bladmeststoffen.** Een alternatieve manier van meststoffen doseren is via het blad. De bedoeling is dat de voedingselementen via het blad de plant ingaan. Vaak worden de huidmondjes als enige ingang genoemd, maar ook buiten de huidmondjes om kunnen de voedingselementen het blad ingaan. Ureum blijkt daarbij de buitenste bladlaag (epidermis) beter doordringbaar te maken. Bladvoeding kan echter nooit de gewone bemesting via de wortel vervangen, zeker niet van de hoofdelementen. De hoeveelheid voedingselementen die de plant nodig heeft is veel groter dan wat alleen via het blad gegeven kan worden. Bladvoeding van de hoofdelementen is dus alleen ter aanvulling en een beetje als correctie en als bijvoorbeeld wortels niet goed functioneren (bijvoorbeeld in een grond met een te hoge pH) of zijn beschadigd. Sporenelementen zijn in veel lagere hoeveelheden nodig, daarom kan een bladbespuiting met sporenelementen wel effectiever zijn. Er is zelfs een kans op overdosering mogelijk. In het algemeen kunnen er alleen zeer lage concentraties (grove indicatie: 0.5 – 1 gram/l en sterk afhankelijk van het gewas en de omstandigheden)) op het blad gespoten worden. Hogere concentraties leiden al snel onherstelbare bladverbranding. Omdat elke bladbespuiting een risico op schade geeft, moet altijd vooraf op een paar planten getest worden of de gekozen concentratie en/of producten veilig zijn. In de glastuinbouw wordt bladbemesting nauwelijks toegepast.

Waar of niet waar?

1. Fertigatie betekent dat meststoffen droog worden toegediend. w/nw

1. Bij potgrond is een gelijkmatige verdeling van meststoffen belangrijker dan bij grondteelten. w/nw
2. Calcium en sulfaat kunnen samen in een geconcentreerde oplossing zonder problemen. w/nw
3. Het A-bak systeem bevat alle calciumhoudende meststoffen. w/nw
4. Bladvoeding kan de volledige wortelbemesting vervangen. w/nw
5. Een venturi werkt zonder bewegende onderdelen en gebruikt waterdruk om meststoffen aan te zuigen. w/nw
6. Bij bladbemesting kunnen hoge concentraties veilig worden toegepast. w/nw