

Bemesting uitvoeren

Bemesting uitvoeren

J. Broekhuizen

Eerste druk, 2001



Artikelcode: 27008

© 2001 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.

Voorwoord

Dit boek is een van de tien themabundels die behoren bij het certificaat 'uitvoeren open teelten' voor leerlingen op ZB- en KF-niveau. De serie bestaat uit de volgende titels:

- Verantwoord produceren;
- Optimaal bewaren;
- Onderhoud organiseren;
- Grond beheren;
- Bemesting uitvoeren;
- Water beheren;
- Economische en fiscale aspecten;
- Efficiënt vergaderen;
- Arbeidsomstandigheden;
- Politiek en bestuur.

Deze tien bundels dekken alle eindtermen af die bij het certificaat horen. In elke bundel tref je schoolopdrachten en praktijkopdrachten aan. Voor een deel van de opdrachten heb je dus gegevens van je praktijkbedrijf nodig.

Elk hoofdstuk wordt afgesloten met een samenvatting. Na het laatste hoofdstuk vind je een zelftoets en de antwoorden op de zelftoets. Achter in de bundel staat een lijst met trefwoorden. Die verwijzen naar de bladzijden waar een onderwerp beschreven wordt. Ook de woorden in de kantlijn helpen je bij het snel opzoeken van belangrijke onderwerpen.

De bundels zijn zo geschreven dat je ze zelfstandig kunt doorwerken, dus met minimale ondersteuning van je docent. Hij kan je wel helpen aan de verschillende werkbladen en de antwoorden bij de vragen.

De auteur bedankt W. Hendrix, G. Oosterhuis, Th. de Geus en W. Franken voor hun medewerking aan deze bundel.

De illustraties zijn verzorgd door Verbaal - bureau voor visuele communicatie. De redactie lag in handen van Studio Maan, Hans Pel.

Veel succes bij het doorwerken van deze bundel.

De auteur,
J. Broekhuizen

Inleiding

De term bemesten heeft de laatste jaren een wat andere klank gekregen dan vroeger het geval was. In 1850 vond de Duitse geleerde Von Liebig de kunstmest uit, wat een revolutie veroorzaakte op landbouwgebied. Aan het eind van de negentiende eeuw werd het gebruik van kunstmest al tamelijk algemeen. De opbrengsten van de gewassen stegen spectaculair en veel grond, die vroeger niet geschikt was voor gewasproductie, werd door de inzet van deze nieuwe uitvinding sterk verbeterd.

Fig. 0.1



Als je tegenwoordig iemand vraagt waaraan hij denkt bij het woord bemesting, dan is de kans groot dat hij wijst op de problemen die er zijn met het milieu en de afzet van organische mest. In Nederland worden strenge wettelijke maatregelen toegepast om de mestproductie te verminderen en om verliezen aan voedingsstoffen bij het uitrijden van mest te voorkomen.

De biologische landbouw wil het gebruik van kunstmest zoveel mogelijk beperken. Zo heeft het woord 'bemesten' een wat ongunstige klank gekregen en dat is niet terecht, want elk gewas heeft voedingsstoffen, dus bemesting, nodig. En als teler of kweker is het jouw zorg die voedingsstoffen in voldoende mate op het juiste moment aan te bieden, al dan niet in de vorm van kunstmest of organische mest. Bij het bemesten heb je niet alleen rekening te houden met het gewas, maar ook met de grondsoort en de voorraad meststoffen in de bodem, het tijdstip en de manier van toediening, de keuze van meststoffen en de wetgeving. Kortom een complex geheel.

In dit boek maak je kennis met al deze aspecten. In hoofdstuk 1 komen de grondanalyse en alle voedingselementen aan de orde, die vervolgens in hoofdstuk 3 t/m 6 uitgebreid behandeld worden. Daarbij wordt ook gekeken naar de meststoffen en het gedrag ervan in de grond. De werking van organische mest is het onderwerp van hoofdstuk 2. Vloeibare en samengestelde meststoffen vormen het onderwerp van hoofdstuk 7, terwijl de pH en het element calcium speciale aandacht krijgen in hoofdstuk 8.

Inhoud

Voorwoord 5

Inleiding 7

1 Plantenvoeding en voedingselementen 13

- 1.1 Bemesting in het verleden 14
- 1.2 Plantaardige productie 14
- 1.3 Hoofd- en spoorelementen 15
- 1.4 Voedingsstoffen in de bodem 16
- 1.5 Opname door de plant 18
- 1.6 Voedingselementen in de bodem 20
- 1.7 Grondonderzoek en het analyseformulier 21
- 1.8 Streefniveau 23
- 1.9 Afsluiting 25

2 Organische bemesting 27

- 2.1 Soorten organische bemesting 28
- 2.2 Werking van organische meststoffen 29
- 2.3 De wijze van toedienen van mest 32
- 2.4 Mestwetgeving 33
- 2.5 Afsluiting 36

3 Kali 38

- 3.1 Functie van kalium 38
- 3.2 Kaliumovermaat en kaliumtekort 39
- 3.3 Kaliopname en kalifixatie 42
- 3.4 Kalimeststoffen 43
- 3.5 Tijdstip van bemesten 44
- 3.6 Kaliadvies 44
- 3.7 Afsluiting 45

4 Fosfor 47

- 4.1 Functie voor de plant 47
- 4.2 Fosfaatovermaat en fosfaattekort 48
- 4.3 Processen in de bodem 50
- 4.4 Fosfaatmeststoffen 51
- 4.5 Hoeveelheid, tijdstip en wijze van bemesten 51
- 4.6 Afsluiting 52

5 Stikstof 54

- 5.1 Functie voor de plant 55
- 5.2 Stikstoftekort en stikstofovermaat 55
- 5.3 Processen in de bodem 56
- 5.4 N-bemestingsadvies 61

-
- 5.5 Aanvullende advisering 64
 - 5.6 Meststoffen 65
 - 5.7 Tijdstip van bemesten en hoeveelheid 66
 - 5.8 Afsluiting 67

6 Overige voedingselementen 69

- 6.1 Magnesium 70
- 6.2 Zwavel 71
- 6.3 Spooelementen 71
- 6.4 Afsluiting 74

7 Samengestelde en vloeibare meststoffen 76

- 7.1 Blends 77
- 7.2 Samengestelde meststoffen 79
- 7.3 Vloeibare meststoffen 81
- 7.4 Afsluiting 84

8 pH en Kalk 85

- 8.1 De begrippen zuur en basisch 86
- 8.2 Functie van calcium 86
- 8.3 Invloed pH op opneembaarheid voedingsstoffen 87
- 8.4 Gewenste pH 87
- 8.5 Verzuring van de grond 89
- 8.6 Kalkbalans 90
- 8.7 Meststoffen 90
- 8.8 Tijdstip van bemesten 91
- 8.9 Afsluiting 92

Bijlage 1 Zelftoets 94

Bijlage 2 Antwoorden op de zelftoets 98

Bijlage 3 Bemestingsleer 102

Bijlage 4 Enkelvoudige en samengestelde meststoffen 103

Bijlage 5 Spooelementenmeststoffen 105

Bijlage 6 Overzicht van een aantal kalkmeststoffen 106

Bijlage 7 Overzicht van een aantal organische meststoffen 107

Bijlage 8 Hoeveelheid stikstof als percentage van N_{tot} 108

Bijlage 9 Werking van stikstof in % van N_{min} bij voorjaarstoediening van dunne rundvee-, kalver-, varkens- en kippenmest 109

Bijlage 10 Werkzame meststof (kg/ha) in het eerste en tweede jaar na eenmalige toediening van 1000 kg dierlijke mest in maart/april (boomteelt) 110

| | | |
|-------------------------|--|------------|
| Bijlage 11 | Oosterbeek analyseformulier Groenteteelt zand | 111 |
| Bijlage 12 | Oosterbeek analyseformulier Boomteelt | 112 |
| Werkblad 1 | Inventarisatie van meststoffen | 113 |
| Werkblad 2 | Overzicht van tekort en overmaat aan stikstof, fosfaat en kali bij de hoofdgewassen | 114 |
| Trefwoordenlijst | | 117 |

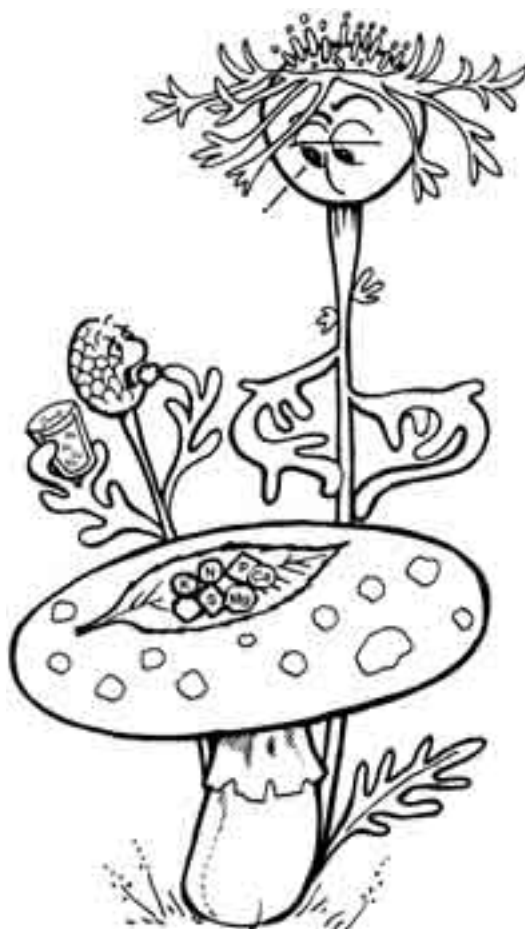
1 Plantenvoeding en voedingselementen

Oriëntatie

Toen jij nog een baby was, kreeg je van je ouders voeding die zeer verantwoord was. Tegen de tijd dat je sommige producten wat minder lekker begon te vinden, moest je die van je ouders vaak toch eten. Later kreeg je te horen dat goede en gevarieerde voeding zeker voor een opgroeiend kind, maar ook voor volwassenen heel belangrijk is. Je moet er goed aan denken dat je van belangrijke voedingsstoffen als bijvoorbeeld vitaminen en eiwitten voldoende binnenkrijgt. Vroeger, toen men nog niet zo veel wist van voeding, was de kindersterfte als gevolg van onder andere slechte voeding veel groter dan tegenwoordig.

Voor planten geldt hetzelfde. In het kiemplantstadium en ook in de rest van het groeiseizoen moet er een voldoende aanbod zijn van veel voedingselementen om een gezonde plant te krijgen. De groeiende kennis van de plantenvoeding heeft grote gevolgen gehad voor de bedrijfsvoering in de landbouw.

Fig. 1.1
Goede en gevarieerde voeding is belangrijk.



In dit hoofdstuk krijg je uitleg over de benodigde elementen voor een ongestoorde plantengroei en over de rol van de bodem bij bemesting. Bovendien leer je een grondanalyseformulier te lezen.

Leerdoelen

Na bestudering van dit hoofdstuk kun je:

- aangeven hoe de manier van bemesten in de loop van de tijd is veranderd;
- aangeven welke elementen nodig zijn voor de plantengroei;
- aangeven wat er gebeurt met voedingselementen in de grond;
- uitleggen hoe een plant deze elementen opneemt;
- aangeven welke gegevens grondonderzoek oplevert;
- uitleggen wat een streefniveau is;
- aangeven welke stoffen gemakkelijk uitspoelen en welke niet.

1.1 Bemesting in het verleden

Zo gemakkelijk als het nu is om even een zakje kunstmest te halen, zo moeilijk was het vroeger om voldoende meststoffen voor de gewassen te verkrijgen.

Schoolopdracht 1.1 Ontwikkeling van de bemesting

Om je zelf een mening te vormen over bemesting is het goed iets te weten over de geschiedenis en de ontwikkeling ervan. Bekijk de video Bemesting 1 - STOAS en beantwoord de volgende vragen. Noteer de antwoorden op een blaadje en vergelijk ze met die van een klasgenoot.

- Waarom kwam vroeger het gemengde bedrijf met zowel akkerbouw als veeteelt veel meer voor dan tegenwoordig en waarom zou het 'ideale' biologische bedrijf eigenlijk ook gemengd moeten zijn?
- Met welk materiaal werden de akkers vroeger vruchtbaar gemaakt?
- Je mag wel stellen dat de uitvinding en het gebruik van kunstmest op het juiste moment kwamen. Waarom?
- In situaties waarin bemesting met organische mest of kunstmest niet aan de orde is, zoals in een bos of op een natuurterrein, is er sprake van een kringloop. Geef aan, hoe dat gaat.
- Met welke doelstellingen wordt er, behalve het vruchtbaar maken van de grond, bemest?

1.2 Plantaardige productie

Je hebt bij de lessen biologie geleerd, dat de fotosynthese het belangrijkste proces is voor de plantaardige productie. En je weet ook nog wel dat daarvoor water, koolzuurgas (CO₂) en zonlicht nodig is. Zou dit het enige zijn, dan hoefde je als teler alleen maar te zorgen voor voldoende water en te hopen op zonnig weer, want CO₂-gas zit voldoende in de lucht. Maar zo simpel is het nou ook weer niet, want in het bladgroen van de plant, waarin de productie van droge stof plaatsvindt, moeten onder andere ook de elementen stikstof (N), ijzer (Fe) en magnesium (Mg) aanwezig zijn om het proces van de fotosynthese goed te laten verlopen. En om de geproduceerde suikers door de plant te verplaatsen is onder andere kalium (K) nodig.

De plant gebruikt de bij de fotosynthese gevormde suikers voor drie dingen.

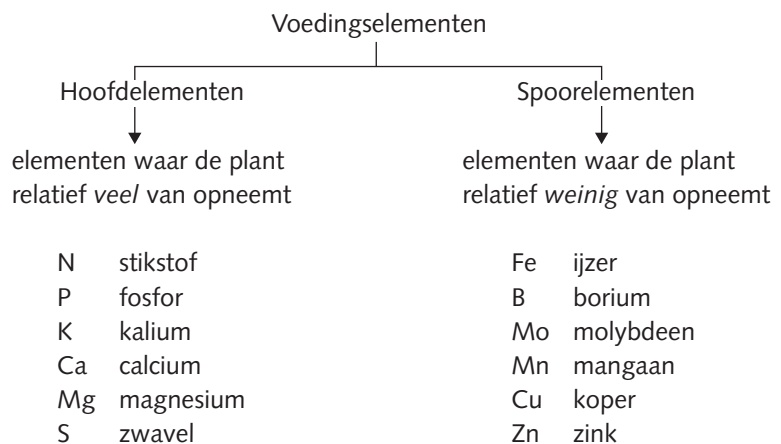
- Voor energie. Energie komt vrij bij verbranding, ook wel dissimilatie genoemd.
- Voor reserve. De suikers worden soms als suikers, maar ook wel als zetmeel opgeslagen. Een verzamelnaam voor suikers en zetmeel is koolhydraten.
- Voor groei.

Voor de groei heeft een plant andere stoffen nodig zoals cellulose, eiwitten, vetten, vitaminen, hormonen en dergelijke. Deze stoffen hebben een heel andere samenstelling dan suiker. De plant gebruikt de suiker als bouw materiaal, dat soms in onderdelen uit elkaar gehaald wordt of gekoppeld wordt aan voedingselementen als fosfor (P), mangaan (Mn), zwavel (S) en nog een heleboel andere elementen om de genoemde stoffen te maken. Kortom, voor een goede plantengroei is behalve de fotosynthese de aanwezigheid van een groot aantal voedingselementen vereist.

1.3 Hoofd- en spoorelementen

Uit de praktijk ken je ongetwijfeld de meest bekende voedingselementen. Elke akkerbouwer, bollenteler, vollegrondsgroenteteler en boomkweker strooit immers stikstof, fosfaat en kali. Soms worden er nog andere stoffen toegediend, maar dan vaak in kleinere hoeveelheden. Uit onderzoek is gebleken, dat elke plant van twaalf voedingselementen voldoende moet kunnen opnemen om goed te kunnen groeien. Deze twaalf elementen kun je onderverdelen in een groep hoofdelementen, ook wel macro-elementen genoemd, waarvan relatief veel nodig is, en een groep spoorelementen, ook wel micro-elementen genoemd waarvan relatief weinig nodig is. Ze staan weergegeven in figuur 1.2. Wat de functie van al deze voedingselementen is, komt later aan de orde.

Fig. 1.2
Een overzicht van de
hoofd- en
spoorelementen



Het element natrium (Na) wordt in bovenstaande lijst niet genoemd. Elke plant kan zonder Na groeien. Bekend is wel dat een gewas als bieten meestal meer produceert als er voldoende Na aanwezig is. Verder zijn er nog elementen, zoals silicium (Si), die door sommige gewassen zeker worden opgenomen, maar waarvan de functie niet helemaal duidelijk is.

Ten slotte zijn er elementen die de plant opneemt, waarvan geen nuttige functie bekend is en die, wanneer er veel van wordt opgenomen, zelfs schadelijk werken. Voorbeelden hiervan zijn de elementen chloor (Cl) en aluminium (Al).

Verwarring over grootheden

We leven in een tijd, waarin in alle opzichten geprobeerd wordt zaken uniform en zelfs Europees te regelen. Het doel is dat iedereen precies weet waarover het gaat, zodat er geen misverstanden kunnen ontstaan. Echter op het gebied van de grootheid die je gebruikt om het gehalte van een bepaald voedingselement weer te geven, bestaat nog steeds geen eenduidigheid. Vroeger was het standaard om de gehalten uit te drukken in massapercentage van het oxide van dat element. Dus had je het over % MgO, % P₂O₅, % K₂O enzovoort. Later veranderde men dat in % Mg, % P, % K, maar echt consequent is men daar niet in, zodat er tegenwoordig af en toe sprake is van enige verwarring. Beide systemen worden naast elkaar gebruikt, in het beste geval alle twee vermeld en soms, wat het ergste is, wordt er bijvoorbeeld % P vermeld, terwijl er P₂O₅ bedoeld wordt.

In dit boek zullen we goed aangeven welk gehalte we bedoelen. Om vergelijkbare cijfers te hebben, moet je soms de twee systemen omrekenen.

| | |
|--|--|
| % P = 0,44 x % P ₂ O ₅ | % P ₂ O ₅ = 2,29 x % P |
| % K = 0,83 x % K ₂ O | % K ₂ O = 1,20 x % K |
| % Mg = 0,60 x % MgO | % MgO = 1,66 x % Mg |
| % Ca = 0,72 x % CaO | % CaO = 0,72 x % Ca |

Ook in de naamgeving is dit verschil. Hebben we het over de elementen P en K, dan spreken we over fosfor en kalium. Hebben we het over de gehalten in bodem of meststof, uitgedrukt in % P₂O₅ en % K₂O, dan praten we over fosfaat en kali.

1.4 Voedingsstoffen in de bodem

Het is duidelijk dat je een plant voldoende voedingsstoffen moet aanbieden om goed te groeien. Hoe komt een plant aan al die voedingsstoffen? Er zijn diverse aanvoerbronnen:

- grond;
- organische stof;
- neerslag;
- kunstmest.

Grond

Grond bestaat uit een mengsel van deeltjes die in grootte en samenstelling verschillen. De grote (zand)deeltjes zijn scheikundige verbindingen die voornamelijk bestaan uit het element silicium, maar ook uit andere elementen die kunnen behoren tot de voedingselementen. Deze verbindingen heten *mineralen*. In de verschillende zandgronden in Nederland is er veel verschil in rijkdom aan mineralen. Door verwerking kunnen de voedingsstoffen vrijkomen en ter beschikking komen voor de plant. De kleine (lutum)deeltjes, kleimineralen, bestaan ook voor het grootste deel uit silicium,

maar bevatten veel meer verweerbare mineralen dan zand. Een kleigrond is van nature dan ook veel vruchtbaarder dan zandgrond.

Organische stof

Organische stof in de bodem is het resultaat van verschillende vormen van aanvoer zoals plantendelen die niet mee geoogst worden, wortels die in de grond blijven zitten, blad dat afsterft, ondergeploegde groenbemesters, compost en dierlijke mest. Het bodemleven verteert deze organische stof en daarbij komen voedingselementen vrij. Hoe snel die afbraak van het organisch materiaal plaatsvindt, hangt af van de soort. Je kunt je wel voorstellen dat afbraak van houtige delen meer tijd vraagt dan van bijvoorbeeld blad.

Bij planten die behoren tot de vlinderbloemigen, zoals erwten en klaver, kan in samenwerking met een bacterie luchtstikstof gebruikt worden. De gewasresten van deze planten zijn eiwitrijk en leveren bij vertering veel stikstof.

Neerslag

De lucht in Nederland kan voedingsstoffen bevatten. De ammoniak of NH_3 die bij veestallen en bij het uitrijden van mest vrijkomt, bevat N en is een voedingsstof. Ook de uitlaatgassen van het verkeer en van fabrieken bevatten ondanks filtering voedingselementen als stikstof en zwavel. Door neerslag kunnen deze stoffen in oplossing in de bodem terechtkomen.

Het zoute zeewater bevat ook voedingselementen. Wind van zee kan op die manier ook voedingsstoffen landinwaarts transporteren. Het vrij geringe effect daarvan is dicht bij de kust het meest merkbaar.

Kunstmest

Kunstmest bestaat uit voedingszouten die na oplossen direct beschikbaar zijn voor de plant. Er zijn ook kunstmeststoffen die bestaan uit matig oplosbare zouten en dus langzaam vrijkomen en zo de voedingsstoffen druppelsgewijs vrijgeven.

Praktijkopdracht 1.2 Inventarisatie meststoffen

Je hebt gezien dat een plant op diverse manieren voedingsstoffen krijgt aangereikt. Iedere teler kiest zijn eigen manier om planten te bemesten. Het is interessant te weten, hoe telers dat in de praktijk doen en welke verschillen er zijn. Als je deze opdracht hebt uitgevoerd, weet je welke meststoffen op jouw praktijkbedrijf gangbaar zijn en welke voedingselementen erin zitten.

Noteer van elk gewas dat op je praktijkbedrijf wordt geteeld, welke meststoffen er gegeven worden en hoeveel daarvan. Bereken dat steeds per ha of per are, als het gaat om een gewas met een kleine oppervlakte. Noteer je bevindingen op werkblad 1. In hoofdstuk 6 ga je met deze gegevens nog verdere berekeningen maken.

1.5 Opname door de plant

De plant neemt de voedingsstoffen uit de bodem op via de wortels. Welke weg gaat nu een voedingselement afkomstig van een kunstmestkorrel, organische mest of gewasrest?

ion De plant neemt de elementen alleen op in opgeloste vorm. Een voedingselement dat opgelost is, heeft een positieve of negatieve lading en wordt *ion* genoemd. Zo kunnen bijvoorbeeld in bodemvocht de ionen K^+ , Mg^{2+} , NO_3^- , $H_2PO_4^-$ voorkomen. Een overzicht over de scheikundige vormen van voedingselementen vind je in bijlage 3. Hoe komen de voedingsionen bij de plantenwortel? Er zijn twee processen die daarvoor verantwoordelijk zijn:

- diffusie;
- massastroom.

Diffusie

Diffusie is het verschijnsel dat stoffen die zich vrij kunnen mengen, zich gelijkmatig door de ruimte verdelen. Zo lost suiker in een kopje koffie op en maakt na enige tijd de koffie overal even zoet. Je gaat roeren, omdat je geen geduld hebt om het natuurlijke proces z'n gang te laten gaan, want dan wordt de koffie koud. Maar het hoeft eigenlijk niet. Zo verspreiden bijvoorbeeld kali-ionen die door verwerking of door het oplossen van kunstmest vrijkomen in de bodem, zich door de bodemoplossing en komen zo ook in de nabijheid van plantenwortels.

Massastroom

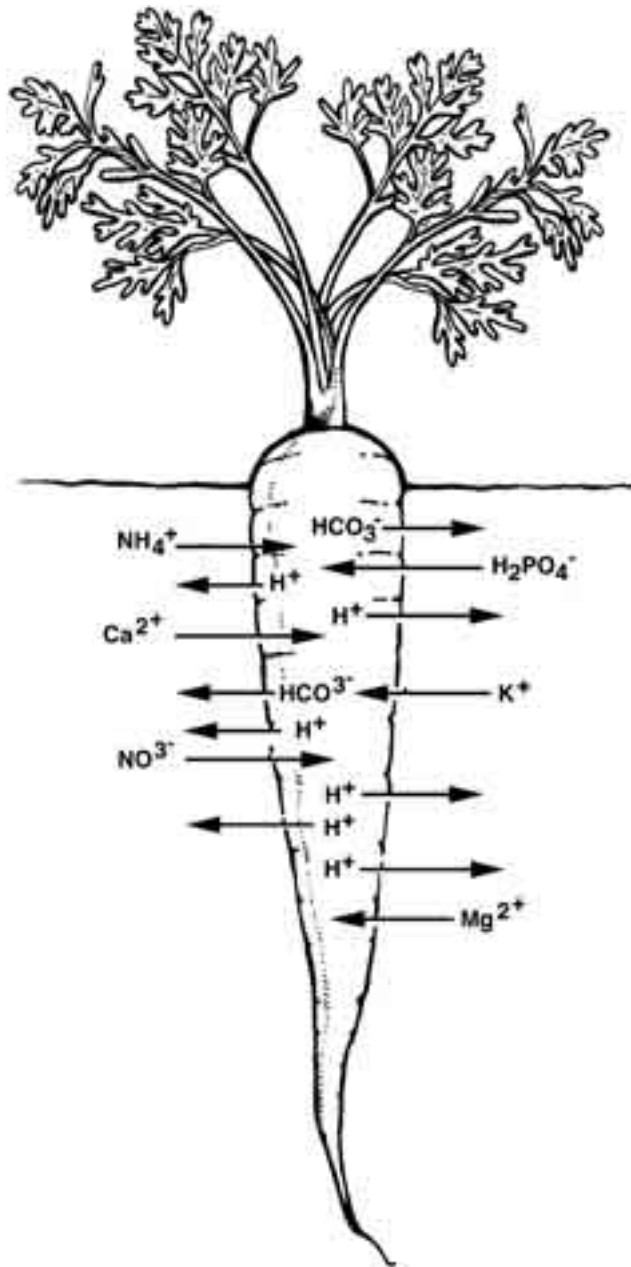
osmose Een plant neemt water op door middel van *osmose* en in de waterstroom naar de wortel toe worden ook vele opgeloste voedingselementen meegenomen. Bij de wortel aangekomen moet deze de opgeloste voedingsionen opnemen. Osmose kan alleen plaatsvinden, omdat de celwand van de wortels halfdoorlatend is: wel doorlatend voor water, maar niet voor ionen.

dragermoleculen Hoe komen die ionen dan de wortel binnen? In de celwand bevinden zich zogenaamde *dragermoleculen* die de voedingsionen door de wand heen transporteren. Elk element heeft zijn eigen dragermolecule die het element herkent als het in de buurt van de wortel komt. Op het moment dat een positief ion de wortel binnenkomt, wordt er een H^+ - ion naar buiten gewerkt; brengt een dragermolecule een negatief ion naar binnen, dan wordt er een HCO_3^- -ion naar buiten gewerkt. Wat is de oorzaak van dit proces? De ionen die naar buiten gewerkt worden, dienen als compensatie. Zou een plant bijvoorbeeld na het opnemen van een heleboel K^+ -ionen die H^+ -ionen niet naar buiten werken, dan zou deze plant een overmaat aan positieve lading bevatten.

dissimilatie Hoe komt een plant nou aan die uitwisselionen H^+ en HCO_3^- ? Bij ademhaling, de *dissimilatie*, verbrandt de plant een deel van zijn droge stof en bij die ademhaling komt, net als bij mens en dier, water en koolzuurgas vrij: H_2O en CO_2 . Het koolzuurgas lost weer op in water waarbij de stoffen H^+ en HCO_3^- ontstaan.

De energie die vrijkomt bij de ademhaling, kan de plant benutten om de dragermoleculen te activeren. Opname van voedingsstoffen is dus een actief proces, wat nogal wat energie kost.

Fig. 1.3
Opname van positieve en
negatieve ionen



Schoolopdracht 1.3 **Waar of niet waar?**

Noteer bij de volgende opmerkingen, of ze waar of niet waar zijn.

- a Positieve ionen kunnen alleen maar opgenomen worden als er ook gelijktijdig een negatief ion naar buiten wordt gewerkt.
- b De basis van de drogestofproductie is de fotosynthese; een ander woord daarvoor is assimilatie.

- c Wateropname door de wortel kan alleen plaatsvinden als er zouten opgelost zijn in het bodemvocht.
- d Er moet voor een plant altijd een beetje aluminium beschikbaar zijn voor goede productie, maar niet te veel.
- e Bij de opname van voedingsionen hebben diffusie en massastroom beide een positieve werking.
- f Als een wortel ionen opneemt, wordt de concentratie daarvan rond de wortel lager, maar worden er ook weer nieuwe ionen aangevoerd door diffusie.
- g Ionen kunnen alleen in de bodem voorkomen als er water aanwezig is.
- h Een plant kan nooit op een grond groeien als deze niet ooit eens een keer is bemest.
- i Een verzamelnaam voor de eindproducten van fotosynthese is koolhydraten.
- j De nuttige voedingselementen uit organische mest komen binnen een jaar vrij. De humus die overblijft, is alleen van nut voor de structuur van de grond.

1.6 Voedingselementen in de bodem

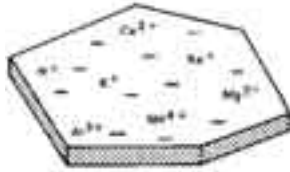
De bodem is als standplaats voor gewassen en leverancier van voedingsstoffen zeer belangrijk. Maar een andere, minstens zo belangrijke taak is het binden van voedingsstoffen.

kleihumuscomplex Kleimineralen hebben door hun scheikundige opbouw een overschot aan negatieve lading en trekken dus positief geladen deeltjes aan. Humus heeft dezelfde eigenschap en zelfs nog in sterkere mate dan klei. Samen heten die deeltjes die in staat zijn K^+ , Mg^{2+} en dergelijke te binden het *kleihumuscomplex*. De binding van de ionen is zodanig, dat ze niet met een waterstroom meegenomen worden, dus niet uitspoelen. De bezetting van het kleihumuscomplex is een afspiegeling van de concentratie van ionen in het bodemvocht. Komen er bijvoorbeeld door bemesting heel veel K^+ -ionen in het bodemvocht, dan hecht zich ook een groot deel daarvan aan het kleihumuscomplex. Neemt een plant veel K^+ -ionen op uit het bodemvocht, dan daalt de concentratie en staat het kleihumuscomplex weer K^+ -ionen af aan het bodemvocht.

buffer Deze functie van de bodem als een soort *buffer* voor voedingselementen is voor een gewas natuurlijk zeer gunstig, de dosering van voedingsstoffen wordt zo in de bodem geregeld. Maar niet alle elementen worden gebonden. Negatief geladen ionen hebben niets aan de werking van het kleihumuscomplex. Het element fosfor bijvoorbeeld komt voor als $H_2PO_4^-$ en wordt dus niet gebonden; toch spoelt dit niet snel uit, want het bindt zich aan kalk, ijzer of aluminium. Stikstof komt voor als NH_4^+ (ammonium), maar vooral als NO_3^- (nitraat). Nitraat wordt in de grond nergens aan gebonden en spoelt dus gemakkelijk uit.

Het bodemleven speelt een belangrijke rol bij de vertering van organische stof, maar kan ook voedingsstoffen tijdelijk vastleggen voor eigen gebruik. Dit kan met name invloed hebben op de beschikbaarheid van stikstof. Spooreslementen zijn wat betreft hun oplosbaarheid sterk afhankelijk van de pH. In hoofdstuk 7 krijg je daarover meer informatie.

Fig. 1.4
*Binding van
voedingselementen aan
kleideeltjes*



1.7 Grondonderzoek en het analyseformulier

Het is prettig als je de bemestingstoestand van de grond kent wanneer je een gewas gaat verbouwen. Het is in ons land met zijn intensieve grondgebruik gewoon dat een ondernemer zijn hele bedrijf elke 4 à 5 jaar een keer laat analyseren. Na 5 jaar kan er behoorlijk wat veranderd zijn. Voor het element stikstof neem je vaak elk jaar een monster.

Als je een grondanalyse laat maken komt er iemand een monster nemen (of je doet het zelf) en na verloop van tijd krijg je de resultaten thuisgestuurd. Zo'n verslag van grondonderzoek bevat niet alleen de resultaten van de metingen die verricht zijn, maar doorgaans ook een aantal adviezen.

Fig. 1.5 Een grondanalyseformulier voor de groenteteelt

Bemestingsonderzoek
 Omschrijving:
 Voedstufaanbod:

Bligg Oosterbeek
 Voor advies:
 Cultuur: **Sluisvelden**
 of type: **sluisvelden**
 in combinatie met: **BTB**

Bligg Oosterbeek
 Voor advies:
 Cultuur: **Sluisvelden**
 of type: **sluisvelden**
 in combinatie met: **BTB**

Opdrachtgever: **Bligg Oosterbeek**
Adres: **Bligg Oosterbeek**
Postcode: **3713 AA**
Plaats: **Oosterbeek**

Opdrachtgever: **Bligg Oosterbeek**
Adres: **Bligg Oosterbeek**
Postcode: **3713 AA**
Plaats: **Oosterbeek**

| Opdrachtgever | Adres | Postcode | Plaats | Opdrachtgever | Adres | Postcode | Plaats |
|------------------|------------------|----------|------------|------------------|------------------|----------|------------|
| Bligg Oosterbeek | Bligg Oosterbeek | 3713 AA | Oosterbeek | Bligg Oosterbeek | Bligg Oosterbeek | 3713 AA | Oosterbeek |

| Opdrachtgever | Adres | Postcode | Plaats | Opdrachtgever | Adres | Postcode | Plaats |
|------------------|------------------|----------|------------|------------------|------------------|----------|------------|
| Bligg Oosterbeek | Bligg Oosterbeek | 3713 AA | Oosterbeek | Bligg Oosterbeek | Bligg Oosterbeek | 3713 AA | Oosterbeek |

| Opdrachtgever | Adres | Postcode | Plaats | Opdrachtgever | Adres | Postcode | Plaats |
|------------------|------------------|----------|------------|------------------|------------------|----------|------------|
| Bligg Oosterbeek | Bligg Oosterbeek | 3713 AA | Oosterbeek | Bligg Oosterbeek | Bligg Oosterbeek | 3713 AA | Oosterbeek |

Voedstufaanbod

| Opdrachtgever | Adres | Postcode | Plaats | Opdrachtgever | Adres | Postcode | Plaats |
|------------------|------------------|----------|------------|------------------|------------------|----------|------------|
| Bligg Oosterbeek | Bligg Oosterbeek | 3713 AA | Oosterbeek | Bligg Oosterbeek | Bligg Oosterbeek | 3713 AA | Oosterbeek |

| Opdrachtgever | Adres | Postcode | Plaats | Opdrachtgever | Adres | Postcode | Plaats |
|------------------|------------------|----------|------------|------------------|------------------|----------|------------|
| Bligg Oosterbeek | Bligg Oosterbeek | 3713 AA | Oosterbeek | Bligg Oosterbeek | Bligg Oosterbeek | 3713 AA | Oosterbeek |

| Opdrachtgever | Adres | Postcode | Plaats | Opdrachtgever | Adres | Postcode | Plaats |
|------------------|------------------|----------|------------|------------------|------------------|----------|------------|
| Bligg Oosterbeek | Bligg Oosterbeek | 3713 AA | Oosterbeek | Bligg Oosterbeek | Bligg Oosterbeek | 3713 AA | Oosterbeek |

Schoolopdracht 1.4 **Grondanalyseformulier lezen**

Op een grondanalyseformulier staat een heleboel tekst. Het is belangrijk dat je snapt wat er staat en wat er geadviseerd wordt. In figuur 1.5 is een voorbeeldverslag van een groenteteeltbedrijf afgebeeld. Elke sector van de open teelten heeft zijn eigen soort formulier met aangepaste advisering. Beantwoord de volgende vragen aan de hand van het grondanalyseformulier.

- a Wanneer heeft het onderzoek plaatsgevonden?
- b Waarom is het belangrijk dat de datum op het formulier aangegeven is?
- c Tot welke diepte is er bemonsterd? Waarom die diepte?
- d Welke hoofd- en spoorelementen vind je terug op het formulier?
- e Welke andere gegevens van de grond staan op het formulier vermeld?
- f Welke hoofdelementen ontbreken? Weet je waarom?

De hoeveelheid van voedingselementen die geadviseerd wordt, valt ook van het formulier af te lezen. Hoe je daarmee om moet gaan, komt later aan de orde.

Schoolopdracht 1.5 **Mogelijkheden van grondonderzoek**

Neem van je praktijkbedrijf een grondonderzoeksformulier mee naar school. Bekijk een aantal van die analyses van je klasgenoten. Het valt je waarschijnlijk op dat er voor bepaalde gewassen en voedingselementen adviezen afgedrukt zijn. Zou er meer mogelijk zijn?

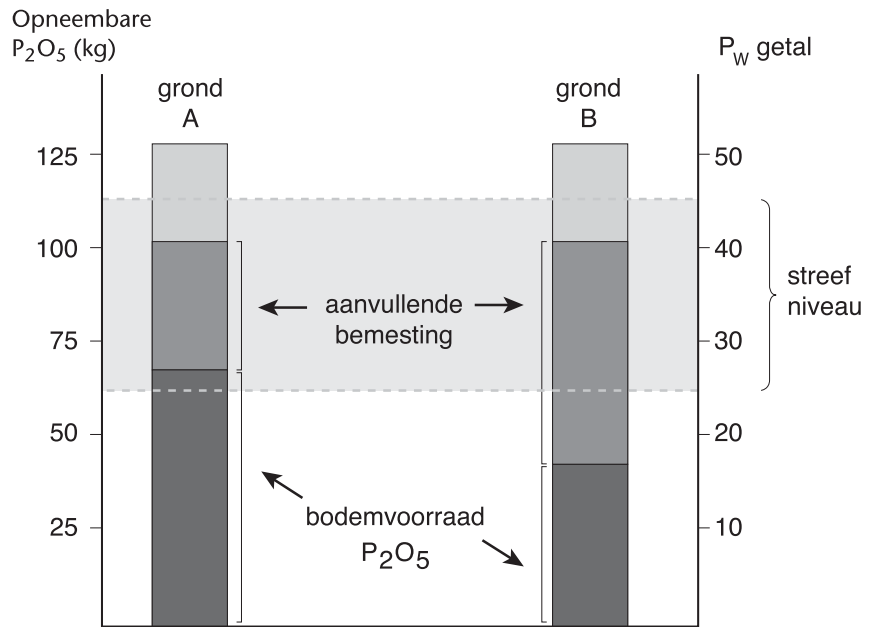
Probeer de volgende informatie via Internet te verkrijgen. Als het niet lukt, bel je het Bedrijfslaboratorium voor grond- en gewasanalyse op, of een andere gespecialiseerde grondonderzoeksfirma, en probeer te achterhalen:

- of er voor alle gewassen een advies mogelijk is;
- of er voor alle elementen een advies mogelijk is;
- welke soort gewasanalyses mogelijk zijn en wat men er mee kan;
- wat de kosten zijn voor een standaard onderzoek;
- hoeveel het advies kost voor speciale elementen/gewassen.

1.8 Streefniveau

Op de analyseformulieren kun je de term 'streefniveau' lezen. Dat dat iets is om naar te streven ligt voor de hand, maar wat is het nou precies? Dit valt het best te begrijpen aan de hand van figuur 1.6.

Fig. 1.6
Bemesting en het
streefniveau



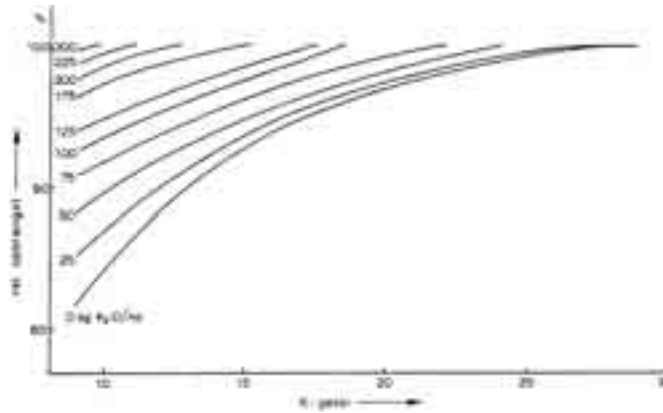
Twee telers verbouwen hetzelfde gewas op precies dezelfde grondsoort. Grond A bevat wat meer fosfaat dan grond B. Dus moet teler B iets meer bijbemesten dan A om dezelfde hoeveelheid beschikbare fosfaat te krijgen voor het gewas. Na de oogst van het gewas blijkt A toch een hogere opbrengst te krijgen dan B. Blijkbaar is het voor een plant beter meststoffen op te nemen uit een grond met een goede bodemvoorraad dan uit een grond met een lage bodemvoorraad en veel extra aanvoer van meststoffen.

Het is daarom aan te raden je grond wat betreft bemesting op dat hogere niveau te brengen, het streefniveau. Een streefniveau gaat uit van de optimale situatie. De kosten die je moet maken om dat goede bemestingsniveau te bereiken, mogen de meeropbrengsten die je krijgt door een betere kwaliteit product of een hogere opbrengst, zeker niet overtreffen. De hoogte van de streefniveau's zijn dan ook per sector verschillend. Het streefniveau van fosfaat en kali bij groentegewassen en boomteelt ligt hoger dan bij bijvoorbeeld akkerbouw. Hoe hoog dat niveau moet zijn, hangt ook af van de grondsoort en de gewassen, die je verbouwt. In figuur 1.6 is dat aangegeven door de grijze balk.

Voor kali is ook onderzocht wat het effect van de bodemvoorraad is op de opbrengst. Dit effect is weergegeven in figuur 1.7. De bodemvoorraad K is uitgedrukt in een zogenaamd *kaliget*.

kaliget

Fig. 1.7
 Het verband tussen K-
 getal en relatieve
 opbrengst met en zonder
 kalibemesting bij
 suikerbieten op zeelei



Schoolopdracht 1.6 Streefniveau

Het advies dat je kunt krijgen voor het streefniveau van je grond, kan voor iedere teler anders zijn. Het verschil kan behoorlijk groot zijn. Om eens te zien hoe dat bij jou in de streek zit, moet je eens een paar adviezen met elkaar vergelijken. Maak een schema waarin je van elk praktijkbedrijf van jouw klas noteert: de grondsoort, het percentage lutum, het percentage organische stof, het analyseresultaat uitgedrukt in K-getal en Pw en de streefniveau's van deze elementen. Probeer te ontdekken welke relatie er is tussen grondsoort, teelt en streefniveau.

1.9 Afsluiting

Een plant moet voor groei en goede productie een aantal voedingselementen ter beschikking hebben. Deze zijn te verdelen in hoofd- en spoorelementen. De plant gebruikt deze elementen om samen met de fotosyntheseproducten stoffen te vormen die essentieel zijn voor de plant zoals eiwitten, vetten, hormonen enzovoort. Deze voedingselementen komen voor een deel in de grond voor als gevolg van vertering van mineralen en voor een deel door vertering van organische stof. Vlinderbloemige gewassen kunnen gebruikmaken van luchtstikstof. Ook neerslag kan zorgen voor een geringe aanvoer van voedingsstoffen.

Een plant kan alleen opgeloste voedingsionen opnemen. Deze worden met massastroom en/of diffusie naar de plantenwortel getransporteerd. Het opnemen in de wortel doet de plant met behulp van zogenaamde dragermoleculen. Deze opname kost energie die de plant krijgt door ademhaling.

Positief geladen voedingsionen worden in de bodem gebonden aan het negatief geladen kleihumuscomplex. Dit voorkomt uitspoeling van deze ionen en doseert de plantenvoeding. Negatief geladen elementen worden aan andere stoffen gebonden of spoelen gemakkelijk uit.

Om inzicht te krijgen in de bemestingstoestand van de grond is het mogelijk een grondanalyse te laten uitvoeren. Behalve een bemestingsadvies valt op een analyseformulier ook af te lezen welke niveau van bemesting voor de grond nagestreefd moet worden. Dat heet het streefniveau.

Schoolopdracht 1.7 Vragen

Beantwoord de volgende vragen.

- Noem andere termen voor fotosynthese en ademhaling.

-
- b Welke elementen worden met zeewind meegevoerd naar het vasteland?
 - c Waarom wordt er voor stikstof elk jaar bemonsterd en voor kali en fosfaat dikwijls maar eens in de 4 jaar?
 - d Verklaar met behulp van scheikundige gegevens de omrekeningsfactoren.
 - e De provincie Friesland krijgt minder stikstof met neerslag dan de provincie Brabant. Hoe komt dat?
 - f Waarom zitten in mest alle hoofd- en spoorelementen?
 - g Gaat de werking van diffusie ook op voor gassen? Waardoor wordt bij gassen de 'massastroom' bevorderd?
 - h Als een plant door veel regenval een tijdje met z'n wortels onder water staat, gaat deze niet direct dood, maar staat de opname van voedingselementen wel stil. Waarom?
 - i Piet heeft twee percelen met suikerbieten die hij allebei bemest met 75 kg K_2O . Het ene perceel heeft een K-getal 10 en de andere 20. Welk opbrengstverschil (in procent) kan Piet verwachten tussen de percelen?

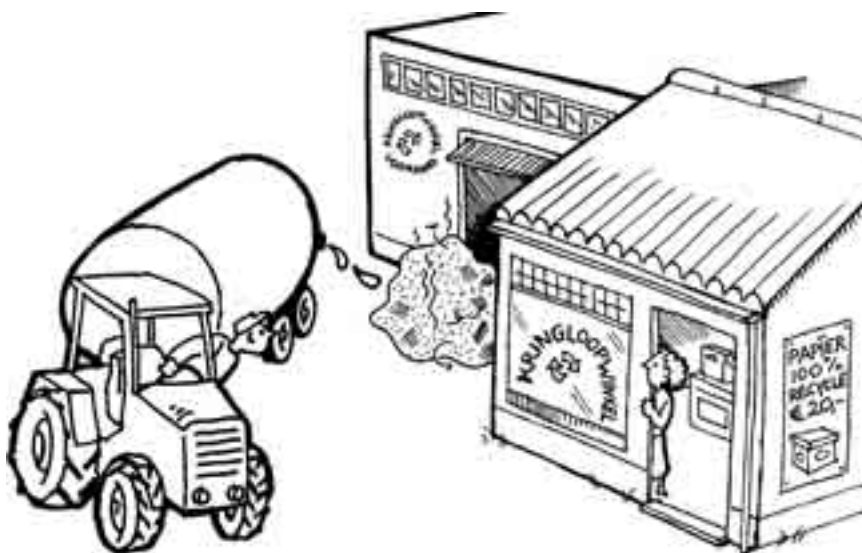
2 Organische bemesting

Oriëntatie

Recyclen is een term die voortgekomen is uit het groeiende milieubewustzijn van de mens. Het weggooien van spullen vergroot de afvalberg. En waarom zou je dat doen als die spullen voor iemand anders nog van nut kunnen zijn. De kringloopwinkels hebben de laatste jaren een grote ontwikkeling doorgemaakt.

Bij organische mest is er ook sprake van recyclen: in dit geval van voedingselementen. Naast het nuttig hergebruik van die voedingsstoffen heeft organische mest de planten nog wat extra's te bieden ten opzichte van kunstmest. Een keerzijde van het gebruik van organische mest is, dat verkeerd of overmatig gebruik juist weer schade kan toebrengen aan het milieu.

Fig. 2.1
Door het gebruik van
mest worden
voedingsstoffen
gerecycled.



Leerdoelen

Na bestudering van dit hoofdstuk kun je:

- zeggen welke soorten organische bemesting er zijn;
- aangeven wat de voor- en nadelen van het gebruik van organische mest zijn;
- berekenen hoeveel kg werkzame bestanddelen er in organische mest zitten;
- aangeven welke wetgeving het uitrijden van en de hoeveelheid toe te dienen mest regelt.

2.1 Soorten organische bemesting

Bij de term organische bemesting denk je in eerste instantie aan mest van vee. Deze categorie zorgt inderdaad voor de grootste aanvoer van organische meststoffen, maar er zijn meer soorten zoals:

- gewasresten en groenbemesters;
- compost en andere organische bodemverbeterende materialen;
- afvalproducten van de industrie;
- dierlijke mest.

Gewasresten en groenbemesters

Na de oogst van een gewas blijven delen van het gewas zoals blad, stengel en wortelresten in of op de grond liggen en ze worden later weer ingewerkt.

Groenbemesters worden als nagewas geteeld onder andere ter verbetering van het organische stofgehalte van de grond. Je ploegt ze voor de winter of in het voorjaar onder. Bij de vertering ervan komen voedingsstoffen vrij.

Compost en andere organische bodemverbeterende materialen

Compost is het resultaat van vertering van organische stof. Een hoeveelheid organisch materiaal is onder gunstige omstandigheden (voldoende lucht, water en warmte) door micro-organismen omgezet waarbij gemakkelijk verteerbaar materiaal is afgebroken. Veelgebruikte vormen hiervan zijn GFT-compost en champost. In de boomteelt wordt soms gebruikgemaakt van andere organische en venige materialen als tuinturf en boomschors. Deze leveren slechts weinig voedingsstoffen die door de langzame vertering druppelsgewijs vrijkomen.

Fig. 2.2

Compost is het resultaat van een goed geslaagd verteringsproces.



Afvalproducten van de industrie

De suikerfabrieken kennen veel restproducten die onder andere in veevoer worden verwerkt. Maar er zijn ook producten die een bemestende waarde hebben zoals vinassekali en betacal. Deze producten komen in hoofdstuk 3 en hoofdstuk 8 nader aan bod.

Dierlijke mest

variatie in mestsoort Mest afkomstig van vee is van oudsher belangrijk geweest voor bemesting. De *variatie in mestsoort* is enorm. Dat heeft verschillende oorzaken.

- De diersoort. Elk dier heeft een andere spijsvertering en dus een andere samenstelling van de mest.
- De samenstelling van het voer. Zo krijgt vleesvee ander voer dan melkvee. De mest is dan ook anders van samenstelling.
- De hoeveelheid stro, zaagsel of ander materiaal, dat wordt gemengd met de mest. Ook de verdunning van mest door spoelwater heeft effect.

Een tabel met de gehalten aan voedingsstoffen van diverse mestsoorten is opgenomen in bijlage 4.

2.2 Werking van organische meststoffen

Naast het leveren van voedingselementen hebben organische meststoffen een aantal andere functies.

- Ze verbeteren de structuur van de grond.
- Ze verbeteren het vochthoudend vermogen van de grond.
- Ze zorgen voor meer humus in de grond. Daardoor worden meer voedingsstoffen gebonden.
- Ze stimuleren het bodemleven.

bemestende waarde Is de *bemestende waarde* van organische stoffen gelijk te stellen aan die van kunstmest? In sommige gevallen is dat inderdaad het geval, maar meestal is de werking minder goed in te schatten. Hoe komt dat? Er zijn drie processen, waarmee je te maken hebt:

- mineralisatie;
- uitspoeling;
- vervluchtiging.

Mineralisatie

Mest, plantenresten en compost bestaan uit organische verbindingen die al gedeeltelijk verteerd zijn of een zodanige vorm hebben dat ze pas na enige tijd verteren. Die vertering vindt plaats door de samenwerking van het bodemleven: van de grote soorten als wormen en kevers tot de kleinste soorten als schimmels en bacteriën. Zij zetten gezamenlijk de organische stof om in humus. Daarbij komen ook voedingsstoffen vrij.

Dit proces heet mineralisatie. Dat betekent dat ook de voedingsstoffen voor een deel direct en voor een deel pas na verloop van tijd vrijkomen. Voor de drie belangrijkste elementen geldt het volgende: kali is vrijwel meteen beschikbaar, fosfor is voor het

grootste deel direct beschikbaar, maar in sommige mestsoorten komt een deel wat later vrij. Het vrijkomen van stikstof uit mest is sterk afhankelijk van de hoeveelheid stro en zaagsel die erin zit.

Uitspoeling

De voedingsstoffen die vrijkomen en niet direct door een gewas worden opgenomen, lopen in de winter gevaar uit te spoelen. De kans op uitspoeling is afhankelijk van het weer, het maakt immers nogal wat uit of er veel water door het bodemprofiel stroomt of dat de grond van november tot maart bevroren is. Ook de grondsoort is van belang. In zandgrond met een klein kleihumuscomplex en een gering waterhoudend vermogen spoelt meer uit dan uit een zware kleigrond met een humusrijke bouwvoor. Stikstof is het meest uitspoelingsgevoelig, fosfaat het minst, omdat dit element zich vrij snel bindt en daardoor onoplosbaar wordt en dus niet met de waterstroom meeloopt. Een aparte categorie zijn de fosfaatverzadigde gronden. In deze gronden zijn alle mogelijkheden om fosfaat te binden al benut, zodat fosfaat in dat geval wel kan uitspoelen.

Voor kali zijn de verliezen op klei en zavelgronden zeer gering. Op lichtere gronden zijn er ook nauwelijks verliezen als je de mest na half maart uitrijdt. Doe je dat voor de winter, dan zijn er wel wat verliezen. Het getal dat aangeeft hoeveel procent van de meststof in de mest werkzaam is, noem je een *werkingscoëfficiënt*. De werking van fosfaat in mest is weergegeven in figuur 2.3.

werkingscoëfficiënt

Fig. 2.3
Werkingscoëfficiënt van
fosfaat in mest in %

| Mest-soort | In het jaar van toediening | Over een langjarige periode |
|------------|-------------------------------|--------------------------------|
| rundvee | 60 | 100 |
| varkens | 100 | 100 |
| kippen | 70 | 100 |

In figuur 2.3 wordt gesproken over een langjarige periode. Omdat fosfaat normaal gesproken niet uitspoelt, maar over een aantal jaren vrijkomt, mag je op lange termijn 100 procent werking rekenen.

Vervluchtiging

Stikstof kan vervluchtigen in de vorm van ammoniakgas. Het uitrijden van mest is het moment bij uitstek van verliezen door vervluchtiging. Het onmiddellijk inwerken in één werkgang geeft al weer een betere benutting dan onderwerken na één uur. Op zandgronden zijn die verliezen eens gemeten. De resultaten van die meting zie je in figuur 2.4.

Fig. 2.4
Effect van de wijze van
toediening op
ammoniakvervluchtiging
op zandgronden

| Toedieningstechniek | Aantal dagen na uitrijden | NH3 vervluchtiging in % |
|-----------------------|---------------------------|-------------------------|
| bovengronds uitrijden | < 1 uur | 5 |
| | 1/2 dag | 20 |
| | 1 | 35 |
| | 2 | 50 |
| | 3 | 60 |
| | 5 | 70 |
| | 10 | 85 |
| | 15 | 95 |
| mestinjecteur | - | 0-5 |

Het berekenen van de hoeveelheid werkzame stikstof uit mest is wat minder eenvoudig dan bij kali of fosfaat. In bijlage 7 wordt het N-gehalte weergegeven als N_{totaal} , N_{mineraal} en $N_{\text{organisch}}$. N_{min} is dat deel van de stikstof, wat direct na het toedienen beschikbaar is voor het gewas. N_{org} is stikstof die in de loop van de jaren vrijkomt. N_{tot} is het totaal van de N in de mest en is de som van N_{min} en N_{org} .

Najaarstoediening

Als je mest in het najaar toedient, is het zeer afhankelijk van het weer hoeveel van de N_{min} er in het voorjaar nog in de grond zit. Door uitspoeling en vervluchtiging kan een groot deel verloren gaan. In het voorjaar meet je in het grondmonster ook de hoeveelheid stikstof die overgebleven is. Als je geen monster neemt, is het moeilijk daar een schatting van te maken.

Waar je dan nog wel mee te maken hebt is de werking van N_{org} . Hoeveel daarvan werkt, is ook weer afhankelijk van het weer gedurende het groeiseizoen en de lengte van het groeiseizoen. Je kunt een redelijke schatting maken met behulp van bijlage 8.

Voorjaarstoediening

Het voordeel van een voorjaarstoediening is, dat een groot deel van de verliezen die in de winter geleden worden, voorkomen kunnen worden. Het verlies dat optreedt, is ook dan weer sterk afhankelijk van de wijze van toediening. Dit valt te berekenen met bijlage 9.

Voor mest die je in het voorjaar toedient, moet je dus de werking van de N_{min} (bijlage 8) bij die van N_{org} (bijlage 9) optellen.

Een voorbeeld

Een akkerbouwer brengt in het voorjaar 20 ton zeugendrijfmest op zijn fabrieksaardappelen. Hij wil deze in november rooien. De mest wordt in februari toegediend en met de cultivator ingewerkt.

Van de N_{min} werkt dan ongeveer 61 procent, dus $61\% \times 20 \text{ ton} \times 2,5 \text{ kg/ton} = 30,5 \text{ kg}$ (bijlage 7 en bijlage 9).

Later in het seizoen komt door mineralisatie nog vrij: 19 procent van N_{tot} , dus $19\% \times 20 \text{ ton} \times 4,2 \text{ kg/ton} = 16 \text{ kg}$. De totale werking van de stikstof in de mest is dan ongeveer 46 kg.

Wil je een ruwe schatting maken van de stikstof die beschikbaar komt uit de mest, dan kun je dat met figuur 2.5 doen.

Fig. 2.5
Werking van stikstof in mest in % van N_{tot} bij toediening in najaar en voorjaar

| Mestsoort | Tijdstip van toediening | |
|------------------------|-------------------------|----------|
| | najaar | voorjaar |
| dunne mest | | |
| rundvee | 8 - 16 | 50 - 70 |
| varkens | 10 - 20 | 45 - 75 |
| kippen | 10 - 20 | 45 - 75 |
| vaste mest | | |
| rundvee | 10 - 20 | 20 - 40 |
| kippen, slachtkuikens | 10 - 25 | 40 - 60 |
| gier, alle mestsoorten | 0 - 40 | 60 - 90 |

Je ziet dat er een grote variatie in werking is. Het hoogste getal neem je, wanneer alle omstandigheden gunstig zijn voor een goede werking van de mest: dus wanneer je de mest direct en grondig hebt ondergewerkt, er 's winters niet zoveel neerslag is gevallen en je een gewas verbouwt dat een lang groeiseizoen heeft.

Omdat het in de boomkwekerij vaak om tweejarige teelt gaat, zijn daarvoor andere tabellen opgesteld die een schatting geven van de werking in het eerste en tweede jaar na toediening. Zie bijlage 10.

Schoolopdracht 2.1

Berekenen van benutbare hoeveelheden voedingsstoffen in mest

Wil je efficiënt gebruikmaken van organische mest, dan moet je een zo nauwkeurig mogelijke berekening maken van de hoeveelheid benutbare voedingsstoffen. Bereken in de volgende situaties hoeveel stikstof, fosfaat en kali er per ha door de gewassen benut kan worden.

- Voor 4 ha gladiolen op zandgrond wordt in maart 50 ton dunne zeugenmest uitgereden en na 1 uur ondergewerkt; ze worden eind oktober gerooid.
- Voor een perceel van 16 ha consumptieaardappelen op zavelgrond wordt in oktober 120 ton slachtkuikemest uitgereden. Ze worden begin oktober gerooid.
- Een boomkweker op dalgrond brengt eind maart op 1,5 ha laanbomen (tweejarige teelt) 25 ton dunne rundveemest.
- Een preiteler (oogst begin augustus) op zandgrond bemest zijn perceel van 3 ha in november met 80 ton vaste rundveemest.

2.3 De wijze van toedienen van mest

Als vroeger op de televisie aandacht werd besteed aan de mestproblematiek, verscheen er stevast de mesttank met ketsplaat in beeld die de drijfmest hoog de lucht in joeg. Daarmee werd voor de niet-agrariër zeer beeldend de ammoniakvervluchtiging geschetst. Het toedienen van mest is tegenwoordig sterk aan regels gebonden. Zo mag er tussen 1 september en 31 januari geen mest worden uitgereden op gronden die gevoelig zijn voor nitraatuitspoeling; dit zijn zand-, dal- en lössgronden. Op andere gronden is geen uitrijbeperking van kracht.

Fig. 2.6

Het in één werkgang
uitrijden en onderwerken
van mest



emissiearm

Het meest efficiënte moment van uitrijden is het voorjaar. De uitspoeling is dan het geringst. Anderzijds is het voorjaar minder aantrekkelijk om met de zware machines op het land te komen. De structuur van de grond wordt daar doorgaans niet beter van en dat is zeker voor pas gezaaide, geplante of gepote gewassen niet gunstig. Mest moet altijd *emissiearm* worden toegediend, dat wil zeggen in sleufjes van maximaal 5 cm breed of in twee werkgangen, waarbij je de mest onderwerkt of vermengt met de grond.

2.4 Mestwetgeving

Het op het verkeerde moment uitrijden van mest kan tot vervuiling van atmosfeer en oppervlaktewater leiden. Maar ook een overmaat aan meststoffen komt het milieu niet ten goede. Als je elk jaar te veel bemest, bevat de grond een steeds grotere voorraad meststoffen en neemt de uitspoeling voortdurend toe. Er moet dus een redelijk evenwicht zijn tussen de aanvoer en afvoer van mineralen. De afvoer van mineralen op open teeltbedrijven bestaat uit de oogst van de producten. De aanvoer bestaat uit organische mest en kunstmest.

MINAS

Vanaf januari 2001 is iedere akkerbouwer en tuinder met meer dan 3 ha land verplicht de mineralenstromen op het bedrijf te registreren via het mineralenaangiftesysteem, kortweg MINAS genaamd. Door deze registratie kan de hoeveelheid mest op de bedrijven binnen de perken gehouden worden.

Bgdm

Het Besluit gebruik dierlijke meststoffen (Bgdm) handelt over het uitrijden van mest en de toegestane toedieningsmethoden.

Schoolopdracht 2.2 Regelingen opzoeken

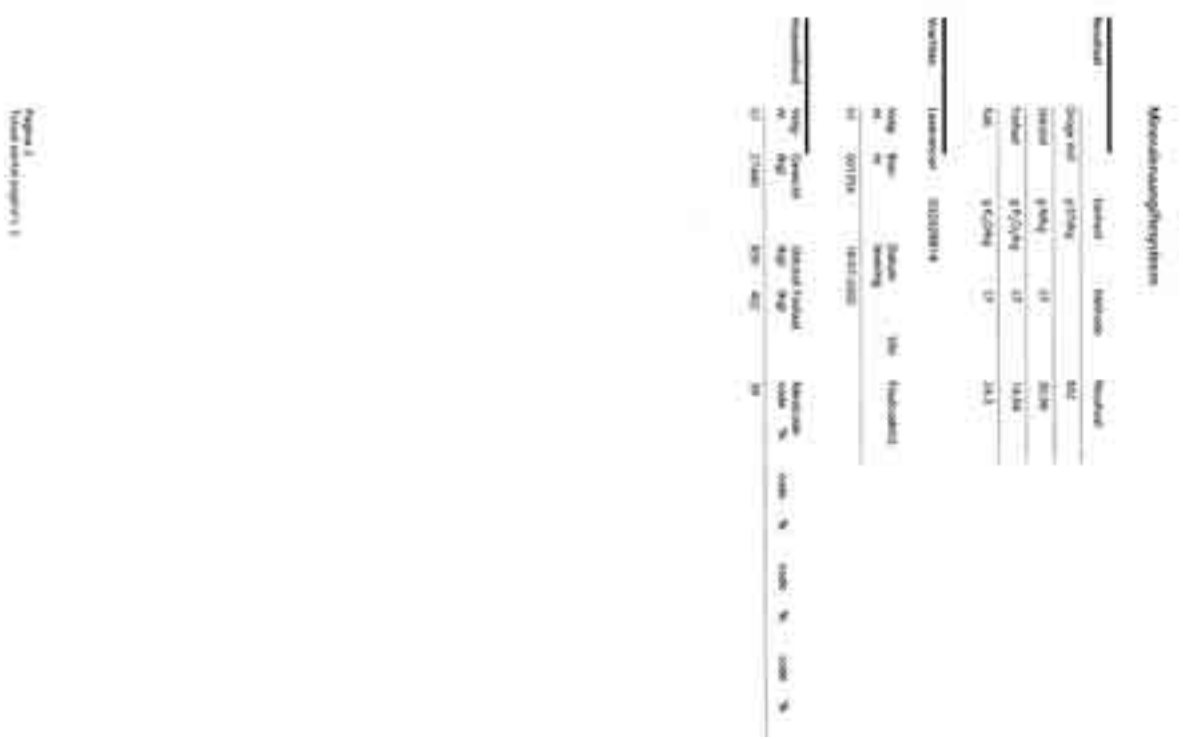
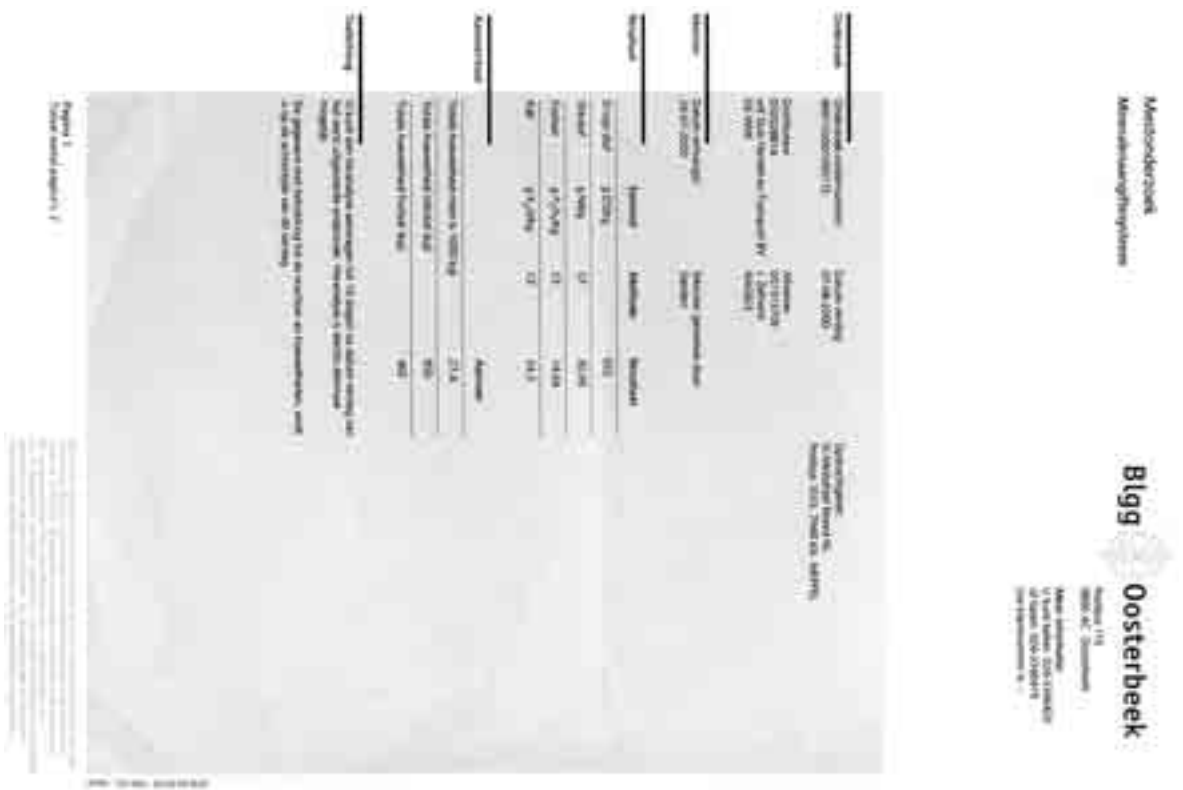
De wetgeving met betrekking tot het gebruik van mest in de landbouw richt zich op twee zaken: de manier en het moment van toedienen van mest en de toegestane hoeveelheid mest.

Vanaf de invoering van deze regelingen zijn diverse normen aangepast en aangescherpt. Wil je op de hoogte zijn van de nu geldende regelingen, dan moet je de laatste informatie hierover hebben. Maak gebruik van de hieronder genoemde Internetadressen en probeer een antwoord te vinden op de volgende vragen.

- www.nutrinorm.nl;
 - www.minInv.nl;
 - www.boerderij.nl;
 - www.agriholland.nl.
- a Welke regelingen zijn er van toepassing voor jouw sector met betrekking tot het toedienen van mest? Let daarbij op:
- de toedieningswijze;
 - het tijdstip.
- b Zoek ook uit, hoeveel mest er toegediend mag worden. Let daarbij op fosfaat en stikstof. Probeer ook goed duidelijk te krijgen wat de termen verliesnorm en forfait betekenen.
- c Probeer het aantal Internetadressen dat handelt over bovengenoemde zaken uit te breiden door een zoekmachine te laten zoeken met een trefwoord. Bedenk zelf welk trefwoord of combinatie van trefwoorden een goede kans van slagen geven.
- d Zet de informatie die je gevonden hebt in een schema op één A4 inclusief de gebruikte Internetadressen. Bewaar deze uitwerking zorgvuldig, je moet er in latere opdrachten nog gebruik van maken.

In bijlage 7 vind je de gehalten aan voedingselementen zeer nauwkeurig met zelfs één cijfer achter de komma. Deze nauwkeurigheid is schijn, want er is ook binnen dezelfde mestsoort een enorme variatie in gehalten. Omdat het voor een goede bemesting en ook in verband met de wetgeving belangrijk is dat je precies weet hoeveel stikstof, fosfaat en kali de mest bevat, is het werken met mestmonsters een oplossing. Deze zijn dikwijls voorhanden, omdat de mestleverancier ook verplicht is precies te werken. Een voorbeeld daarvan is weergegeven in figuur 2.7.

Fig. 2.7 Een voorbeeld van een mestanalyseformulier



Schoolopdracht 2.3 Mest en MINAS

Wet- en regelgeving met betrekking tot mest betekent in de praktijk dat er gewerkt moet worden met veel papier en met harde cijfers. Het is niet het leukste werk, maar je moet er toch mee leren omgaan. Zo krijg je er ervaring mee en bovendien kun je zo precies uitrekenen hoeveel mest je mag uitrijden, tenminste als je voldoende gegevens hebt.

- a Vul het MINAS-aangifteformulier in voor het volgende bedrijf. Ga uit van de normen die dit jaar gelden.

Gegevens:

- grondsoort: zandgrond;
- gewassen: 16 ha tulpen, 8 ha zomertarwe, 8 ha graszaad, 16 ha pootaardappelen, 8 ha waspeen.

Half augustus is na de zomertarwe een grasgroenbemester ingezaaid en na het graszaad is er bladrammenas ingezaaid. In november is 300 ton vaste kippenmest uitgereden (zie analyseformulier). Aan meststoffen zijn gebruikt in totaal: 21.000 kg KAS, 13.800 kg patentkali en 3.700 kg tripelsuperfosfaat. Zie voor de gehalten bijlage 4.

- b Hoeveel ton mest had deze ondernemer mogen uitrijden om net geen heffing te hoeven betalen?
- c Je merkt dat het een heel gereken is. Nu je enige ervaring hebt opgedaan, kun je deze berekening ook uitvoeren voor je praktijkbedrijf. Maak een lijst met gegevens die je voor de MINAS-berekening nodig hebt:
- met betrekking tot aanvoer;
 - met betrekking tot afvoer;
 - met betrekking tot grondgebruik.

Verzamel deze gegevens op je praktijkbedrijf en maak de berekening op school. Bespreek de uitkomst van je berekening met je praktijkopleider en maak van de berekening samen met je conclusies een verslag.

2.5 Afsluiting

Organische mest is belangrijk voor open teelten. Organische mest verhoogt het humusgehalte van de grond en verbetert daardoor de structuur, het waterbindend vermogen en het vermogen om voedingsstoffen te binden. Daarnaast bevat organische mest voedingsstoffen die soms direct en soms gedurende langere tijd door planten kunnen worden benut. Het vrijmaken van voedingselementen uit mest heet mineralisatie en wordt door het bodemleven uitgevoerd. Voor het bodemleven zelf is organische mest een belangrijke voedingsbron. De bemestende waarde van organische mest is moeilijk te berekenen, het is eerder een schatting. De snelheid van vertering van mest en de gehalten van voedingsstoffen in mest is nogal variabel en niet altijd even goed in te schatten.

Het gebruik van organische mest heeft niet alleen maar positieve punten. Bij het uitrijden van mest gaat door vervluchtiging ammoniak verloren. Omdat daarmee stikstof verloren gaat en de ammoniak bovendien slecht is voor het milieu (zure regen), moet je er bij het uitrijden van mest voor zorgen dat er zo weinig mogelijk emissie plaatsvindt. Alle stikstof die niet direct benut wordt, loopt kans in de herfst en de winter uit te spoelen in de vorm van nitraat. Ook nitraat in het oppervlaktewater is sterk milieuvervuilend. Om deze vormen van vervuiling te beperken zijn er wettelijke

beperkingen gesteld aan het tijdstip van uitrijden en moet je de mest emissiearm toedienen. De hoeveelheid mest die je op je bedrijf mag uitrijden wordt geregeld in de MINAS-wetgeving. Deze wet beoordeelt of er een redelijke verhouding is tussen de aanvoer van mineralen en de afvoer door oogst.

Schoolopdracht 2.4 Vragen

Beantwoord de volgende vragen.

- a Wat betekenen de letters G, F en T in GFT-compost en wat is champost?
- b Een composthoop wordt regelmatig omgezet. Wat zou het nut daarvan kunnen zijn?
- c Wat zijn 'sterk mineraliserende gronden' en welk probleem kun je daarmee hebben?
- d Noem twee redenen waarom het direct inwerken van mest na uitrijden gunstig is.
- e De N uit N_{org} komt in een aantal jaren vrij. Waarvan hangt het af, in hoeveel jaren dat plaatsvindt?
- f De MINAS-wetgeving is vooral ongunstig voor groentetelers die meer dan één teelt per jaar op een perceel verbouwen. Waarom?
- g Bedrijven die er moeite mee hebben om het organische stofgehalte van hun grond op peil te houden, kunnen het beste compost gaan gebruiken. Waarom?
- h Noem twee redenen om van een aangekochte partij mest een nauwkeurig monster te laten nemen.

3 Kali

Oriëntatie

Van de zes hoofdelementen zijn stikstof, fosfor en kali de belangrijkste. In dit hoofdstuk komt kali aan de orde. Dit voedingselement is wat betreft de processen in de bodem tamelijk overzichtelijk en het is altijd prettig niet meteen met het moeilijkste te beginnen.

Fig. 3.1

Liever niet meteen met de moeilijkste beginnen!



Leerdoelen

Na bestudering van dit hoofdstuk:

- kun je aangeven wat de functie van kalium voor de plant is;
- weet je wat de gevolgen voor het gewas zijn bij overmaat en bij te weinig kali;
- kun je meststoffen kiezen;
- weet je hoe een kaliadvies tot stand komt;
- kun je de hoeveelheid en het moment van bemesten bepalen.

3.1 Functie van kalium

Kalium maakt een aantal enzymen actief die zich bezighouden met de vorming van suikers en zetmeel. Kalium is vaak als K^+ -ion in het celvocht aanwezig en vervult in die rol ook een aantal functies.

Belangrijke functies van kali zijn de volgende.

- Kali bevordert de productie van koolhydraten. Dit is vooral van belang voor bol- en knolgewassen.
- Kali regelt het transport van koolhydraten uit de bladeren naar de andere delen van de plant.
- Kali regelt, doordat het als ion in het celvocht aanwezig is, de wateropname (osmose).
- Kali maakt de gewassen beter bestand tegen de kou. Dat is vooral van belang voor wintergewassen. Het effect is tweeledig: enerzijds voorkomt kali als zout in het celvocht snelle bevriezing van het celvocht. Anderzijds zorgt kali voor een goede wateropname. Vorstschade is namelijk dikwijls het verdrogen van de plant.
- De stevigheid van de gewassen neemt toe. Door de steviger celwanden zijn de gewassen minder gevoelig voor - met name - aantasting door schimmels.
- Kali heeft een grote invloed op de kwaliteit van producten. Het gaat dan om geur, smaak en uiterlijk.

3.2 Kaliumovermaat en kaliumtekort

Bij een tekort aan kali worden alle bovengenoemde functies in mindere mate uitgevoerd. De groei en opbrengst nemen af. Als de tekorten erg groot worden, spreek je van kaligebrek. Kaligebrek heeft een paar algemene kenmerken. Het blad krijgt een donkergroene kleur en de top en de rand van het blad verkleuren geel of bruin.

Fig. 3.2
Kaligebrek bij aardappelen. Het bladmoes tussen de nerven bobbelt op, de kleur wordt bronsachtig en het blad gaat glimmen.



Fig. 3.3

Kaligebrek bij uien. De pijpen zijn onregelmatig van lengte, de bladpunten veranderen in geel tot geelbruine wimpeltjes.



Overmaat aan kali heeft ook een paar algemene gevolgen. Allereerst leidt overmaat tot een klein rendement. Je investeert in meststof zonder daar nou direct een hogere opbrengst voor terug te krijgen. Bovendien spoelt, zeker op zandgronden, de niet benutte kali 's winters voor een deel uit. Kali is niet het meest vervuilende voedingselement, maar de drinkwaternorm van 2 mg K⁺/l water overschrijd je snel. Daarnaast kan een overmaat meststof een grote invloed uitoefenen op de osmose. Voor wateropname door osmose is het immers nodig dat de concentratie ionen in het celvocht hoger is dan die in het bodemvocht. Kalimestoffen lossen goed op, verhogen de ionenconcentratie in het bodemvocht en maken het de plant zo moeilijk om water op te nemen. Dit verschijnsel heet *zoutschade*.

Fig. 3.4

Een voorbeeld van zoutshade bij tulp. De wortels blijven kort, groeien krom, hebben soms verdikte uiteinden en breken gemakkelijk.



kali-antagonisme

Naast zoutshade heeft die overmaat aan K^+ -ionen rond de plantenwortel nog een ander nadelig effect. De K^+ -ionen hebben de neiging andere + geladen ionen tegen te werken bij de opname. Elementen als magnesium, natrium en borium hebben daar last van. Dit verschijnsel heet *kali-antagonisme*.

Planten zijn niet goed in staat zich te beperken in de kaliopname. Bied je meer kali aan, dan neemt de plant ook meer op. Dit heet luxe consumptie en kan leiden tot kwaliteitsverlies. Een daling van het drogestofgehalte van de plant is dikwijls het gevolg.

Schoolopdracht 3.1 Kalitekort

Aangezien kalitekort opbrengstverlies tot gevolg heeft, is het belangrijk goed te bemesten. Als de plant aangeeft kaligebrek te hebben, moet je dat als teler/kweker zo snel mogelijk zien te verhelpen. Je moet dat gebrek dan wel herkennen. Ook de schade door kaliovermaat moet je voorkomen. Het is goed te weten in welke vorm die schade optreedt.

Gebruik bij de beantwoording van de vragen teeltbundels of teelthandleidingen in de mediatheek. Noteer je antwoorden op werkblad 2.

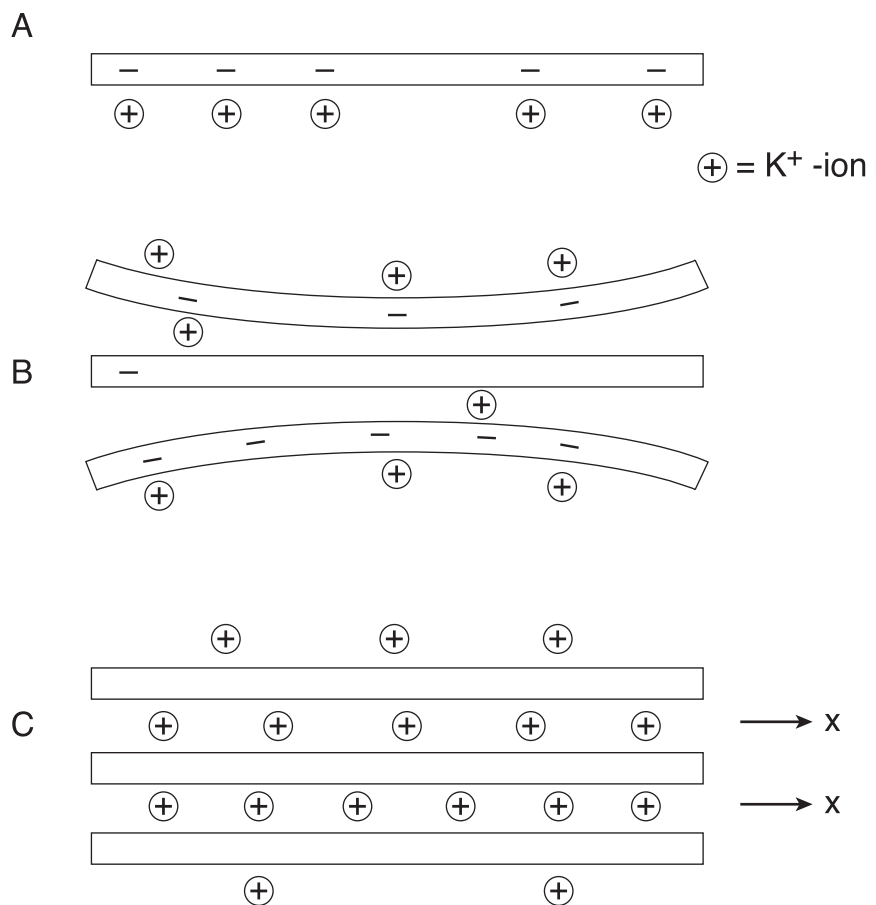
- Kies de drie in jouw sector belangrijkste gewassen. Wat zijn de uiterlijke kenmerken van kalitekort of gebrek van deze gewassen?
- Welke niet direct zichtbare kwaliteitseigenschappen komen in het gedrag bij een tekort aan kali?
- Welke kwaliteitseigenschappen worden minder door een te grote kaliopname?

3.3 Kaliopname en kalifixatie

De opname van kali verloopt als volgt: de in het bodemvocht opgeloste kali-ionen kunnen door de plantenwortel worden opgenomen of hechten zich aan het kleihumuscomplex. Als de plant ionen opneemt uit het bodemvocht wordt de concentratie kali-ionen dus lager en gaat een deel van de ionen van het kleihumuscomplex in de bodemoplossing. Vlak na een bemesting wordt het kleihumuscomplex voor een groot deel bezet met kali-ionen.

Bij kleideeltjes hechten de ionen zich aan de buitenkant van de kleiplaatjes. Er zijn kleisoorten waarbij kali-ionen tussen twee kleiplaatjes 'gevangen worden'. Die binding is dan zodanig sterk, dat de ionen niet meer opneembaar zijn voor de plant. In zo'n geval spreekt men van kalifixatie. Zie figuur 3.5. Deze fixatie treft je alleen aan op rivierklei.

Fig. 3.5
Binding van kali-ionen
aan kleiplaatjes



A = 'normale' binding van K^+ -ionen aan kleideeltjes

B = een kleimineraal, veel voorkomend in rivierklei, niet verzadigd met K^+ -ionen

C = hetzelfde mineraal: de kali-ionen tussen de kleiplaatjes (x) zijn gefixeerd.

3.4 Kalimeststoffen

De kalimeststoffen zijn onder te verdelen in chloorhoudende kalimeststoffen en chloorarme kalimeststoffen. Waarom deze twee soorten?

Kali wordt gewonnen in mijnen in Duitsland en Frankrijk. Daar is op grote diepte (400 m tot 1200 m) kalizout in lagen aanwezig. Deze 'ruwe kali' komt daar voor als KCl (kaliumchloride) en is vaak vermengd met andere zouten.

Fig. 3.6
Kalizout zoals het
gewonnen wordt uit de
mijnen



Om de kali gebruiksklaar te maken voor de praktijk is zuivering van ruwe kali vaak al voldoende. Veel van de geteelde gewassen kunnen slecht tegen chloor. Het ene gewas is wat gevoeliger dan de andere en ook blijkt er op zware grond minder schade te zijn dan op lichte grond. Grassen en granen zijn niet gevoelig voor chloor. Voor chloorgevoelige gewassen wordt de ruwe kali verder behandeld, waarbij de Cl⁻ vervangen wordt door een ander negatief ion, meestal sulfaat (SO₄²⁻). Patentkali is een voorbeeld van een chloorarme meststof.

Ook de zouten waarmee ruwe kali gemengd is, hebben bemestende waarde. Er zijn dus ook kalikunstmeststoffen die voor een deel andere elementen bevatten.
vinassekali Een meststof die je ook kunt gebruiken en bovendien chloorarm is, is *vinassekali*. Deze meststof is een bijproduct van de verwerking van suikerbieten. Figuur 3.7 geeft een overzicht van de meest gebruikte kalimeststoffen.

Fig. 3.7
Overzicht van een aantal
kalimeststoffen

| Naam | K ₂ O-gehalte (%) | Cl-gehalte (%) | Overige bestanddelen |
|-------------|------------------------------|----------------|---|
| kali 60 | 60 | 45 | |
| kali 40+6 | 40 | 36 | 6% MgO, 4% Na ₂ O, 12% SO ₃ |
| patentkali | 30 | < 3 | 10% MgO, 42% SO ₃ |
| kalisulfaat | 50 | < 3 | 43 % SO ₃ |
| vinassekali | 10 | < 3 | kleine hoeveelheden N, P ₂ O ₅ , MgO, SO ₃ en Na ₂ O |

Schoolopdracht 3.2 Berekenen van kosten en maken van een prijsvergelijking

Een goede ondernemer moet goed kunnen rekenen. Dat geldt niet alleen in financieel opzicht, maar ook voor bemesting. Uit het voorgaande is al gebleken, dat je niet te veel en niet te weinig moet geven. Ook omdat de meststoffen nogal variëren in prijs, moet je een bewuste keus kunnen maken.

- a Vraag bij de plaatselijke coöperatie of handelaar de prijs van de in figuur 3.7 genoemde meststoffen of probeer er via de website op Internet achter te komen. Vraag ook of er nog andere kalimeststoffen te krijgen zijn en vraag ook daarvan de gegevens.
- b Maak een prijsvergelijking. Dat doe je door uit te rekenen hoeveel 1 kg zuivere K_2O kost bij de verschillende mestsoorten. Welke is de duurste en welke de goedkoopste?
- c Waarom is deze prijsvergelijking niet helemaal eerlijk?
- d Je moet volgens het advies een gewas bemesten met 120 kg K_2O . Reken voor elk van de bovengenoemde meststoffen uit, hoeveel je moeten geven.

3.5 Tijdstip van bemesten

Er zijn twee momenten in het jaar dat kalibemesting plaatsvindt: in het voorjaar of in het najaar. Kali strooi je in het voorjaar als je te maken hebt met gronden die gevoelig zijn voor uitspoeling. Alleen moet je er dan wel voor zorgen dat chloorgevoelige gewassen een chloorarme meststof krijgen.

In het najaar strooien heeft verschillende voordelen.

- De chloorhoudende meststoffen, die doorgaans goedkoper zijn dan de chloorarme, verliezen door uitspoeling de Cl^- . De K^+ wordt gebonden aan het kleihumuscomplex en blijft zo ter beschikking van het gewas. Ook voor de chloorgevoelige gewassen kun je op deze manier gebruikmaken van chloorhoudende meststoffen. Een voorwaarde is natuurlijk wel dat de grond voldoende in staat is de K^+ te binden.
Behalve de grassen en granen zijn alle gewassen in zekere mate chloorgevoelig. Maar de zwaarte van de grond speelt ook een rol. Hoe hoger het lutumgehalte van de grond, hoe minder effect chloor op een gewas heeft. Soms wordt chloor bewust gebruikt om het onderwatergewicht van consumptieaardappelen en daarmee de blauwgevoeligheid wat terug te dringen.
- Als je veel kali moet strooien en je zou dat allemaal in het voorjaar geven, dan komt er wel een heleboel zout in één keer in de grond. De kans op zoutschade is dan groot. Als je in het najaar strooit, is in het voorjaar de kali wat gelijkmatiger in de grond verdeeld.

3.6 Kaliadvies

Op het grondanalyseformulier wordt de kalitoestand uitgedrukt in een zogenaamd

kaligetal *kaligetal*. Je kunt de hoeveelheid kali in de grond bepalen. Maar omdat de beschikbaarheid van kali ook afhangt van de hoeveelheid kleideeltjes, de pH en de organische stof, worden deze factoren verrekend in het kaligetal. Kleigronden hebben van nature een hoger kaligetal dan zandgronden. In de eerste plaats bevatten kleimineralen kali. Door verwerking kan dat vrijkomen voor het gewas. En door de betere binding spoelt er ook minder kali uit.

Het advies op het formulier houdt rekening met de behoefte van de plant en het streefgetal. Sommige planten hebben veel kali nodig en krijgen dus een hoog advies, maar er zijn ook gewassen die kali minder gemakkelijk opnemen en dus een overmaat kali aangeboden moeten krijgen.

Omdat telers hun grond wat betreft bemesting op het niveau van het streeftraject willen hebben, past het advies zich daarop aan. Heb je een te laag kaligetal, dan wordt er automatisch een overmaat kali geadviseerd om daarmee je bemestingsniveau te verhogen. Heb je er geen behoefte aan om je bemestingsniveau te veranderen, bijvoorbeeld in het geval van huurland, dan moet je dat van tevoren aangeven.

Schoolopdracht 3.3 Bemestingsopdracht

In het voorgaande heb je geleerd, waar je zoal op moet letten bij bemesting. Probeer nu aan de hand van het volgende praktijkgeval maar eens wat zaken uit te rekenen. Groenteteler Verhaegh (zie bijlage 11) wil op zijn perceel na de oogst van de broccoli nog spinazie telen. In de herfst van het voorgaande jaar heeft hij 25 ton dunne rundveemest/ha uitgereden op het perceel.

- Hoeveel kali moet hij op het perceel strooien?
- Hoeveel werkzame kali zit er in de mest?
- Hoeveel van welke meststof moet hij aankopen?
- Wat gaat hem dat kosten? Ga ervan uit, dat de mest niets heeft gekost.

3.7 Afsluiting

Kalium behoort tot de belangrijkste van de hoofdelementen en vervult een aantal belangrijke functies in de plant. De productie en het transport van koolhydraten wordt door kali geregeld en kali zorgt ervoor dat gewassen minder vorst- en droogtegevoelig zijn en wat ziektebestendiger. Verder heeft kali zowel bij een teveel als een tekort invloed op de kwaliteit van een product.

Je kunt gewassen zowel in het najaar als in het voorjaar bemesten met kali. In het najaar bemesten geeft het voordeel van een betere verdeling door de grond, zodat de kans op zoutschade afneemt. Bovendien spoelt chloor, het element waaraan in de meeste meststoffen kali gekoppeld is, 's winters uit. Uitspoelingsgevoelige gronden moet je in het voorjaar met kali bemesten en voor chloorgevoelige gewassen is dan een chloorarme meststof vereist.

De keuze van de meststof kan ook beïnvloed worden door de nevenelementen die sommige meststoffen bevatten.

Kali hecht zich in de bodem aan het kleihumuscomplex, zodat er op kleigronden en humusrijke zandgronden niet veel uitspoelt. Bij een bepaalde rivierkleisoort is de binding van kali dusdanig sterk, dat het niet meer beschikbaar is voor het gewas.

Het grondanalyseformulier geeft door een kaligetal informatie over de bemestingstoestand van de grond. Het bemestingsadvies houdt rekening met de behoefte en de kaliopname van het gewas en, indien nodig, met de verbetering van de bemestingstoestand van de grond.

Schoolopdracht 3.4 Vragen

Beantwoord de volgende vragen.

- a Waarom is een goede kalibemesting met name voor tweejarige gewassen van belang?
- b Waarom zijn chloorarme meststoffen duurder dan chloorhoudende?
- c Zoutschade wordt veroorzaakt door slecht bemesten, maar ook het weer kan een rol spelen. Hoe?
- d Noem enkele kalibehoeftige en enkele minder kalibehoeftige gewassen.
- e Kun je op rivierklei in het najaar kali bemesten? Waarom wel/niet?
- f Hoeveel kg chloor geef je een gewas als je volgens advies 120 kg K_2O geeft in de vorm van K-60, K-40+6 of vinassekali?
- g Waarom hebben kleigronden een hoger streeftraject dan zandgronden?
- h Hoe kan K-60 nou 45 procent Cl bevatten als er al 60 procent kali in zit?

4 Fosfor

Oriëntatie

Fosfor is het meest besproken voedingselement van de laatste jaren. Vooral de milieuvervuiling als gevolg van onder andere het overschot aan fosfaat stond in het middelpunt van de belangstelling. Als gevolg daarvan werden mestwetten ingesteld, gebaseerd op een fosfaatnorm en huishoudens moesten fosfaatvrije wasmiddelen gaan gebruiken. Over de bemestende waarde wordt dan niet gesproken. Toch is fosfor een uiterst belangrijk element.

Leerdoelen

Na bestudering van dit hoofdstuk:

- weet je welke rol fosfaat speelt in de plantengroei;
- ken je de nadelige gevolgen van fosfaattekort voor het gewas;
- kun je zeggen wat de gevolgen zijn voor het milieu van fosfaatovermaat;
- kun je meststoffen kiezen;
- kun je aangeven hoe fosfaat zich in de grond gedraagt;
- kun je de hoeveelheid en het moment van bemesten bepalen.

4.1 Functie voor de plant

Fosfor is een bouwsteen van de eiwitten in de plant en speelt een rol bij de assimilatie en de dissimilatie. Fosfaat heeft vooral invloed op:

- de wortelgroei;
- de jeugdgroei;
- de knol-, wortel- en zaadvorming;
- de afrijping.

Wortelgroei

In het voorjaar heeft fosfaat een zeer stimulerende rol bij de wortelgroei. Juist dan is het belangrijk dat de wortelontwikkeling voorspoedig verloopt, omdat dit weer direct van invloed is op de opname van water en voedingsstoffen.

Jeugdgroei

Planten nemen vooral in het jeugd stadium veel fosfaat op. Het is bekend dat wanneer de plant nog maar 25 procent van zijn droge stof heeft geproduceerd, er al 75 procent van de totale hoeveelheid fosfaat is opgenomen.

Fig. 4.1
Fosfaat is belangrijk voor
de jeugdgroei.



Knol-, wortel- en zaadvorming

Dit vloeit voort uit de vorige functie. Door een vlotte begingroei krijgt de plant snel voldoende stengels en blad voor fotosynthese en daardoor een goed producerend vermogen.

Afrijping

Vooral voor gewassen die in ons klimaat maar moeilijk afrijpen, is een voldoende fosfaatvoorziening erg belangrijk.

4.2 Fosfaatovermaat en fosfaattekort

Fosfaatovermaat is nog niet schadelijk gebleken voor gewassen, behalve als er meer dan 500 kg/ha P_2O_5 gegeven wordt. Natuurlijk is een overdadige fosfaatgift economisch niet verantwoord. De meerkosten die je maakt, worden niet gecompenseerd door een meeropbrengst.

Heel erg schadelijk is fosfaatovermaat als dit leidt tot uitspoeling en zogenaamde *eutrofiëring* van het oppervlaktewater. Het is gebleken dat een te grote hoeveelheid fosfaat in het water aanleiding is tot enorme algengroei. De algen kunnen weer schadelijk zijn, doordat ze zuurstof uit het water halen, waardoor het overige

waterleven stikt. Dit kan smerige, stinkende sloten of andere watergangen tot gevolg hebben.

Bij fosfaattekort ondervinden vooral gewassen die een kort groeiseizoen hebben, schade, omdat met name voor die gewassen een goede beworteling en jeugdgroei van belang zijn. Gewassen met een wat langer groeiseizoen hebben meer tijd zich te herstellen en kunnen bovendien het tekort enigszins compenseren door verplaatsing van fosfaat van oudere plantendelen naar jongere: recycling binnen de plant!

Fig. 4.2
Aardappelblad met
fosfaatgebrek



Schoolopdracht 4.1 Fosfaattekort herkennen

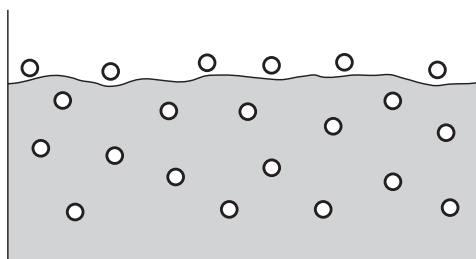
Evenals bij kali geldt dat het op tijd herkennen van fosfaattekort belangrijk is. Gebruik bij de beantwoording van de vragen teeltbundels of teelthandleidingen uit de mediatheek. Vul je antwoorden weer in op werkblad 2.

- a Wat zijn de uiterlijke kenmerken van fosfaattekort van een aantal voor jou interessante gewassen? Neem hiervoor dezelfde gewassen als bij schoolopdracht 3.1.
- b Welke niet direct zichtbare kwaliteitseigenschappen komen in het gedrang bij een tekort aan fosfaat?

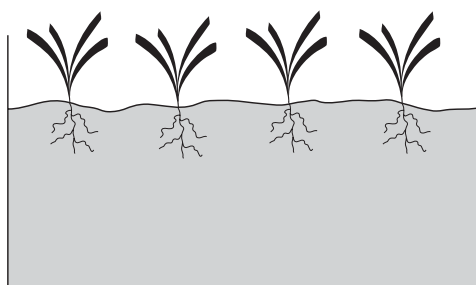
4.3 Processen in de bodem

Het gedrag van fosfaatmeststoffen lijkt in eerste instantie op dat van kali, maar na verloop van tijd gaat het fosfaat zich anders gedragen. Figuur 4.3 maakt dat duidelijk.

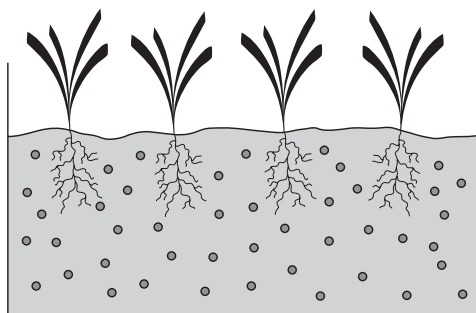
Fig. 4.3 Opname van fosfaat door de plant



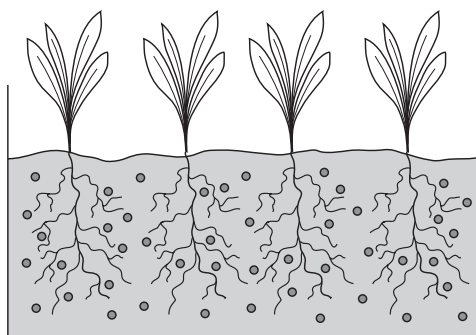
Fosfaat wordt als goed oplosbare fosfaatmeststof op en in de grond gebracht en lost door dauw, regen en/of bodemvocht langzaam op.



Het pas geplante of gekiemde plantje kan, met de nog niet zo sterk ontwikkelde wortels, goed gebruik maken van het opgeloste fosfaat. Fosfaat wordt in de vorm van H_2PO_4 -ion door de plant opgenomen.



Na verloop van tijd slaat het grootste deel van het fosfaat als een slecht oplosbare verbinding met kalk neer in de grond. Dit fosfaat is wel fijnverdeeld door de grond.



Als de plant een goed ontwikkeld wortelstelsel heeft, zijn de wortels in staat naast het opgeloste fosfaat in de bodemoplossing ook het neergeslagen fosfaat in hun nabije omgeving weer op te lossen en te benutten. Door de groei van wortels door de grond heen kan steeds opnieuw fosfaat van andere plaatsen in de grond opgenomen worden.

Bij de opname van fosfaat speelt het bodemleven ook een belangrijke rol. Sommige schimmels zijn in staat slecht opneembare fosfaat om te zetten in opneembare fosfaat. Schimmels en bacteriën bevinden zich in de bodem bij voorkeur in de nabije omgeving

van wortels. De stoffen die wortels uitscheiden, zijn vaak een voedingsbron voor het bodemleven. Zo kan er een mooie samenwerking tot stand komen.

Als een plant fosfaat opneemt, scheidt deze als compensatie van de negatieve lading van het H_2PO_4^- -ion ook een negatief ion uit en wel het HCO_3^- -ion. Dit ion ontstaat bij ademhaling van de plant.

Fixatie

In gronden met een lage pH gedraagt fosfaat zich nog weer anders. Als de pH lager dan 4,5 is, lossen de elementen ijzer en aluminium meer op in bodemwater dan bij een hoge pH. Beide elementen kunnen een binding aangaan met fosfaat die zodanig hecht is dat de plant het fosfaat niet meer kan opnemen. Dit verschijnsel noem je fosfaatfixatie.

Op kalkrijke zand- en klei- en lössgronden heb je, vanwege de hoge pH, weinig last van deze fixatie, maar op zure zandgronden en veengronden moet je met je bemesting met dit proces rekening houden.

4.4 Fosfaatmeststoffen

De keuze aan fosfaatmeststoffen is tamelijk beperkt. Fosfaat wordt dikwijls in combinatie met stikstof en kali in een samengestelde meststof gegeven.

Aan enkelvoudige meststoffen zijn alleen superfosfaat en tripelsuperfosfaat bekend naast de vloeibare meststof polyfosfaat. Superfosfaat en tripelsuperfosfaat worden gemaakt van het ruwe fosfaat dat als delfstof geïmporteerd wordt uit onder andere Noord-Afrika. Dit fosfaat is slecht oplosbaar en dus ongeschikt voor bemesting. Net als planten dit fosfaat door een zure omgeving oplosbaar kunnen maken, doet de meststoffenindustrie dat ook. Door bewerking met zwavelzuur ontstaat *superfosfaat* met 19 procent goed oplosbare fosfaat en als bijproduct gips. Voer je die bewerking uit met fosforzuur, dan ontstaat de meststof *tripelsuperfosfaat* met 43 procent goed oplosbaar fosfaat.

superfosfaat

tripelsuperfosfaat

polyfosfaat

Polyfosfaat is een nog tamelijk nieuwe meststof die zijn waarde in de praktijk nog moet bewijzen. De meststof wordt in vloeibare vorm in de grond geïnjecteerd. De fosfaatvorm zoals die in polyfosfaat voorkomt, is niet direct opneembaar, maar moet door de werking van vocht opneembaar worden. Het is gebleken dat de werking van polyfosfaat van factoren afhankelijk is als structuur, pH en temperatuur. Een proef met uien gaf een goed resultaat, maar bij herhaling van de proef, een jaar later, werd geen verschil gevonden met normale bemesting. De tijd zal leren of polyfosfaat een waardevolle aanvulling betekent van de fosfaatmeststoffen.

4.5 Hoeveelheid, tijdstip en wijze van bemesten

P_w-getal

De hoeveelheid fosfaat die gegeven moet worden, hangt natuurlijk af van de voorraad in de bodem. Deze wordt uitgedrukt in een zogenaamd *P_w-getal*, dat de hoeveelheid fosfaat opgelost in water aangeeft. Je kunt het als volgt vertalen: het *P_w-getal* geeft het aantal kg fosfaat aan per 10 cm bouwvoor per ha. Een bouwvoor van 25 cm met een *P_w-getal* van 32 heeft dus $2,5 \times 32 = 80$ kg fosfaat per ha. Dit getal geeft maar een fractie aan van de totale hoeveelheid fosfaat in de grond. Het overige fosfaat is

echter slecht tot zeer slecht oplosbaar en dus moeilijk te ontsluiten voor een gewas in het voorjaar. Een gewas met een goed ontwikkeld wortelstelsel zou hier natuurlijk wel gebruik van kunnen maken, maar je hebt meestal te maken met een zaadje dat nog moet ontkiemen of een plantje met nog maar weinig wortels en die moeten het hebben van gemakkelijk opneembaar fosfaat. En daar komt nog bij, dat vooral in de beginfase van de groei fosfaat het meest nodig is.

rijenbemesting

Omdat de opname van fosfaat in de beginfase nog niet zo gemakkelijk gaat wordt er voor sommige gewassen wel *rijenbemesting* toegepast. Tegelijk met het zaaien wordt het fosfaat iets naast en onder het zaadje in de grond gebracht. De jonge wortels kunnen dan al snel beschikken over een behoorlijke hoeveelheid fosfaat. Bij gewoon breedwerpig strooien moet het fosfaat ongeveer een maand voordat het gewas het benut toegediend worden. Er is dan voldoende tijd om op te lossen en het fosfaat is dan nog niet door de kalk vastgelegd.

Een bedrijf met fosfaatfixerende grond moet daar met bemesting goed rekening mee houden. Er moet bijvoorbeeld niet te veel tijd zitten tussen bemesten en zaaien, planten of poten. Duurt dat namelijk te lang, dan is het fosfaat al vastgelegd voordat de plant het wil opnemen.

Een andere mogelijkheid is rijenbemesting. Omdat het fosfaat geconcentreerd in de grond voorkomt, komt fixatie minder sterk voor.

Ten slotte is er de mogelijkheid om de bemesting in de vorm van organische mest uit te voeren. Het fosfaat komt geleidelijk vrij en kan dan direct door de plant worden opgenomen.

Schoolopdracht 4.2 Bemesting uitvoeren

Nu je het een en ander weet over fosfaat, kun je al weer een completer deel van de bemesting uitvoeren. Pas je kennis maar toe op het volgende praktijkgeval.

Een boomkweker op zandgrond wil in het voorjaar zijn fosfaat- en kalibemesting uitvoeren voor zijn coniferen. Hij brengt 12 ton dunne vleesvarkensmest/ha op het perceel en wil voldoende kunstmest aankopen ter aanvulling. Hij heeft zijn grondanalyseformulier net ontvangen. Zie bijlage 12.

Hoeveel van welke meststoffen moet hij bestellen?

4.6 Afsluiting

Fosfaat is een bouwsteen van de eiwitten in de plant en heeft vooral een belangrijke functie bij de wortelgroei, de jeugdgroei en de afrijping van de plant. Fosfaat wijkt wat betreft zijn gedrag in de grond af van de andere elementen. Na verloop van tijd wordt fosfaat onoplosbaar door een binding met kalk. De plant kan alleen gebruikmaken van fosfaat, nadat dit onder invloed van de zure wortelomgeving weer in oplosbare vorm is omgezet. Op fosfaatfixerende gronden - vooral gronden met een pH < 4,5 - wordt fosfaat zodanig vastgelegd aan Fe of Al, dat het gewas er geen gebruik meer van kan maken.

De enkelvoudige meststoffen die je in de praktijk gebruikt, zijn super- en tripelsuperfosfaat. Beide meststoffen zijn gemaakt door ruw fosfaat met een zuur te behandelen waardoor goed opneembaar fosfaat ontstaat. Polyfosfaat is een vloeibare meststof waarvan de praktische waarde nu nog onderzocht wordt.

Fosfaat moet je niet te lang strooien voor het zaaien, poten of planten, omdat het moeilijk voor de plant opneembaar wordt door fixatie of onoplosbaar worden. In sommige gevallen kan het goed werken om fosfaat in rijenbemesting toe te dienen. Zeker op fixerende gronden kan dat goed werken net als het toedienen van organische mest.

Schoolopdracht 4.3 Vragen

Beantwoord de volgende vragen.

- a Waarom is een slechte structuur van de grond in het voorjaar bij planten vaak zichtbaar als fosfaattekort?
- b Waarom is een late overbemesting met fosfaat weinig zinvol?
- c Een oude fosfaatmeststof is Thomas slakkenmeel. Deze meststof is poedervormig en bevat slecht oplosbaar fosfaat. Waarom wordt dit als poeder toegediend?
- d Waarom is deze meststof (slakkenmeel) minder geschikt voor open teelten dan voor grasland?
- e Noem twee redenen waarom een plant moet kunnen ademen om fosfaat op te nemen.
- f Bij de MINAS-wetgeving is de toediening van fosfaat in de vorm van organische mest wettelijk geregeld. Kunstmest mag nog steeds onbeperkt gestrooid worden. Waarom dit verschil?
- g De grond van biologische bedrijven heeft vaak een actiever bodemleven. Kan dat effect hebben op de fosfaatopname?
- h Waarom kan een meerjarig gewas bij een laag P_w -getal meer fosfaat opnemen dan een éénjarig gewas?

5 Stikstof

Oriëntatie

Stikstof wordt weliswaar pas als derde element behandeld, maar is toch verreweg het belangrijkste voedingselement. Maar ook is stikstof het element, dat in de praktijk het meeste problemen geeft. Stikstof kan met neerslag aangeleverd worden, vervluchtigen, vastgelegd worden en vrijkomen in de bodem en deze processen zijn sterk afhankelijk van factoren als vocht en temperatuur. En wat is het meest veranderlijke in het dagelijkse leven? Juist, het weer!

Fig. 5.1

*En waar praten
Nederlanders het meest
over*



Leerdoelen

Na bestudering van dit hoofdstuk:

- kun je de belangrijkste functies van N noemen;
- weet je in welke vormen stikstof kan voorkomen;
- kun je de omstandigheden noemen waarin stikstof van de ene vorm in de andere kan overgaan;
- kun je aan de hand van een analyseformulier de stikstofbemesting bepalen;
- weet je een verantwoorde keuze te maken uit de beschikbare meststoffen.

5.1 Functie voor de plant

Gewassen die te weinig stikstof hebben gehad, zijn doorgaans zeer goed te onderscheiden van goed bemeste planten. Dit hangt samen met de functie van stikstof.

Stikstof:

- is een belangrijk bouwelement voor bladgroen;
- is een belangrijk bouwelement voor eiwitten;
- stimuleert de celdeling;
- stimuleert de celstrekking.

Gebrek aan bladgroen is snel te zien aan de kleur van het gewas. Eiwitten zijn erg belangrijk in een plant, omdat deze de levensprocessen in de plant besturen. Celstrekking en celdeling zorgen samen voor de groei van de plant. De opbrengst van een gewas wordt dan ook voornamelijk door stikstof bepaald.

5.2 Stikstoftekort en stikstofovermaat

Stikstof is uiterst belangrijk voor de opbrengst van het product en een tekort aan stikstof geeft dan ook zeker een opbrengstderving. Maar stikstof werkt ook weer niet uitsluitend positief. Zo blijft een plant veel langer groen en productief bij een overmaat aan stikstof. Dat is wel vervelend als je een afgerijpt product wilt oogsten. Een grote massa stengel en blad - de welige groei die bij een overdadige stikstofbemesting ontstaat - kan een doel zijn zoals bijvoorbeeld bij bladgroenten. Maar als het om een ondergronds oogstproduct gaat, kan het ten koste gaan van de opbrengst. Bovendien ontstaat er door veel blad een wat vochtiger microklimaat in het gewas, wat voor de ontwikkeling van schimmels gunstig kan zijn. Er is dus een grotere kans op schimmelziekten. Ook is een snel gegroeide plant ziektegevoeliger.

De kwaliteit van veel producten is dikwijls ook niet gebaat bij veel stikstof. Kortom, je moet een gewas niet te weinig, maar zeker ook niet te veel stikstof geven!

Fig. 5.2
*Stikstoftekort bij
spruitkool*



Schoolopdracht 5.1 Stikstofgebrek en stikstofovermaat

Uit het voorgaande is gebleken dat een gewas zo nauwkeurig mogelijk met stikstof bemest moet worden. De beschreven gevolgen van tekort en overmaat zijn algemeen geldig voor elk gewas. Voor de gewassen die jouw interesse hebben, moet je ook goed weten welke gevolgen verkeerd bemesten met zich meebrengt. Ook de zichtbare verschijnselen moet je herkennen, zodat je tijdig maatregelen kunt nemen. Gebruik voor de beantwoording van de volgende vragen teeltbundels of teelthandleidingen uit de mediatheek. Vul ook nu weer de gevonden gegevens in op werkblad 2.

- Wat zijn de uiterlijke kenmerken van stikstoftekort of gebrek van een aantal gewassen uit jouw sector?
- Welke niet direct zichtbare kwaliteitseigenschappen komen in het gedrang bij een tekort aan stikstof?
- Welke kwaliteitseigenschappen worden minder door een te grote stikstofopname?

5.3 Processen in de bodem

Wat kan er met stikstof zoal gebeuren? We proberen het duidelijk te maken door de mogelijke veranderingen van stikstof eens te volgen.

Je gaat een gewas verbouwen en je wilt daar organische mest voor gebruiken. De mest wordt uitgereden en je vindt dat het niet echt aangenaam ruikt. Eén van de gassen die bij het uitrijden vrijkomt is ammoniakgas (NH_3 -gas).

De mest die je in de bodem hebt ingewerkt, bestaat voor een deel uit direct opneembare stikstofammonium (NH_4^+) of nitraat (NO_3^-) die de planten voor een groot deel gebruiken voor de productie van eiwit. Maar een deel komt pas later of zelfs veel later na vertering door het bodemleven vrij. Dit heet mineralisatie. Het bodemleven heeft overigens, net als de gewassen, stikstof nodig voor zijn levensprocessen. Voor dat doel onttrekken zij een deel van die stikstof. Dit proces noem je *immobilisatie*.

immobilisatie

Een paar dagen na het toedienen van de mest gaat het regenen. Als de mest in de bodem onder zuurstofarme omstandigheden komt, door bijvoorbeeld een natte of dichtgereden grond, zijn er bacteriën die de nitraatstikstof kunnen gebruiken voor hun stofwisseling. Daarbij komt stikstofgas (N_2 -gas) vrij dat ook vervluchtigt. Dit proces wordt *denitrificatie* genoemd. In het najaar komt denitrificatie door de natte omstandigheden het meest voor.

denitrificatie

De direct opneembare stikstof uit de mest bestaat voornamelijk uit ammonium. Maar in het groeiseizoen zijn er in de bodem bacteriën actief die dit ammonium omzetten in nitraat. Dit proces heet *nitrificatie*. Het voordeel daarvan is dat nitraat voor de planten iets beter opneembaar is dan ammonium. Een nadeel is dat nitraat zich niet kan hechten aan klei of humus en dus kan uitspoelen.

nitrificatie

Een deel van de stikstof die jij met je mestgift hebt toegediend, is vervluchtigd, maar een deel daarvan komt toch weer terug in de grond: de ammoniak kan oplossen in water en zo met de regen als ammonium weer terugkomen in de grond.

Als er tussen de gewassen een vlinderbloemig gewas staat, kan dit het stikstofgas binden en gebruiken voor eigen productie.

Schoolopdracht 5.2 **Invulopdracht**

Je hebt nu een heleboel informatie gekregen over de veranderingen die plaats kunnen vinden met betrekking tot stikstof. Noteer de woorden die je in onderstaande tekst moet invullen. Maak daarbij gebruik van de volgende woorden ammonium, nitraat, stikstofgas, eiwit en ammoniakgas.

- Bij denitrificatie wordt omgezet in
- De scheikundige formule NH_4^+ hoort bij de naam
- Vlinderbloemige gewassen maken gebruik van en gebruiken dat onder andere voor de vorming van
- De scheikundige formule N_2 hoort bij de stof
- De vorm van stikstof die het meeste uitspoelt is
- Bij mineralisatie wordt organische stof omgezet in
- Het omzetten van in heet nitrificatie.
- De scheikundige formule NO_3^- hoort bij de stof
- Met de regen komt in Nederland jaarlijks zo'n 30 - 50 kg stikstof per ha terecht. Die stikstof is dan in de vorm van
- Stikstof kan vervluchtigen als en
- De scheikundige formule NH_3 hoort bij de stof
- Het proces immobilisatie is het (tijdelijk) vastleggen van en door het bodemleven.

De begrippen uit deze opdracht komen nu nader aan de orde.

Ammoniakvervluchtiging

In mest en meststoffen komt stikstof vooral voor als ammonium: NH_4^+ . Maar in contact met de lucht en vooral in omstandigheden met een hoge pH wordt dit snel omgezet in NH_3 : ammoniakgas. Dit betekent dat er verliezen aan stikstof kunnen optreden bij het uitrijden van mest en bij het toedienen van mest of ammoniumhoudende meststoffen aan kalkrijke gronden, omdat deze een hoge pH hebben. Om de verliezen wat beperkt te houden is dan ook een onderwerkverplichting ingevoerd. En dat is niet ten onrechte, zoals al bleek uit figuur 2.4.

Komt de ammoniak weer in contact met water, bijvoorbeeld in de atmosfeer, dan lost hij weer op en wordt weer omgezet in ammonium

Nitrificatie

Nitrificatie is de omzetting van ammonium in nitraat. Dit proces vindt plaats in de bodem door de activiteit van bacteriën.

De volgende reactie vindt plaats:



Ammonium wordt bij aanwezigheid van voldoende zuurstof omgezet in nitraat, waterstofionen en water.

Dit proces vindt plaats als er aan de volgende voorwaarden wordt voldaan:

- temperatuur $> 50^\circ\text{C}$ (naarmate de temperatuur hoger is, verloopt het proces sneller);
- voldoende aanwezigheid van zuurstof;
- voldoende vocht in de bodem;

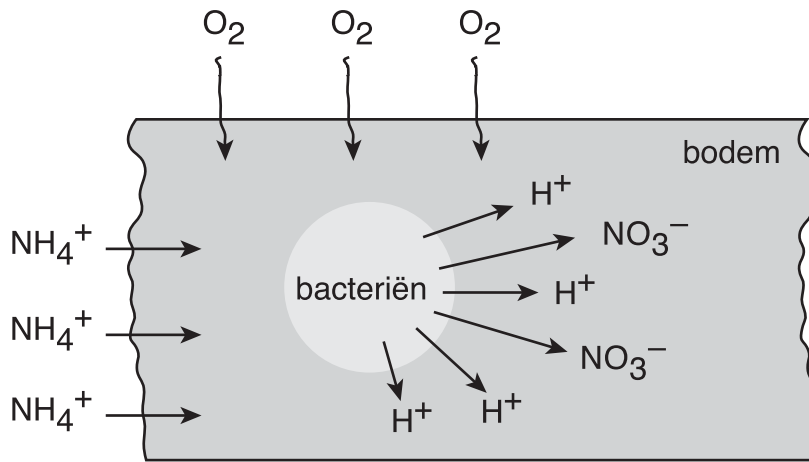
- een pH > 4,0 (naarmate de pH hoger is, verloopt het proces sneller).

Je mag stellen dat onder goede groeiomstandigheden de nitrificatie ook snel verloopt. Het meeste ammonium is dan in een paar weken tijd omgezet in nitraat.

Nitrificatie heeft een aantal gevolgen.

- Verzuring. Zoals je uit de reactievergelijking kunt zien, komen er H^+ -ionen vrij. De grond verzuurt daardoor.
- Een betere opname. De meeste gewassen nemen beter nitraat op dan ammonium.
- Meer uitspoeling. Nitraat spoelt door de negatieve lading sneller uit dan ammonium.

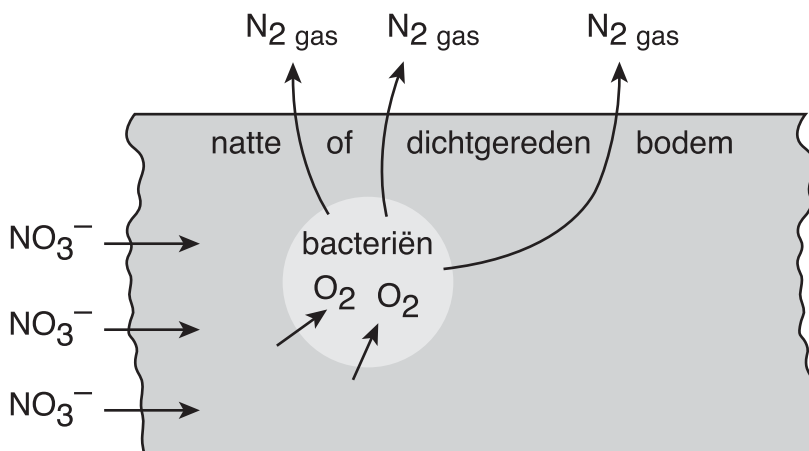
Fig. 5.3
Nitrificatie



Denitrificatie

Andere bacteriën kunnen, als zij door omstandigheden weinig zuurstof ter beschikking hebben, de zuurstof van nitraat gebruiken voor hun levensprocessen. Het nitraat wordt ten slotte omgezet in N_2 -gas dat vervluchtigt. Het nadelige effect van dit proces is dus het verlies van stikstof. Denitrificatie vindt niet plaats als de betreffende bacteriën voldoende zuurstof hebben. Natte en dichtgereden grond levert dus stikstofverlies op.

Fig. 5.4
Denitrificatie

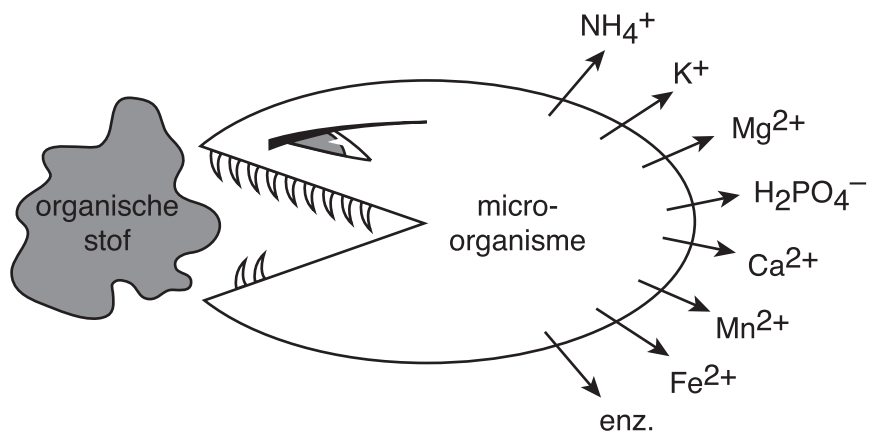


Mineralisatie

Verse organische stof, bijvoorbeeld blad- en oogstresten, is voedsel voor het bodemleven net als humus die al wat langer in de grond zit. Bij deze afbraak komt naast andere voedingsstoffen vooral stikstof vrij. Dit proces heet mineralisatie. Naarmate de omstandigheden voor het bodemleven gunstiger zijn, vindt meer mineralisatie plaats, dus vooral in een warme en vochtige zomer.

Mineralisatie levert ons stikstof, wat op zich gunstig is. Maar het nadeel daarvan is, dat je moeilijk kunt schatten wanneer die stikstof vrijkomt en hoeveel. Zeker als aan het eind van een groeiseizoen nog veel mineralisatie plaatsvindt, is dat niet gunstig. Veel afrijpende gewassen krijgen weer een groeiimpuls en de stikstof, die niet benut wordt, spoelt 's winters uit.

Fig. 5.5
Mineralisatie



Immobilisatie

Bij het proces van mineralisatie vindt nog een ander proces plaats: een extra groei van het bodemleven. Immers organische stof is voedsel! Bij die groei heeft dat bodemleven ook stikstof nodig voor de aanmaak van eiwitten. Dus een deel van de vrijgekomen stikstof wordt door het bodemleven 'vastgelegd' en het overschot aan stikstof kan door het gewas benut worden. Als er nu organisch materiaal in de bodem wordt gebracht, waar relatief weinig stikstof in zit, dan is er maar weinig tot geen overschot aan stikstof. Sterker nog, het kan zelfs gebeuren dat het bodemleven gebruikmaakt van de minerale stikstof in de bodem, zodat er nog minder stikstof voor het gewas overblijft. Dit proces heet immobilisatie (immobiel = niet beweeglijk).

Dat daarbij stikstof wordt weggehaald is natuurlijk niet gunstig voor de plant. Maar je moet wel bedenken dat het maar tijdelijk is. In tijden van minder voedselaanbod of andere ongunstige omstandigheden sterft een deel van het bodemleven af, waarna die stikstof alsnog vrijkomt. Bovendien kan de stikstof die geïmmobiliseerd is, 's winters niet uitspoelen. Op die manier is de uitspoeling van nitraat kleiner.

Voorals stro en storrijke organische mest en mest met veel zaagsel hebben relatief weinig stikstof. Doordat ze langzaam worden afgebroken en door immobilisatie geeft deze organische stof zijn stikstof dus geleidelijk af. Bij het omzetten van stro in humus is stikstof nodig. Dit wordt dus onttrokken aan de grond.

Stikstofbinding

Een aantal planten die tot het geslacht vlinderbloemigen behoren, kan gebruikmaken van N_2 -gas voor de stikstofvoorziening. Bekende voorbeelden daarvan zijn erwten, bonen, klaver en luzerne. Dat doen ze niet alleen, maar in samenwerking met een bacterie. Deze bacterie dringt binnen in de wortels van deze planten. Op die wortels ontstaan vergroeiingen die je duidelijk kunt zien als je de wortels van zo'n plant bekijkt. In die *wortelknolletjes* leven de bacteriën van de assimilatieproducten van de plant, maar binden zij ook stikstof die vervolgens door de plant benut kan worden. Deze vorm van samenwerking, waarbij beide partners van elkaar profiteren heet *symbiose*. Voor biologische landbouw is deze vorm van stikstofbinding heel belangrijk. In een biologische vruchtwisseling zit dan ook een groot percentage vlinderbloemigen.

wortelknolletjes

symbiose

Fig. 5.6

Via vlinderbloemigen kun je extra stikstof in de grond brengen.



Uitspoeling

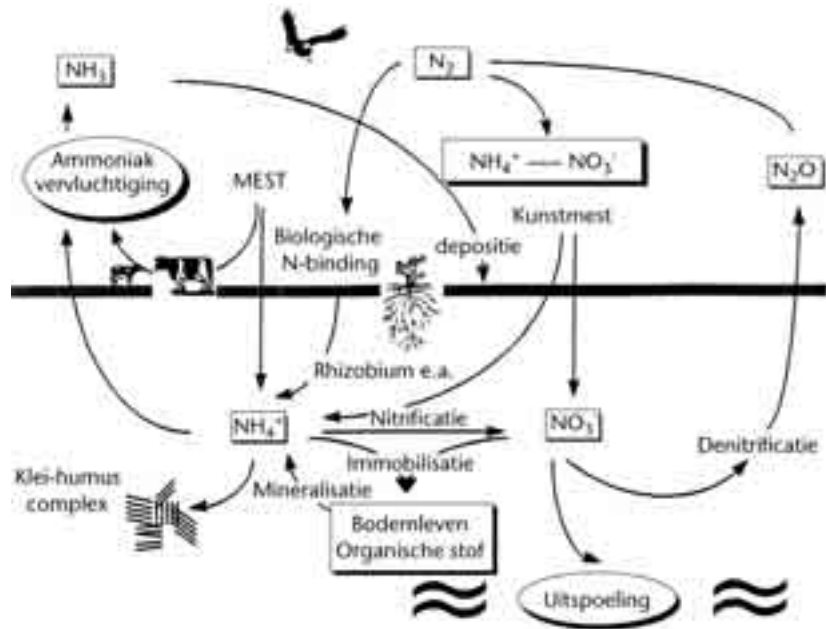
Omdat nitraat door zijn negatieve lading niet gebonden wordt in de bodem, is dit zeer beweeglijk en spoelt dus ook gemakkelijk uit. Door nitrificatie is de stikstof aan het eind van het groeiseizoen voornamelijk in de vorm van nitraat aanwezig en spoelt in een natte winter grotendeels uit. Maar ook in het groeiseizoen kan nitraat met het waterfront mee dieper de grond inzakken. Dit betekent dat het niet meer opneembaar is, omdat het buiten de wortelzone komt. Door capillaire opstijging kan het natuurlijk wel weer binnen het bereik van de wortels komen.

drinkwaternorm

Omdat die uitspoeling zo gemakkelijk plaatsvindt, kan het nitraatgehalte van het bodem- en oppervlaktewater snel toenemen. Aangezien nitraat gevaarlijk kan zijn voor de gezondheid, moet uitspoeling zoveel mogelijk worden voorkomen. Als *drinkwaternorm* wordt 50 ppm (= 50 mg NO_3^-/l water) gehanteerd. Om de stikstofuitspoeling binnen de perken te houden is de aanvoer van stikstof dan ook aan een maximum gebonden en opgenomen in de MINAS-wetgeving.

Al deze processen zijn nog eens in samenhang met elkaar weergegeven in figuur 5.7.

Fig. 5.7
Stikstofkringloop



5.4 N-bemestingsadvies

Omdat de juiste bemesting bij stikstof meer dan bij welk ander voedingselement zo belangrijk is, is er voor elk gewas uitgezocht hoeveel stikstof je moet geven. Vaak wordt geadviseerd de giften over meer keren te verdelen. De *startgift* aan het begin van het groeiseizoen is voor de meeste gewassen afhankelijk van de voorraad N die nog in de bodem aanwezig is. Er zijn veel instanties die je dat advies kunnen verstrekken. Zij nemen een monster van jouw perceel of analyseren een door jou genomen monster en geven het advies. De monsternamen wijken af van die voor elementen als fosfaat en kali. De diepte van de beworteling is per gewas verschillend en omdat nitraat zich gemakkelijk door de grond beweegt, is de bewortelingsdiepte het uitgangspunt van de bemonsteringsdiepte. Zo neem je voor gewassen die niet te diep wortelen de laag van 0 tot 30 cm. Voor granen wordt zelfs tot 1 m gemonsterd.

De bemonstering vindt meestal eind februari - begin maart plaats. Als je mest uitgereden hebt, is het aan te raden minstens zes weken tijd te nemen tussen mesten en bemonsteren. De beschikbare mest is dan in je monster opgenomen. In figuur 5.8 is het stikstofadvies opgenomen van een aantal gewassen.

Fig. 5.8 Stikstofbestedingsadviezen voor diverse gewassen

| Gewas | N-gift (kg/ha) | | Bemonsteringsdiepte | Min. gift | Max. gift |
|--|------------------|--------------------------------------|---------------------|-----------|-----------|
| | najaar | voorjaar | | | |
| zomertarwe, 1e gift 2e gift | | 120 - N_{\min} 170 - N_{\min} | 60 cm | 0 | 80 |
| wintertarwe, 1e gift 2e gift | | 140 - N_{\min} 170 - N_{\min} | 100 cm | 20-30 | 100 |
| brouwergerst | | 90 - N_{\min} | 60 | | |
| consumptieaardappelen (klei/löss) | | 285 - $1,1 \times N_{\min}$ | 60 | | |
| fabrieksaardappelen (zand/dalgrond) | | 275 - $1,8 \times N_{\min}$ | 30 | | |
| pootaardappelen | | 140 - $0,6 \times N_{\min}$ | 60 | | |
| suikerbieten | | 200 - $1,7 \times N_{\min}$ | 60 | 30 | |
| zaaiuien | | 100 - 120 | 30 | | |
| erwten | | 60 - N_{\min} | 30 | | |
| andijvie; 1e teelt | | 190 - $1,4 \times N_{\min}$ | 30 | | |
| bloemkool | | 225 - N_{\min} | 60 | | |
| bos/waspeen | | 80 - N_{\min} | 60 | | 60 |
| prei | | 120 - N_{\min} | 60 | | |
| stamslabonen | | 150 - N_{\min} | 30 | | |
| ijssla; 1e teelt | | 190 - N_{\min} | 30 | | |
| Bollenteelt | | | | | |
| tulpen | 30 | 175 - N_{\min} | 30 | | |
| lelies | 150 - N_{\min} | 80 | 30 | | |
| irissen | 30 | 125 - N_{\min} | 30 | | |
| gladiolen; pitten kralen | | 250 - N_{\min} 150 - N_{\min} | 30 | | |
| Boomteelt | | | | | |
| coniferen; sterke groeikracht, | 1e jr 2e jr | 90 - N_{\min} 110 - N_{\min} | 30 | | |
| Ericaceae; zwakke groeikracht, | 1e jr 2e jr | 60 - N_{\min} 80 - N_{\min} | 30 | | |
| Laan- en parkbomen; onderstammen | | 60 - N_{\min} | 30 | | |
| Heesters; sterke groeikracht; winterstek | 1e jr 2e jr | 80 - N_{\min} 110 - N_{\min} | 30 | | |

Er zijn nog veel uitgebreidere lijsten beschikbaar en per gewas valt er dikwijls nog meer te vertellen over de N-bemesting. Zo krijgen vroege aardappelen een heel ander advies dan aardappelen die in de normale oogsttijd geroid worden. Voor de groentegewassen geldt het advies voor de basisgift. Later in het seizoen moet er bijbemest worden. Verder is er variatie in rassen, zaai- en plantdata enzovoort.

Schoolopdracht 5.3 Zelf stikstof meten

Het goed bemesten van stikstof is uiterst belangrijk voor de gewassen met het oog op kwaliteit en opbrengst en vooral ook voor het milieu. Omdat de N-toestand van de bodem zo snel kan veranderen, is het regelmatig meten van de bodemvoorraad stikstof eigenlijk een vereiste. Het is duur als je dit steeds door een laboratorium laat doen. Daarom is het goed zelf wat routine te krijgen in het meten. Daarvoor heb je een stikstofmeter nodig.

Fig. 5.9

Je kunt zelf stikstof meten met de nitracheck.



Je gaat de verandering van de N-bodemvoorraad vanaf maart tot ongeveer de laatste schooldag bijhouden. Ga steeds in groepjes van twee leerlingen de bepaling uitvoeren.

- Kies een perceel uit, bij voorkeur niet te ver van school.
- Spreek in de klas af, hoe de bemonstering moet worden uitgevoerd: hoeveel boorpunten, welke looproute, welke stukken overslaan?
- Neem elke week van dat perceel twee monsters van 0-25 cm en twee van 25-60 cm.
- Maak een goede afspraak over de codering van de monsters en ontwerp een formulier om de resultaten duidelijk te kunnen registreren.
- Bepaal in je eigen monster het N-gehalte via de voorschriften van nitracheck en reken het om naar N-voorraad per ha. Doe dat ook van de monsters van de week ervoor. Noteer de resultaten nauwkeurig en overzichtelijk.
- Maak aan het eind van de bemonsteringsperiode een grafiek van het verloop van de N-voorraad met de tijd.
- Trek conclusies over:
 - de verandering van de N-voorraad;
 - de verdeling van de N over de bodemlagen;
 - de nauwkeurigheid van de meting.

5.5 Aanvullende advisering

Behalve het vaststellen van de bodemvoorraad in het begin van het groeiseizoen en een advies voor een basisgift en één of meer volggiften zijn er nog diverse andere mogelijkheden om tot een nauwkeuriger advies te komen, zoals:

- het N-bijmeststelsysteem (NBS);
- bladsteeltjesonderzoek;
- stikstofvenster.

N-bijmeststelsysteem

Met name in de vollegrondsgroenteteelt maken telers gebruik van het N-bijmeststelsysteem. De gewassen krijgen in het begin niet de totale gift aan N, maar een gedeelte en in de loop van het groeiseizoen wordt bekeken hoeveel er nog bijbemest moet worden. Als de omstandigheden goed zijn voor mineralisatie, kan het zijn dat er wel voldoende voorraad in de grond zit.

In het groeiseizoen wordt dus enkele keren de bodemvoorraad bepaald en op grond daarvan volgt een advies. Dat houdt ook rekening met de te verwachten opname en een *buffervoorraad*.

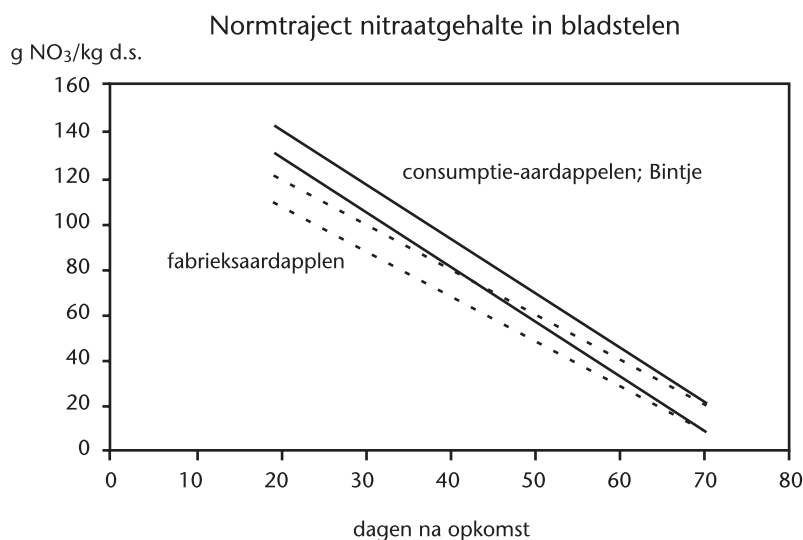
buffervoorraad

Bladsteeltjesonderzoek

De benadering van het advies bij het bladsteeltjesonderzoek is anders dan bij de andere methoden. Je gaat nu niet naar de grond kijken, maar naar het gewas: heeft het gewas voldoende stikstof opgenomen? Het blijkt dat de hoeveelheid nitraat in de bladstelen van het gewas een goede aanwijzing is. Je moet dan wel weten welke gehalten voldoende zijn voor dat gewas, het normtraject. In figuur 5.10 zijn de normtrajecten aangegeven voor consumptieaardappelen en voor fabrieksaardappelen. Als je bijvoorbeeld 30 dagen na opkomst in het ras Bintje in de bladstelen een gehalte van $120 \text{ g NO}_3^-/\text{kg}$ droge stof meet, is er blijkbaar voldoende stikstof beschikbaar.

Fig. 5.10

Normtraject voor het nitraatgehalte in de droge stof van bladstelen van consumptieaardappelen en fabrieksaardappelen



Stikstofvenster

Het stikstofvenster kun je goed toepassen in granen. Een kleine oppervlakte van het graan krijgt wat minder stikstof (± 30 kg) toegediend dan de rest van het gewas. Zolang er op het oog geen verschil is tussen het venster en de rest, is er blijkbaar geen N-tekort. Zo gauw er wel verschil is, kan er bijbemest worden. Het gewas krijgt dan, omdat er nog een reserve van 30 kg is, geen tekort.

5.6 Meststoffen

Voor stikstofbemesting zijn er veel soorten kunstmest ontwikkeld. De meststof kalkammonsalpeter (KAS) wordt het meest gebruikt. Ze zijn te vinden in bijlage 4. Welke meststof je het beste kunt kiezen hangt van een aantal factoren af als:

- de prijs;
- de nevenbestanddelen;
- de opnamesnelheid;
- het effect op de pH.

Prijs

De prijs van de diverse kunstmeststoffen is moeilijk te vergelijken. Want behalve de prijs per kg zuivere N spelen nog andere zaken een rol, zoals:

- de waarde van de nevenbestanddelen;
- de behoefte aan die nevenbestanddelen;
- de kosten van het verspreiden van de meststof (strooien, spuiten, injecteren).

Kijk je echter uitsluitend naar de prijs per kg zuivere N, dan komen vloeibare ammoniak en kalkammonsalpeter in aanmerking.

Nevenbestanddelen

Naast stikstof kunnen er andere nuttige voedingselementen voorkomen in een meststof. Dat is het geval bij magnesammon en chilisalpeter.

Magnesammon

Magnesammon heet officieel stikstofmagnesia. Naast N komt in deze meststof ook het element Mg voor. Indien Mg gestrooid wordt om de bemestingstoestand van de grond te verbeteren of op peil te houden, is dit een prima meststof. Voor een snelle werking van de Mg-meststof is het beter een meststof als bitterzout te gebruiken.

Chilisalpeter

Chilisalpeter bevat naast een behoorlijke hoeveelheid Natrium ook nog een beetje Borium. Aangezien deze twee elementen beide voor suikerbieten belangrijk zijn, is deze meststof voor bieten op zandgrond een prima bemesting.

Opnamesnelheid

Als je wilt dat een gewas snel reageert op een overbemesting, dan kun je ervoor kiezen een vloeibare meststof toe te dienen op het blad, bijvoorbeeld ureum. Je kunt in zo'n geval ook kunstmest strooien die uitsluitend nitraat bevat, bijvoorbeeld kalksalpeter.

Effect op de pH

Vanwege het optreden van nitrificatie hebben ammoniumhoudende meststoffen een verzurende werking op de grond. Dit effect kan gewenst zijn (bijvoorbeeld ter voorkoming van schurft op aardappelen), maar ook ongewenst, omdat de pH weer hersteld moet worden door een kalkgift. In de lijst met meststoffen kun je dit effect nagaan door te kijken bij de kolom 'neutraliserende waarde (nw)'. Is deze negatief, dan heeft de meststof een verzurende werking.

5.7 Tijdstip van bemesten en hoeveelheid

Voor de meeste gewassen geldt dat je ze aan het begin van het groeiseizoen een basisbemesting met N moet geven. Wanneer dat precies is, hangt af van het gewas en de grondsoort. Een te vroege gift kan op natte gronden tot uitspoeling leiden. Maar je zult ook willen vermijden om vlak voor zaaien, poten of planten veel met machines over het land te rijden.

Gewassen die hun groei starten in de herfst, geef je doorgaans geen grote stikstofgift, omdat er tot aan het voorjaar niet zo veel meer nodig is en de meeste niet gebruikte N uitspoelt. Zo krijgen tulpen soms een startgift van 30 kg N.

De hoeveelheid wordt dus bepaald door je bodemvoorraad stikstof en door je manier waarop je wilt bemesten. De berekende hoeveelheid kan in één keer gegeven worden of als basisbemesting en een aantal bijbemestingen. Dit laatste kan verstandig zijn wanneer je:

- de basisgift niet te groot wil maken: bij een aantal gewassen bestaat gevaar voor legering;
- geen kans op zoutschade wil lopen: op kleigrond is dat risico kleiner dan op zandgrond;
- het gewas in bepaalde groeistadia wil stimuleren, bijvoorbeeld granen tijdens de korrelvulling.

Daarnaast zijn de voorgeschiedenis en de toestand van het perceel ook van belang. Is er veel organisch materiaal ondergeploegd, zoals gewasresten of een groenbemester, dan mag je er van uitgaan dat daaruit N vrijkomt door mineralisatie. Bevat de grond veel organische stof of is deze altijd zwaar bemest met organische mest, dan mag je je giften ook wat beperken.

Is de structuur van de grond slecht, dan mag je ervan uitgaan dat de planten wat slechter bewortelen en de meststoffen dus wat moeilijker opnemen. Een iets hogere gift lijkt dan aan te raden.

Praktijkopdracht 5.4 Maken van een bemestingsadvies voor stikstof

Je weet nu wat je moet weten om de stikstofbemesting te bepalen. Klopt jouw theoretische kennis nou met de praktijk?

- a Maak een lijstje met gegevens die je nodig hebt om de stikstofbemesting vast te stellen.
- b Vraag deze gegevens aan je praktijkopleider.
- c Maak voor alle gewassen op je praktijkbedrijf een stikstofbemestingsadvies. Maak gebruik van de tabellen uit dit boek.
- d Kies voor alle gewassen een stikstofkunstmeststof en reken uit hoeveel je daarvan moet geven.
- e Laat het resultaat aan je praktijkopleider zien en noteer waarom hij het wel of niet met jou eens is.

5.8 Afsluiting

Stikstof is het belangrijkste voedingselement. Dat komt vooral door de functies die stikstof vervult: het is een belangrijk onderdeel van bladgroen en eiwit en stimuleert celdeling en celstrekking. Een goed bemest gewas heeft dan ook veel meer blad- en stengelmasa en een groenere kleur dan een gewas met een N-tekort. Te veel stikstof is ook niet goed; de gewassen zijn doorgaans ziektegevoeliger en rijpen slecht af. Ook de kwaliteit is niet gebaat bij te veel stikstof.

Het gedrag van stikstof in de bodem is niet eenvoudig te voorspellen. Er zijn veel vormen van stikstof die kunnen voorkomen, zoals ammonium, nitraat, eiwit, ammoniakgas, stikstofgas en ureum. En er zijn ook veel processen die ervoor zorgen dat stikstof van de ene in de andere vorm overgaat, zoals nitrificatie en denitrificatie, mineralisatie en immobilisatie, vervluchtiging en stikstofbinding. Al deze processen vinden onder bepaalde omstandigheden in meer of mindere mate plaats en kunnen eventueel leiden tot uitspoeling of vervluchtiging. Het is daarom moeilijk een goed bemestingsadvies te geven.

Door het nemen van een grondmonster in het voorjaar kan een advies voor een basisgift gegeven worden. Naarmate het groeiseizoen vordert kun je door het nemen van een grond- of blad(steel)monster bekijken of en zo ja, hoeveel je moet bijbemesten. In de graanteelt is een stikstofvenster hiervoor een goede methode.

Er zijn diverse soorten kunstmeststikstof te verkrijgen die variëren in prijs, nevenbestanddelen, werking en invloed op de pH. Gewas, grondsoort en tijdstip van het jaar bepalen mede de keuze. Bij de uiteindelijke vaststelling van de gift moet je ook rekening houden met de structuur van de grond en eventueel ondergeploegde gewasresten.

Schoolopdracht 5.5 Vragen

Beantwoord de volgende vragen.

- a Wat is een buffer, en waarom wordt er rekening mee gehouden bij het N-bemestingsadvies?
- b Boer Slim legt in zijn perceel zomergerst dicht bij de boerderij (lekker gemakkelijk) op de kopakker een stikstofvenster aan. Waarom is dat niet slim?

-
- c Slim laat 50 dagen na opkomst van zijn consumptieaardappelen een bladsteeltjesonderzoek doen. Er blijkt 110 g NO_3^- gemeten te worden. Bepaal met figuur 5.10 of hij moet bijbemesten of niet.
 - d Waarom spoelt er op zandgrond meer stikstof uit dan op kleigrond?
 - e Op sommige plaatsen wordt de eerste kunstmestgift van het seizoen gestrooid over bevroren grond. Wat is het voordeel daarvan? En wat het risico?
 - f Moet je in een vochtige, warme zomer meer of minder bijbemesten dan je gewend bent?
 - g Waarom krijgt een gewas als spinazie meer stikstof dan brouwergerst?
 - h Wat is het verband tussen ammoniakvervluchtiging en zure regen?
 - i De meststof KAS werkt bijna altijd onder alle omstandigheden. Hoe kan dat?

6 Overige voedingselementen

Oriëntatie

In de voorgaande hoofdstukken zijn stikstof, fosfor en kali uitgebreid aan de orde gekomen. Waarom komen van de twaalf voedingselementen er maar drie zo uitgebreid aan bod? Omdat de overige een minder belangrijke rol spelen en vaak in voldoende mate in de grond voorkomen. Toch moet je wel iets weten van deze elementen, omdat je sommige elementen toch wel regelmatig moet toedienen en andere door omstandigheden in een te geringe hoeveelheid kunnen worden opgenomen. En vaak valt ook de opbrengst van een gewas tegen, omdat de teler het tekort aan een spoorelement niet herkende. En hoe klein sommige voedingsstoffen ook mogen zijn, ze zijn beslist noodzakelijk. Al heeft een gewas maar twee gram zink per ha nodig en zijn alle andere voedingsstoffen volop aanwezig, zonder die twee gram Zn groeit er niets!

Fig. 6.1
*Ook de kleinste is beslist
noodzakelijk*



Praktijkopdracht 6.1 Bemesting overige elementen

In de praktijk mag je ook de kleintjes niet uit het oog verliezen. Ze kunnen de reden zijn van opbrengstderving en het vervelende is, dat je dat vaak moeilijk kunt herkennen. Daarom wordt er op sommige bedrijven zeer bewust aandacht besteed

aan de overige elementen. Onder overige elementen verstaan we Mg, S en de spoorelementen. Het element Ca wordt in hoofdstuk 7 behandeld.

- a Bereken met behulp van de door jou verzamelde gegevens van werkblad 1 hoeveel kg/ha jouw praktijkopleider bemest van de diverse elementen.
- b Vraag aan je praktijkopleider:
 - hoe de bemesting is uitgevoerd;
 - hoe hij de hoeveelheid heeft bepaald;
 - of er ooit een tekort aan één van deze elementen is voorgekomen en zo ja, hoe hij dat heeft ontdekt.
- c Maak een kort verslagje van je bevindingen.

Leerdoelen

Na bestudering van dit hoofdstuk kun je:

- de functie van magnesium en zwavel voor het gewas noemen;
- de functie van spoorelementen voor het gewas noemen;
- een aantal oorzaken van tekort aan spoorelementen noemen;
- een aantal gebreksverschijnselen noemen.

6.1 Magnesium

In de praktijk wordt er nogal verschillend omgegaan met de magnesiumbemesting. Zo schenken bollentelers op lichte grond en groentetelers altijd veel aandacht aan de bemesting met magnesiummeststoffen, terwijl akkerbouwers op zware gronden eigenlijk nooit een tekort hebben.

Functie

De belangrijkste functie van magnesium is die van bouwsteen van het bladgroen. Bij de meeste gewassen is magnesiumtekort dan ook te zien als een opvallende geelverkleuring tussen de nerven in het blad. Verder hebben veel enzymen in de plant magnesium als bouwsteen nodig. Bijvoorbeeld voor het omzetten van stikstof in eiwit.

Gebrek

Magnesiumgebrek komt vooral op zandgronden nogal eens voor. Kleigronden hebben van nature doorgaans een voldoende magnesiumvoorraad. Het gebrek treedt vooral op bij:

- een lage pH;
- bij lage temperatuur en droogte; bij irissen wordt dat verschijnsel *koubont* genoemd;
- op zandgronden met een hoog kalkgehalte of na een kalkgift;
- na een hoge kaligift; dit heet antagonisme.

Meststoffen en bemesting

Er zijn twee veelgebruikte magnesiummeststoffen:

- kieseriet;
- bitterzout.

Magnesium komt ook voor in andere meststoffen zoals patentkali en magnesammon. Een aantal samengestelde meststoffen hebben eveneens een extra toevoeging van magnesium. Op zandgronden is onderzocht hoeveel de bodemvoorraad moet zijn voor een goede gewasgroei. Op andere gronden wordt bemest als er sprake is van tekort.

6.2 Zwavel

Zwavel is het element dat door de terugdringing van de milieuvervuiling minder in neerslag wordt aangetroffen. Rond 1985 kwam er nog zo'n 70 kg S/ha met neerslag mee. Aangezien de gemiddelde behoefte van de gewassen 20 tot 40 kg /ha bedraagt was er toen nooit een tekort. Tegenwoordig is de aanvoer met neerslag teruggelopen tot 15 kg S. Meer en meer verschijnen artikelen die een zwaveltekort voorspellen. Zwavel gedraagt zich enigszins als stikstof. Na een natte periode kan een groot deel van de zwavel uit de bouwvoor uitspoelen, zodat er bij te weinig aanvoer een tekort kan optreden.

Fig. 6.2



Functie

Zwavel is vooral van belang bij de stofwisseling van de plant. Het speelt een rol bij de eiwitvorming. Met name koolgewassen zijn zwavelbehoefstig. Tekort aan zwavel geeft een vergeling van het blad te zien. Het is dus niet gemakkelijk te herkennen aangezien de tekortverschijnselen van meer elementen bestaan uit vergeling van het blad.

Bemesting

Specifieke zwavelmeststoffen zijn er voor de vollegrondsteelten (nog) niet. Wel komt zwavel voor als nevenelement in een aantal meststoffen zoals patentkali, superfosfaat, kieseriet of bitterzout. Laatstgenoemde meststof kun je ook heel goed als bladbemesting toedienen.

6.3 Spooorelementen

Van de spooorelementen zijn voor veel gewassen nauwelijks tekorten bekend. De oorzaak kan zijn dat de grond voldoende voorraad heeft, het gewas een zeer kleine behoefte heeft of dat er regelmatig aanvoer van spooorelementen plaatsvindt. Als je je grond regelmatig organische mest toedient, bemest je ook met spooorelementen.

Ook bevatten sommige gewasbeschermingsmiddelen spoorelementen die in dat geval een dubbel doel dienen. Toch is het zaak op je hoede te zijn voor de gebreksverschijnselen, want ook gebrek aan een spoorelement kan leiden tot een flinke opbrengstderving, hoe weinig er ook van nodig is.

Funcities

De functie van spoorelementen is zeer uiteenlopend en het effect van een tekort op diverse gewassen is ook zeer verschillend. Vaak vormen zij een bouwsteen van een enzym of hormoon of hebben ze de functie van katalysator. *Enzymen* zijn stoffen die bepaalde processen in de plant reguleren. Zo kan bijvoorbeeld een tekort aan molybdeen de stikstofbinding bij vlinderbloemigen vertragen. In figuur 6.3 zijn de functies en de gevolgen van tekort weergegeven. De verschijnselen van gebrek aan een spoorelement zijn zeer uiteenlopend. In figuur 6.4 zijn daarvan twee voorbeelden afgebeeld.

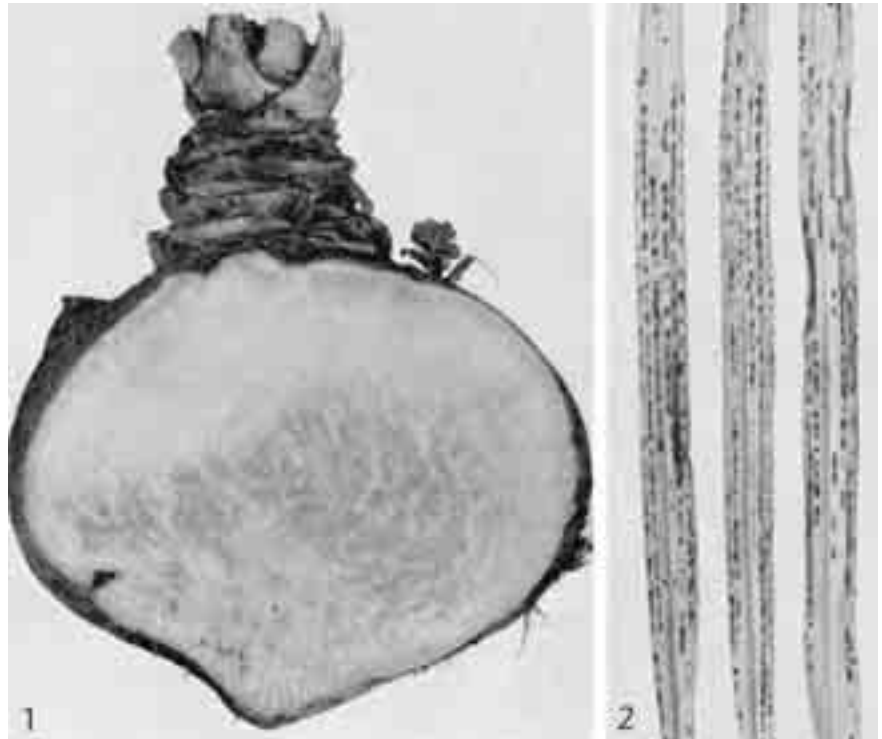
Fig. 6.3
De functie en de verschijnselen van tekort aan de spoorelementen

| Element | Functie | Tekort |
|---------|---|--|
| Mn | bestanddeel enzymen vorming bladgroen | bleekgroene bladkleur steil, spits blad bij bieten |
| Cu | vorming eiwitten en koolhydraten bestanddeel enzymen | dode bladpunten bij granen verstoring knopontwikkeling en bloei |
| B | transport van koolhydraten celdeling | hartrot bij bieten |
| Fe | bestanddeel van enzymen, die een rol spelen bij vorming bladgroen | verkleuring blad tussen de nerven |
| Zn | bestanddeel van enzymen vorming eiwit | dwerggroei misvorming bladeren |
| Mo | speelt rol bij de N-binding | klemhart bij bloemkool |

Overmaatverschijnselen zijn moeilijk als herkenbare verschijnselen weer te geven. Overmaat komt maar weinig voor en is vaak het gevolg van een zeer lage pH of een bemestingsfout.

Overmaat leidt dan tot 'vergiftigingsverschijnselen'. Zo kan mangaanovermaat leiden tot vergroeide wortels en koperovermaat tot ijzertekort.

Fig. 6.4
Gebreksverschijnselen:
links boriumgebrek bij
koolraap ('bruin'), rechts
mangaangebrek bij gerst



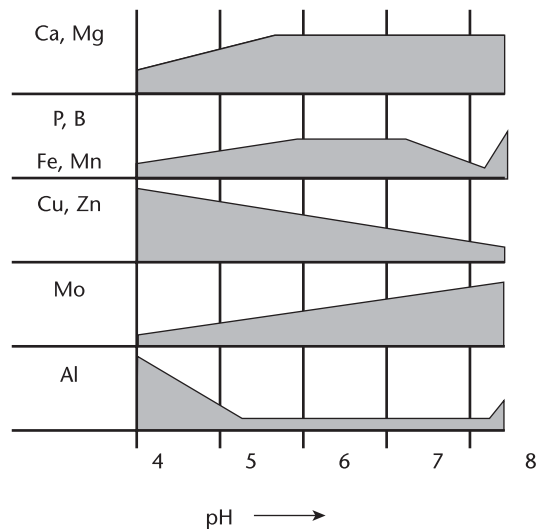
Bemesting en meststoffen

Niet van alle spoorelementen is een advies op basis van de bodemvoorraad beschikbaar, alleen van koper, borium en mangaan. En van de laatste alleen een advies voor zavel en kleigronden.

Bemesting met spoorelementen is meestal bedoeld om het gebrek bij gewassen op te heffen of te voorkomen en zelden om de bodemtoestand te verbeteren.

Het blijkt dat het gebrek aan een element niet zozeer te wijten is aan een te geringe bodemvoorraad, maar aan een ongunstige pH, waardoor het element slecht oplosbaar is. Ook kunnen droogte, kou of een te grote hoeveelheid van een ander element de oorzaak zijn van een slechte opname. Het verband tussen pH en beschikbaarheid van spoorelementen is weergegeven in figuur 6.5. Naarmate de balk in die figuur 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.

Fig. 6.5
De invloed van de pH op de beschikbaarheid van elementen



Er zijn voor alle spoorelementen meststoffen verkrijgbaar en er zijn een paar mengmeststoffen die alle spoorelementen in een bepaalde verhouding bevatten. De meeste meststoffen zijn vloeibaar en bedoeld voor bladbemesting. Bladbemesting wordt verder besproken in hoofdstuk 8.

Naast de specifieke spoorelementenmeststoffen zijn er ook meststoffen die een spoorelement als nevenelement hebben. Bovendien voeg je ook spoorelementen aan de bodem toe, als je regelmatig gebruikmaakt van organische meststoffen. Hoeveel precies is moeilijk te zeggen, omdat die gehalten zeer sterk variëren. Van de meeste mestsoorten zijn die gehalten dan ook niet bekend.

Schoolopdracht 6.2 Spoorelementen als nevenelement

Veel kunstmestsoorten bevatten één of meer spoorelementen als nevenelement. Je moet daar bij de bemesting goed rekening mee houden, omdat je anders wellicht onnodig meststoffen aankoopt.

- Welke van de in bijlage 4 genoemde meststoffen bevatten een spoorelement?
- Als je een gift van 300 kg geeft van die meststoffen, hoeveel kg of g van dat spoorelement wordt er dan gegeven?

6.4 Afsluiting

Naast de hoofdelementen stikstof, fosfaat en kali moet je ook aandacht besteden aan magnesium en zwavel en aan de spoorelementen. Magnesium speelt een belangrijke rol in de vorming van bladgroen. Door ongunstige omstandigheden als droogte, kou en een hoge kalk- of kaligift kan er op zandgronden gemakkelijk een tekort optreden. Zwavel is een bouwsteen van eiwitten. Het zwaveltekort dat de laatste jaren begint op te treden, is een gevolg van de schonere lucht. Voor zowel magnesium als zwavel zijn er meststoffen, maar ze worden ook vaak als nevenelement van andere meststoffen toegediend.

De spoorelementen hebben een kleine maar belangrijke rol in de plant. Als bouwsteen van vitamines, hormonen of enzymen beïnvloeden ze veel andere processen in de plant. Een tekort wordt dikwijls veroorzaakt door een te hoge pH. Bemesting van spoorelementen is meestal bedoeld om tekort in de plant te voorkomen en niet zozeer om de bodemvoorraad te vergroten.

Schoolopdracht 6.3 Vragen

Beantwoord de volgende vragen.

- a Waarmee strooi je de meeste zwavel, met bitterzout als magnesiummeststof of met kieseriet? Kijk goed naar de gehalten!
- b Welke werking heeft een katalysator?
- c Borium komt ook voor in chilisalpeter. Hoeveel borium geef je als je 150 kg N in de vorm van chilisalpeter geeft?
- d Stel, je krijgt het advies om 1,5 kg koper per ha te strooien op je perceel en je kopermeststof bevat 30 procent koper. Wat kun je in dit geval het beste doen?
- e Kun je een paar gewasbeschermingsmiddelen noemen die ook een bemestende waarde hebben? Maak gebruik van de gewasbeschermingsgids.

7 Samengestelde en vloeibare meststoffen

Oriëntatie

Vroeger waren er in een stad uitsluitend gespecialiseerde winkels. Je moest voor je levensmiddelen naar de bakker, de slager, de groenteboer, de melkboer en de kruidenier. Het leven is daarna wat jachtiger geworden en om de mensen wat tijd te besparen bij het boodschappen doen zijn de supermarkten ontstaan. Alles wat je zoekt onder één dak. Supermarkten zijn niet meer weg te denken uit ons leven, maar de meeste speciaalzaken bestaan toch ook nog steeds. Blijkbaar hebben ze door het grote assortiment op hun gebied en door een betere service ook nog bestaansrecht. Op vergelijkbare wijze zijn er samengestelde meststoffen ontwikkeld, meststoffen die twee of meer voedingsstoffen bevatten. Het gebruik ervan is efficiënt, maar in sommige situaties is het gebruik van enkelvoudige meststoffen beter. Een andere manier van toedienen is het spuiten van een meststof. Vooral wanneer je maar heel weinig van een meststof per ha moet geven, is het oplossen en verspuiten ervan een goede methode.

Fig. 7.1



Leerdoelen

Na bestudering van dit hoofdstuk kun je:

- beoordelen of het in praktijksituaties mogelijk is blends te gebruiken;
- voor een gegeven praktijksituatie een samengestelde meststof kiezen;
- zeggen welke voor- en nadelen het gebruik van samengestelde meststoffen heeft;
- aangeven op welke wijze en in welke situatie het gebruik van vloeibare meststoffen aan te raden is.

7.1 Blends

Omdat veel gewassen aan het begin van het groeiseizoen vaak de hoofdelementen N, P en K moeten hebben, is het voor de hand liggend dat deze meststoffen tegelijkertijd gestrooid worden. Je kunt daarmee tijd besparen. Bovendien geldt dat je in het voorjaar zo min mogelijk op het land moet rijden om structuurbederf te voorkomen. Het mengen van de benodigde hoeveelheden van een N-, een P-, en een K-meststof, het maken van zogenaamde blends, is een mogelijkheid, maar daaraan zijn ook bezwaren verbonden.

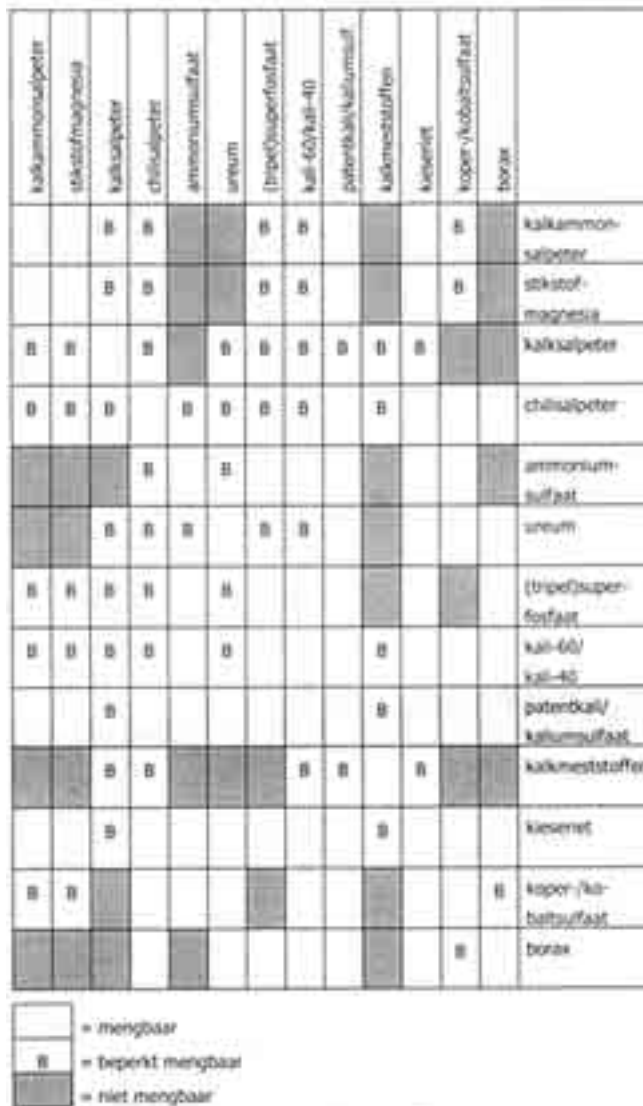
Belangrijk is namelijk dat de meststoffen zeer goed gemengd worden. Anders kan het gebeuren dat op de ene plaats te veel N en op de andere plaats helemaal geen K terecht komt. En als de meststoffen wel goed gemengd zijn, kan het ook nog mis gaan door ontmenging. Als de verschillende korrels waaruit de meststoffen bestaan, niet dezelfde vorm of soortelijke massa hebben, kan het door het schudden van de machine gebeuren dat een deel langzaam naar beneden zakt. In het begin is de verdeling dan nog wel goed, maar als de kunstmeststrooier bijna leeg is, is er nog maar één soort meststof over. Zeker wanneer je over harde (bevroren) grond rijdt en alles schudt en trilt, is dit risico groot.

Omdat het maken van blends toch aantrekkelijk is - je kunt namelijk de meststoffen precies in de gewenste verhouding strooien - is onderzocht, welke meststoffen redelijk goed mengbaar zijn. Zie figuur 7.2.

Fig. 7.2

Mengingsvierkant voor
minerale meststoffen

1.2 Mengingsvierkant



Figuur M1. Mengingsvierkant voor minerale meststoffen.

M14

hygroscopiciteit

Waar in figuur 7.2 aangegeven staat dat de meststoffen niet of beperkt mengbaar zijn, is niet alleen gelet op de vorm en grootte van korrels, maar vooral ook op de *hygroscopiciteit*. Als een meststof hygroscopisch is, heeft deze de neiging water te binden. Als je twee meststoffen mengt die daarin verschillend zijn, verhardt de meest hygroscopische meststof en vormt harde kluiten. Dit komt de strooibaarheid niet ten goede. Ook is het mogelijk dat meststoffen scheikundig reageren.

Schoolopdracht 7.1 Samenstellen van een blend

Om tijd te winnen en de structuur te sparen is het maken van blends een goede methode. Je moet de samenstelling van de blend dan wel goed bepalen en weten hoeveel je per ha moet strooien.

Een groenteteler op zandgrond wil op zijn perceel van 2,5 ha waspeen verbouwen. Volgens de analyse moet het gewas per ha 80 kg N, 120 kg P₂O₅, 230 kg K₂O en 70 kg MgO hebben. Hij besluit zelf een blend samen te stellen.

- Wanneer moet hij de meststoffen op het land brengen?
- Welke enkelvoudige meststoffen komen in aanmerking om te mengen?
- Hoeveel kg van elke meststof moet hij gebruiken? Hoeveel kg kunstmest brengt hij in totaal op 1 ha?

7.2 Samengestelde meststoffen

Samengestelde meststoffen zijn meststoffen waarin in elke korrel de gewenste voedingselementen in een vaste verhouding vertegenwoordigd zijn. In de praktijk worden ze vaak mengmeststoffen genoemd. De meststoffen worden aangeduid met een *getalcode* die de gehalten N, P₂O₅ en K₂O aangeeft, meestal gescheiden door een '+', bijvoorbeeld 12+10+18. Ontbreekt één van de meststoffen, dan moet dat aangegeven worden met een 0, bijvoorbeeld 23+23+0.

Fig. 7.3
De veelgebruikte
samengestelde meststof
26+14+0



Zoals er bij de kalimeststoffen chloorhoudende en chloorarme meststoffen waren, zo geldt dat ook voor deze meststoffen. In bijlage 4 staat dat aangegeven met < 2 procent Cl. Zoals je weet, zijn chloorarme kalimeststoffen duurder dan chloorhoudende. Dit geldt eveneens voor de samengestelde meststoffen. Als het dus niet echt nodig is, gebruikt een teler deze meststoffen niet. In de praktijk doet een teler dan ook dikwijls het volgende: het perceel waarop hij het volgend seizoen een chloorgevoelig gewas wil verbouwen, krijgt in de herfst een bemesting met een chloorhoudende kalimeststof. In het voorjaar voert hij de rest van de bemesting uit met een NP-meststof als bijvoorbeeld 26+14+0.

Het voordeel van samengestelde meststoffen ten opzichte van blends is, dat de verdeling van de voedingsstoffen overal hetzelfde is. Een plantenwortel komt dan ook overal in de grond de gestrooide elementen in juiste verhouding tegen, mits de meststof goed verdeeld is natuurlijk.

nadelen

Het gebruik van samengestelde meststoffen heeft niet uitsluitend voordelen, er zijn ook een paar *nadelen* aan verbonden. Het eerste nadeel is dat ze in het algemeen een zuurdere werking hebben dan enkelvoudige meststoffen. De verklaring daarvoor is dat bij de fabricage van deze meststoffen er relatief veel ammonium en weinig nitraat gebruikt wordt. Een tweede nadeel is dat het moeilijk is de meststof te vinden die precies de juiste verhouding van de elementen heeft, die jij zoekt. In de meeste gevallen moet je van één of twee van de elementen wat te veel of te weinig strooien. Dat is niet erg als de bemestingstoestand van de grond maar voldoende is. Ten slotte kan het nadelig zijn wanneer een gewas alle meststoffen voor het groeiseizoen in één gift aangeboden krijgt. Er wordt dan ineens een behoorlijke hoeveelheid meststof toegediend en dat kan zoutschade veroorzaken.

De genoemde nadelen hoeven niet groot te zijn. Is een grond kalkrijk, dan is het effect van een zure werking van de meststof niet groot. Bij een niet al te grote gift is ook de kans op zoutschade niet groot. En heeft de grond bijvoorbeeld een lage kalitoestand, dan is het zeker niet erg als er noodgedwongen door de keuze van een meststof wat meer kali bemest wordt dan het advies aangeeft.

Schoolopdracht 7.2 **Kiezen van de juiste meststof en het maken van een vergelijking**

Uit het voorgaande is gebleken dat het gebruik van samengestelde meststoffen een aantal voor- en nadelen heeft. En de juiste keuze van de meststof vraagt ook een goed inzicht in de gevolgen voor gewas en grond. Probeer voor de volgende situaties een goede meststof te vinden. Bereken ook hoeveel van die meststof je moet geven en hoeveel je afwijkt van het gegeven advies. De hoeveelheid wordt altijd bepaald door het stikstofadvies en het stikstofgehalte van de meststof. De stikstofgift moet zo nauwkeurig mogelijk worden uitgevoerd. Afwijkingen in de kali- of fosfaatgift zijn minder erg. Maak voor het beantwoorden van de volgende vragen gebruik van bijlage 4.

Kies voor de onderstaande situaties de beste manier om te bemesten. Dat kan zijn een NPK-meststof in het voorjaar of een combinatie van een herfstbemesting met een voorjaarsbemesting. Bereken telkens hoeveel je van de door jou gekozen meststof moet strooien. Omdat je met de kali en het fosfaat waarschijnlijk afwijkt van het advies, moet je besluiten of je nou beter te veel of te weinig kunt geven. Daarom is bij elke situatie ook gegeven hoe de kali- en fosfaattoestand is.

- Pootaardappelen op zavelgrond. Het K-getal is op streefniveau, het P_w -getal is te laag.
Geadviseerde hoeveelheid: N: 100; P_2O_5 : 70; K_2O : 160.
- Zomertarwe op zware klei. K-getal en P_w -getal zijn op streefniveau.
Geadviseerde hoeveelheid: N: 90; P_2O_5 : 40; K_2O : 50.
- Lelies op zandgrond. K-getal en P_w -getal zijn ruim op streefniveau.
Geadviseerde hoeveelheid: N: 80; P_2O_5 : 35; K_2O : 110.
- Coniferen op zandgrond. K-getal is voldoende, P_w -getal is zeer hoog.
Geadviseerde hoeveelheid: N: 100; P_2O_5 : 70; K_2O : 160.
- Kool op dalgrond. K-getal is voldoende, P_w -getal is zeer laag.
Geadviseerde hoeveelheid: N: 110; P_2O_5 : 180; K_2O : 120.

-
- f Maak van één van bovenstaande gevallen een vergelijking tussen de gekozen samengestelde meststof en de drie enkelvoudige meststoffen die je ook had kunnen kiezen. Vergelijk:
- de prijs;
 - de hoeveelheid meststof;
 - hoeveel kg nw. (nw. = neutraliserende waarde) er nodig zijn om de mestgift te compenseren.

7.3 Vloeibare meststoffen

Een vorm van bemesting die in de kassenteelt heel gewoon is, namelijk het toedienen van meststoffen in oplossing, is in de open teelten minder gebruikelijk. Vloeibare meststoffen worden gebruikt in de volgende gevallen:

- een bemesting met vloeibare ammoniak, de goedkoopste stikstofmeststof;
- een combinatie van een regelmatige bemesting en vochtvoorziening: fertigatie;
- een bemesting van kleine hoeveelheden van een meststof met name bij sporelementen;
- het toedienen van meststoffen met een andere werking.

Injectie van ammoniak

In hoofdstuk 5 is de toediening van vloeibare ammoniak behandeld. Injectie van ammoniak wordt in Nederland buiten de fabrieksaardappelenteelt weinig toegepast. In het buitenland wordt deze vorm van bemesting meer gebruikt.

Fertigatie

Fertigatie is niet in alle vormen van de open teelten in gebruik. In de boom- en groenteteelt komt dit het meeste voor. Wat is fertigatie precies?

druppelsgewijs Het is een systeem van bemesten waarbij de plant tegelijkertijd water en voedingsstoffen krijgt aangeleverd. Met behulp van een pomp en een systeem van buizen en slangen wordt water met daarin opgelost een combinatie van alle benodigde voedingsstoffen in de juiste verhouding *druppelsgewijs* aan de plant aangeboden. In de kasteelten is fertigatie al lang bekend. In de open teelten is het afhankelijk van het gewas of dit een renderende werkwijze is. Behalve een investering in het materiaal vraagt het ook veel arbeid voor aanleg van het systeem en controle. Er zijn de laatste jaren proeven gedaan om te zien of fertigatie rendabel is bij de teelt van pootaardappelen.

Fig. 7.4
*Fertigatie toegepast in
prei*



Bladbemesting

Normaal worden meststoffen via de bodem toegediend. Maar een plant kan meststoffen ook via het blad opnemen. De meerwaarde van toediening via het blad is de snelle werking. Constateer je een gebrek van een bepaald voedingselement, dan kun je door bladbemesting grote schade voorkomen. Voor sporelementen is dit een goede werkwijze, omdat je de oorzaak van het gebrek dikwijls moet zoeken in de grond, bijvoorbeeld een te hoge of te lage pH. Door bladbemesting omzeil je het probleem dan. Bladbemesting moet echter zeker niet gezien worden als een vervanger van de normale manier van bemesten. De hoeveelheden die je kunt toedienen per keer zijn beperkt in verband met de kans op bladverbranding. Bovendien kun je op deze manier nooit de bodemvoorraad op peil brengen of de volledige bemesting van de hoofdelementen uitvoeren. Daarvoor is de hoeveelheid toe te dienen meststof veel te groot.

Fig. 7.5
Bladbespuiting



In de praktijk veelgebruikte vormen van bladbemesting zijn het toedienen van ureum voor een stikstofoverbemesting, zwavelzure kali, mangaansulfaat en magnesiumsulfaat. Ook kun je gebruikmaken van zogenaamde *chelaten*. Dit zijn organische verbindingen waarbinnen de elementen worden vastgehouden. De plant neemt deze chelaten op en dan pas komen de voedingselementen vrij. Chelaten zijn uitstekend geschikt voor bemesting van stoffen waarvan maar kleine hoeveelheden nodig zijn. Een voorbeeld hiervan is bijvoorbeeld Luxan mangaanchelaat.

Bij bladbemesting moet je je aan de volgende regels houden.

- Spuit altijd op een droog gewas.
- Spuit niet bij fel zonnig weer.

Bladbemesting kan soms gecombineerd worden met gewasbeschermingsmiddelen. Je moet daar wel voorzichtig mee zijn, omdat de hoeveelheid water niet altijd overeenkomstig is en middelen in sommige gevallen met elkaar kunnen reageren.

Meststoffen met een andere werking

In hoofdstuk 4 kwam de meststof polyfosfaat, die je in vloeibare vorm moet toedienen, al aan de orde. Momenteel worden er ook proeven uitgevoerd met vloeibare meststoffen die wat betreft de samenstelling aangepast worden aan het gewas en de bemestingstoestand van de grond. De verschillende voedingselementen komen daarbij door wisselwerking met de bodem vrij in een vooraf bepaalde volgorde en snelheid. Dit systeem kan een besparing aan meststoffen opleveren, wat natuurlijk met het oog op de MINAS-wetgeving zeer gewenst is. Net als voor polyfosfaat geldt dat praktijkonderzoek moet uitmaken of deze bemestingswijze toekomst heeft.

7.4 Afsluiting

Omdat je de meeste gewassen elk jaar moet bemesten met stikstof, fosfaat en kali is het praktisch om dat in één werkgang te doen. Je kunt dat op een aantal manieren doen. Het mengen van de benodigde meststoffen - het maken van blends - is een goede methode, mits er geen gevaar bestaat voor ontmenging of een reactie tussen de verschillende meststoffen.

Dit risico wordt vermeden bij samengestelde meststoffen. Daar zit in elke korrel een vaste verhouding tussen de betreffende elementen. De samengestelde meststoffen worden altijd aangeduid met drie getallen die de gehalten aan stikstof, fosfaat en kali aangeven.

Een andere manier van bemesten is het toedienen van vloeibare meststoffen. Dit kunnen enkelvoudige meststoffen zijn, maar ook samengestelde. Je kunt ze toedienen door fertigatie, door injectie en door bladbespuiting. Fertigatie is vanwege de kosten en de arbeid nog niet erg algemeen toegepast in de open teelten. Injectie wordt toegepast bij het gebruik van vloeibare ammoniak. Bladbemesting kun je toepassen als je kleine hoeveelheden meststof wilt toedienen zoals bijvoorbeeld spoorelementen. Een systeem van toediening van vloeibare meststoffen is momenteel in onderzoek en zal zijn praktische waarde de komende jaren moeten bewijzen.

Schoolopdracht 7.3 Vragen

Beantwoord de volgende vragen.

- a Soms worden samengestelde meststoffen in twee kleuren verkocht. Waarom is dat misleidend?
- b Waarom moet je bij bladbemesting op een droog gewas spuiten?
- c Als je een samengestelde meststof gebruikt in plaats van enkele enkelvoudige wordt de kans op zoutschade groter. Waarom?
- d Wanneer moet je een PK-meststof als 0+25+35 toedienen?
- e In een meststof als 26+14+0 zit ongeveer evenveel stikstof als in KAS. Toch werkt deze meststof veel zuurder. Waarom? Kijk vooral naar de gegevens in bijlage 4.

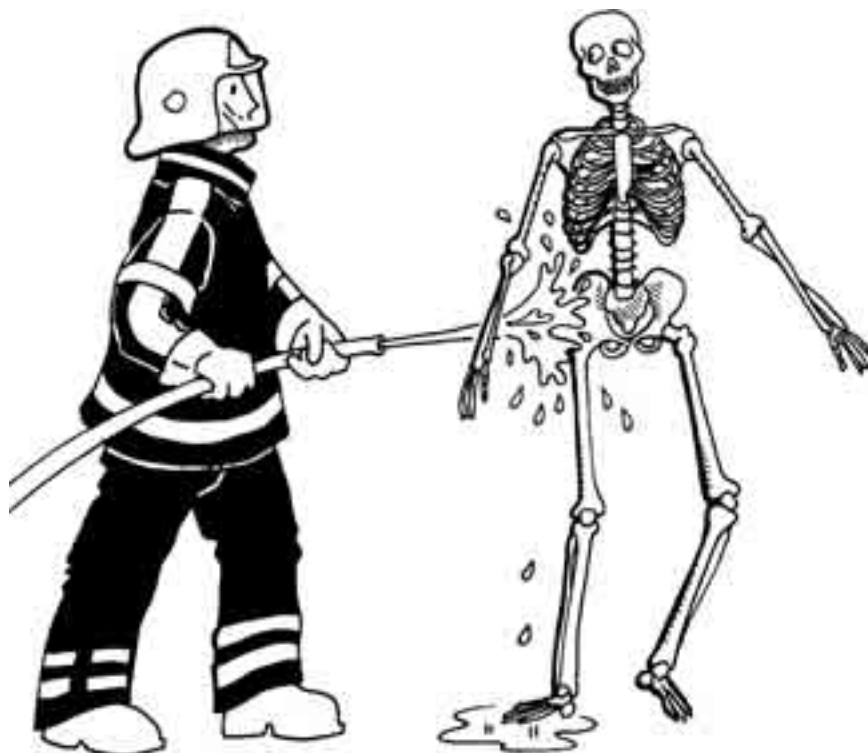
8 pH en Kalk

Oriëntatie

Hoe zou de mens eruit zien zonder kalk? Onze stevigheid, het skelet, hebben we te danken aan kalk. Zonder kalk zouden wij misschien als een soort weekdier door het leven moeten. Voor de planten ligt het wat anders. Het element calcium is een belangrijk onderdeel van kalk en krijgt, als één van de hoofdelementen, een beetje een stiefmoederlijke behandeling. Pas in dit laatste hoofdstuk besteden we er aandacht aan. Dit komt niet doordat calcium voor de plant minder van belang is, maar door de speciale rol die kalk speelt in de bodem. Het is niet alleen als voedingselement belangrijk, maar heeft ook invloed op de zuurgraad van de bodem en op de bodemstructuur. Bovendien kun je pas een goed kalkadvies opstellen als je ook weet welke andere meststoffen je strooit. Vandaar dat we alle andere meststoffen eerst behandeld hebben.

De termen kalk en calcium worden te pas en te onpas gebruikt. Hoe zit het nu precies? Het voedingselement Ca, calcium, tref je in de praktijk zeer vaak aan in verbindingen die de naam 'kalk' dragen. De meest voorkomende soorten 'kalk' zijn calciumcarbonaat of CaCO_3 , calciumoxide of CaO , (ook wel ongebluste kalk genoemd) en calciumhydroxide of Ca(OH)_2 (ook wel gebluste kalk genoemd).

Fig. 8.1
Gebluste kalk



Leerdoelen

Na bestudering van dit hoofdstuk:

- kun je uitleggen wat de begrippen zuur en basisch inhouden;
- weet je welke rol de pH speelt in de bemesting;
- kun je zeggen wat het belang is van kalk voor de structuur;
- kun je enkele kalkmeststoffen noemen;
- kun je met behulp van bedrijfsgegevens een kalkbalans opstellen.

8.1 De begrippen zuur en basisch

Met zuurgraad wordt bedoeld het aantal H⁺-ionen dat in het bodemvocht aanwezig is. Hoe meer H⁺-ionen er in een liter bodemvocht zitten, hoe zuurder de grond. Om de zuurgraad aan te geven gebruik je het begrip *pH*. Hoe lager de pH, hoe zuurder de grond. De pH kan in theorie variëren van 0 tot 14 en daarbij kun je de volgende termen gebruiken: zuur, neutraal en basisch. De bijbehorende waarden zijn:

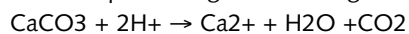
- zuur: pH 0-7;
- neutraal: pH 7;
- basisch: pH 7-14.

Het merendeel van de Nederlandse gronden heeft een pH tussen de 4,0 en 7,5.

8.2 Functie van calcium

De functies van calcium voor de plantenvoeding kun je weer onderverdelen in functies van het element Ca en functies van Ca als onderdeel van kalk.

Het element Ca heeft als Ca²⁺-ion een grote invloed op de structuur van met name kleigronden, maar heeft geen invloed op de zuurgraad van de bodem. Kalk heeft daarop wel invloed. Kalk is in staat H⁺-ionen te binden, zodat ze geen invloed meer hebben op de zuurgraad. De volgende reactie maakt dat duidelijk:



In woorden: kalk bindt twee waterstofionen waarbij een calcium ion, water en koolzuurgas ontstaat.

neutraliserende waarde

Dit vermogen om H⁺ te neutraliseren wordt ook wel *neutraliserende waarde* (nw.) genoemd. De werking van een kalkmeststof wordt dan uitgedrukt in kg nw. per 100 kg of per ton. Vroeger heette dat de *zuurbindende waarde* (zbu.); 1 kg nw. = 1 kg zbu. Niet alle kalkmeststoffen hebben dezelfde samenstelling. De werkzaamheid van de diverse kalkmeststoffen wordt uitgedrukt in kg nw. per 100 kg meststof. De meststof Dolokal heeft bijvoorbeeld 54 kg nw. per 100 kg en Winterswijkse ultradolomiet 44 kg nw. per 100 kg. Een stikstofmeststof als KAS heeft, ondanks de kalk die eraan toegevoegd is, -15 kg nw. per 100 kg en werkt dus zuur.

zuurbindende waarde

Het effect van calcium op de structuur is als volgt te verklaren. Veel Ca²⁺-ionen in de grond heeft tot gevolg dat er zich veel aan het kleihumuscomplex hechten. De kleideeltjes blijken zich daardoor minder sterk aan elkaar te hechten, waardoor de klei

verslemping

minder stug is en beter verkrumelt. Kortom, een betere toestand van de grond bij het klaarmaken voor het zaaien of poten en ook bij het oogsten van het product. Ook blijken lichte zavelgronden minder snel last te hebben van *verslemping*.

selectiviteit bij de opname

Planten hebben van het element calcium relatief weinig nodig. Zo wordt er met 9 ton tarwe ongeveer 7 kg CaO afgevoerd. De meeste Nederlandse gronden hebben voldoende calcium voor gewasgroei.

Voor mens en dier speelt Ca een belangrijke rol in de stevigheid, ons skelet bestaat voor een groot deel uit kalk. Voor de plant heeft kalk een vergelijkbare functie. Het verstevigt de celwanden en speelt als zodanig ook een rol in *selectiviteit bij de opname* van andere voedingsionen. Daarnaast heeft kalk in de plant een functie die het ook in de bodem heeft, namelijk het neutraliseren van zuren.

8.3 Invloed pH op opneembaarheid voedingsstoffen

Voor een goede gewasgroei moet de pH voor de meeste planten tussen de 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) belemmert een goede wortelgroei. Minstens zo belangrijk is de indirecte invloed van de pH. Een te hoge of te lage pH in het wortelmilieu belemmert de opname van voedingselementen door de plant. Je bent dit al tegengekomen bij de opname van fosfaat. Bovendien heb je dit effect voor een aantal daarvoor gevoelige elementen gezien in figuur 6.5.

Bodemleven

Ook indirect heeft kalk invloed op de beschikbaarheid van voedingsstoffen en wel door het bodemleven. Het bodemleven vindt een hoge pH doorgaans prettiger dan een lage. Bij een hoge pH vertoont het een verhoogde activiteit waardoor er meer organische stof wordt gemineraliseerd. Er komen daardoor dus meer voedingsstoffen vrij. Een verhoogde activiteit van het bodemleven heeft natuurlijk ook verder een goede invloed op de groeiomstandigheden van de plant. Dat het ook weer niet altijd gunstig is, blijkt onder meer uit het feit dat de straalesschimmels, die verantwoordelijk zijn voor schurft op aardappelen, ook houden van een hoge pH.

8.4 Gewenste pH

Welke pH voor jouw grond en teelt de beste is, hangt af van verschillende factoren. We maken een onderscheid tussen kleigrond en zandgrond.

Klei- en lössgrond

Op kleigrond is bewerkbaarheid een zodanig belangrijke factor dat dit bepalend is voor de hoeveelheid kalk die je moet strooien. Aangezien kalk ook de pH verhoogt, wordt het structuuradvies eigenlijk als een pH-advies gepresenteerd. Op het grondanalyseformulier staat naast het resultaat van de pH-meting dan ook een streefniveau. Aangezien veel lutumdeeltjes ook veel kalk nodig hebben, is dit

streefniveau afhankelijk van het lutumgehalte van de grond. Organische stof heeft een structuurverbeterende werking. Is een kleigrond rijk aan organische stof, dan is er dus minder kalk nodig om een goede structuur te krijgen. Voor akkerbouw en vollegrondsgroenteteelt op klei- of zavelgrond doet het bouwplan dus verder niet ter zake. Veel jonge zeeleiggronden in Nederland zijn zeer kalkrijk, ze bevatten soms tot 10 procent kalk. Het kalkadvies is hier verder niet aan de orde.

Fig. 8.2

Zeker op zware kleigrond is naast goede grondbewerking bekalking noodzakelijk voor een goede structuur.



Boomtelers passen hun teelt aan de pH van de grond aan. Bomen die het best gedijen in een wat zure grond, kweken ze niet op een kalkrijke zavelgrond.

Zand- en dalgrond

Omdat op zandgrond en veenkoloniale dalgrond de structuur een minder belangrijke rol speelt dan op kleigrond, wordt hier meer gekeken naar de ideale pH voor de gewassen. Heb je slechts met één gewas te maken, dan is de ideale pH gemakkelijk vast te stellen. Heb je een akkerbouw-, bollen- of vollegrondsgroentebedrijf dan heb je met meer gewassen te maken. De verschillende gewassen hebben allemaal een verschillende optimale pH. Je moet dus een advies krijgen gebaseerd op de gemiddelde optimale pH.

Is bij grondonderzoek gebleken dat de pH van een perceel niet voldoet aan het streefniveau, dan kun je op het formulier aflezen hoeveel kg nw. je moet strooien om wel de goede zuurgraad te verkrijgen, tenminste als je pH te laag is. Dit noem je dan *reparatiebekalking*.

Een voorbeeld daarvan is te zien in figuur 1.5. De optimale pH voor de gewassen die daarop aangegeven staan is 5,7. De pH van de grond is 5,4 en moet dus verhoogd worden. In het advies zie je staan, dat er 630 kg nw. (daar nog aangegeven als kg zbw.) gestrooid moet worden.

8.5 Verzuring van de grond

Het is dus zaak voor een teler om zijn bodem op de meest ideale pH te brengen en te houden. Het is helaas niet zo, dat een eenmaal op de juiste pH gebrachte grond die zuurgraad behoudt. De zuurgraad verandert in de loop van de tijd bijvoorbeeld door:

- opname van kalk door de gewassen;
- uitspoeling van kalk;
- zure werking van meststoffen.

Kalkopname door gewassen

De opname van calcium door gewassen is, zoals al vermeld werd, niet zo groot en afhankelijk van gewas en opbrengst. Omdat het niet zinvol is dat precies te berekenen wordt met een gemiddelde gewerkt. Deze factor is opgenomen in het getal dat vermeld staat in figuur 8.3.

Uitspoeling van kalk

Kalk lost weliswaar niet erg goed op in water, maar is toch één van de best oplosbare gesteenten. Jaarlijks verdwijnt er door uitspoeling toch een redelijke hoeveelheid kalk. Deze uitspoeling is wel afhankelijk van de grondsoort. Van de diverse grondsoorten is de gemiddelde uitspoeling gemeten. De resultaten daarvan vind je weergegeven in figuur 8.3.

Zure werking van meststoffen

De uitspoeling wordt bovendien bevorderd door zure omstandigheden in de bodem. Planten die veel positieve voedingsionen opnemen, zorgen door uitwisseling voor een toename van de hoeveelheid H^+ -ionen in het bodemvocht. De neutralisatie van deze H^+ door kalk zorgt ervoor dat de matig oplosbare kalk omgezet wordt in goed oplosbare Ca^{2+} , die daarna gemakkelijk kan uitspoelen. Als een meststof sterk verzurend werkt, zoals ammoniumhoudende meststoffen, dan is de invloed op de pH dus sterk negatief. Deze meststof heeft dan een negatieve neutraliserende waarde. In de kunstmest- en mesttabellen in bijlage 4 en bijlage 7 staat bij elke meststof telkens vermeld welk effect dit heeft op de pH van de grond.

Fig. 8.3
Globale jaarlijkse verliezen aan kalk door uitspoeling en opname door gewassen

| Grondsoort | Jaarlijkse verliezen aan kalk in kg nw./ha |
|---------------------------|--|
| klei en zavel | 400 - 1000 |
| löss | 225 |
| zandgrond (0 - 5 % humus) | 150 |
| zandgrond (> 5 % humus) | 250 |

8.6 Kalkbalans

Wanneer de juiste pH in de grond is bereikt, moet je ervoor zorgen dat die ook zo blijft. Een middel om dat te bewerkstelligen is het opstellen van een kalkbalans: het registreren van verlies en winst aan nw.

Aan de aanvoerkant staan dan:

- eventueel gestrooide kalkmeststoffen;
- andere meststoffen met een positieve nw.

Aan de verlieskant staan:

- het jaarlijkse verlies aan nw. door opname en uitspoeling;
- meststoffen met een zure werking, dus met een negatieve nw.

Blijkt de balans elk jaar negatief te zijn, dan moet je door te bekalken de balans weer in evenwicht brengen.

Schoolopdracht 8.1 Maken van een kalkbalans

Een goede pH en een juiste hoeveelheid kalk in de bodem zijn belangrijk voor gewas en grond. Je moet het verloop van je kalkvoorraad dus goed in de gaten houden.

Maak een kalkbalans van twee jaar voor een perceel van 8 ha humusarme zandgrond.

Gegevens meststoffen 1e jaar:

- 1.400 kg kalksalpeter;
- 2.000 kg KAS;
- 800 kg 23-23-0;
- 2.500 kg K-60;
- 1.000 kg tripelsuper.

Gegevens meststoffen 2e jaar:

- 100 ton dunne kippenmest;
- 1.200 kg KAS;
- 400 kg 7-14-28;
- 800 kg patentkali.

8.7 Meststoffen

Er zijn diverse soorten kalkmeststoffen in de handel. Bij het maken van een keuze moet je letten op:

- fijnheid;
- werking;
- nevenelementen;
- prijs.

Een overzicht van een aantal meststoffen is gegeven in bijlage 6.

Fijnheid

Kalk lost niet zo goed op, dus hoe fijner de meststof die je gebruikt, hoe beter de werking.

Werking: hoeveelheid nw. per 100 kg

Sommige kalkmeststoffen zijn sterk gezuiverd en hebben een goede werking. Als je pH flink moet stijgen, is het aan te raden een meststof met een hoge nw. te nemen.

Nevelementen

Een voedingselement dat je veel in kalk aantreft, is magnesium. Als je grond behoefte heeft aan Mg, kun je daar met de keuze van je kalkmeststof rekening mee houden. Het magnesium in deze meststof werkt doorgaans traag, dus voldoet niet als gewasbemesting, maar meer om de bodemtoestand te verbeteren.

Prijs

Gezuiverde meststof werkt dan misschien wel snel, maar is ook duurder. Voor een kleine pH-stijging kan een wat minder zuivere meststof ook prima voldoen. Ook goed werkt betacal, een afvalproduct van de suikerindustrie. Deze meststof kun je zowel in vaste vorm als vloeibaar toedienen.

8.8 Tijdstip van bemesten

Voor een goede werking moet kalk goed door de grond worden verdeeld. De grond mag daarvoor niet te nat zijn. Aangezien het een tijdje duurt voordat de bemesting effect heeft, moet je ook niet vlak voor het nieuwe groeiseizoen strooien. Toepassing in de herfst is dan eigenlijk te verkiezen, maar onder natte omstandigheden is het toch beter dan maar te wachten tot het drogere voorjaar.

Fig. 8.4

Kalkstrooier aan het werk



Praktijkopdracht 8.2 Kalkbalans van je praktijkbedrijf

Als je op je bedrijf de goede pH van de grond bereikt hebt, is het zaak deze pH zo goed mogelijk op peil te houden. Je moet dan regelmatig het verlies aan kalk (nw.) compenseren door een kalkgift. Het is voor een bedrijf goed dit te registreren en een balans te maken.

Maak van je praktijkbedrijf een kalkbalans van het afgelopen jaar. Je moet daarbij de volgende vragen beantwoorden.

- a Hoeveel ha heeft het bedrijf? Denk na of het zinvol is om land dat één of twee jaar gehuurd wordt, er bij te betrekken.
- b Ga na wat het jaarlijkse verlies door opname en uitspoeling is.
- c Inventariseer de meststoffen die het vorig jaar gebruikt zijn. Je kunt gebruikmaken van de gegevens van praktijkopdracht 1.2 die je hebt genoteerd op werkblad 1.
- d Zoek de gegevens betreffende de neutraliserende waarde van de meststoffen in bijlage 4 en bijlage 5.
- e Vertaal het resultaat van jouw berekening naar een advies voor je praktijkbedrijf. Vraag je praktijkopleider of hij het ermee eens is en hoe hij de kalkbemesting zelf uitvoert.
- f Maak van dit geheel een kort verslag.

8.9 Afsluiting

De zuurgraad of pH van de bodem hangt af van de concentratie H^+ -ionen in het bodemvocht. Door kalk kan de grond minder zuur worden, anders gezegd: kan de pH stijgen.

De pH is van belang, omdat die de opneembaarheid van een aantal voedingsstoffen bepaalt. Bij een hoge pH is er ook meer activiteit van het bodemleven.

Kalk is op klei en zavelgronden belangrijk voor de structuur. Kalkrijke klei verkrumelt beter en is beter bewerkbaar. De gewenste pH hangt op zand- en dalgronden af van het bouwplan. De diverse gewassen hebben allen een andere optimale pH. Op kleigronden is de structuur het belangrijkste. Naarmate de grond zwaarder is, moet de grond kalkrijker zijn. Dit wordt dan vertaald naar een hoger pH-advies.

Een grond verliest kalk door uitspoeling, opname door het gewas en door de zure werking van meststoffen. Er zijn ook meststoffen die een positieve werking op de pH hebben. Het effect op de pH wordt uitgedrukt in een zuurbindende waarde (zbw.) Als je deze effecten berekent en naast elkaar zet, spreek je van een kalkbalans. De conclusie van zo'n balans kan zijn dat je kalk bij moet strooien.

Er zijn veel soorten kalkmeststof. Al naar gelang je bedrijf zijn de fijnheid, de werking, de nevenelementen of de prijs van belang bij het maken van een keuze. Kalkmeststoffen kun je het best in de herfst onder goede omstandigheden toedienen.

Schoolopdracht 8.3 Vragen

Beantwoord de volgende vragen.

- a Welke zaken worden door een verhoogde activiteit van het bodemleven gunstig beïnvloed?
- b Geef in een reactieformule aan hoe gebluste en ongebluste kalk H^+ -ionen kan binden.
- c Zet nog eens alle functies van calcium en kalk op een rij.
- d Waarom heeft de meststof kalksalpeter een positieve nw. en kalkammonsalpeter een negatieve waarde?
- e Kalk heeft invloed op de selectiviteit van de ionenopname. Wat betekent dit?
- f Zoek in de meststoffentabel de meststof met de beste werking en één met het hoogste Mg-gehalte per kg nw.
- g Welk voordeel heeft betacal boven andere kalkmeststoffen?

Bijlage 1 Zelftoets

Voor elke vraag geldt: er is maar één antwoord goed.

- 1 Welke stoffen zijn 'grondstof' voor fotosynthese of assimilatie?
 - Water, zuurstof, koolzuurgas, zonlicht, spoorelementen.
 - Water, zonlicht en koolzuurgas.
 - Suikers, zuurstof en energie.
 - Water, suikers, hoofd- en spoorelementen.

- 2 Als je een gehuurd perceel wilt laten bemonsteren voor fosfaat en kali is het zinvol door te geven aan het onderzoekslaboratorium dat het om huurland gaat. Waarom?
 - De kosten zijn dan automatisch voor de verpachter.
 - Het advies moet niet gericht zijn op het bereiken van het streefgetal, maar op de meest rendabele bemesting.
 - Anders krijg je advies voor alle gewassen.
 - Anders wordt stikstof automatisch meegenomen in de analyse.

- 3 Als je op een fosfaatfixerende grond rijenbemesting toepast met een fosfaatmeststof, krijg je een beter resultaat dan bij breedwerpig strooien. Waarom?
 - Het fosfaat spoelt dan niet verder uit in de bodem.
 - Het fosfaat is op één plaats geconcentreerd en wordt dus niet in totaliteit door de grond gefixeerd.
 - De pH wordt plaatselijk hoger en er treedt dus geen fixatie op.
 - Het ijzer in de grond wordt dan onoplosbaar.

- 4 Het streefniveau:
 - is een bemestingstoestand die je nooit kunt bereiken.
 - geeft alleen op zeeklei een meeropbrengst.
 - kan uitsluitend bereikt worden met organische mest.
 - bestaat voor fosfaat en kali, maar niet voor stikstof.

- 5 Het strooien van een fosfaatmeststof in de herfst is niet verstandig, omdat:
 - het fosfaat dan in het voorjaar is uitgespoeld.
 - het fosfaat dan altijd gefixeerd is.
 - de planten in het voorjaar dan te maken hebben met moeilijk opneembaar fosfaat.
 - het alleen voor chloorgevoelige gewassen noodzakelijk is.

- 6 Emissiearm uitrijden van mest houdt in dat:
 - er zo weinig mogelijk ammoniakgas verloren gaat.
 - er zo weinig mogelijk stikstof uitspoelt.
 - de werking van kali en fosfaat maximaal is.
 - je zeker 1,5 meter van de sloot verwijderd blijft bij het uitrijden.

-
- 7 Als gevolg van de MINAS-wetgeving mag je:
- stikstof strooien als het grondwater aan de drinkwaternorm voldoet.
 - alleen op klei- en zavelgronden mest uitrijden.
 - minder kunstmestfosfaat strooien als je ook organische mest gebruikt.
 - minder kunstmeststikstof strooien als je ook organische mest gebruikt.
- 8 Je kunt beter superfosfaat strooien dan tripelsuperfosfaat als je:
- een kleine gift moet geven.
 - een langzaam werkende meststof wenst.
 - op uitspoelingsgevoelige grond zit.
 - er gevaar is van fosfaatfixatie.
- 9 Immobilisatie van stikstof:
- is erg ongunstig voor vlinderbloemigen.
 - kan uitspoeling van nitraat voorkomen.
 - heeft afsterving van het bodemleven tot gevolg.
 - treedt op bij stikstofgebrek.
- 10 Piet laat een stikstofmonster nemen voor zomertarwe, maar besluit het perceel toch te gebruiken voor onderstammen. Kan dit?
- Dit kan niet, omdat het monster op een ander tijdstip genomen had moeten worden.
 - Dit kan uitstekend, omdat de N-voorraad voor elk gewas hetzelfde is.
 - Dit kan niet, omdat de bemonsteringsdiepte verschilt.
 - Dit kan alleen als er geen mest is uitgereden.
- 11 Denitrificatie:
- kun je proberen te voorkomen door de grond goed te ontwateren.
 - is het gevolg van het strooien van ammonium op kalkrijke grond.
 - heeft verzuring van de grond als ongunstig bijverschijnsel.
 - treedt onder andere op als gevolg van het onderploegen van strijke mest.
- 12 Gewassen kunnen chloorschade oplopen als:
- je patentkali strooit in het najaar.
 - je K-60 strooit in het voorjaar.
 - je wintergewassen voor de winter met vinassekali bemest.
 - je kalkammonsalpeter gebruikt.
- 13 Zoutschade:
- krijg je alleen door een te grote kaligift.
 - wordt altijd veroorzaakt door chloorhoudende meststoffen.
 - kun je voorkomen door rijenbemesting.
 - is eigenlijk verdroging van de plant.
- 14 Als er kans op kalifixatie bestaat:
- is de pH van de grond te laag.
 - is alleen K-60 een goed te gebruiken meststof.
 - kun je dat voorkomen door de grond goed te ontwateren.
 - moet er niet te veel tijd zitten tussen bemesten en zaaien/planten/poten.

-
- 15 De werking van de stikstof in organische mest:
- is beter naarmate je het sneller onderwerkt na het uitrijden.
 - is afhankelijk van de hoeveelheid kunstmest die je strooit.
 - is altijd hoger dan die van kali of fosfaat.
 - begint pas een jaar na toediening.
- 16 Bij het maken van blends is het belangrijk dat:
- de te mengen kunstmestsoorten ongeveer dezelfde vorm hebben.
 - je nooit twee zuurwerkende meststoffen bij elkaar voegt.
 - de neutraliserende waarde van de meststof positief is.
 - je uitsluitend N, P en K-meststoffen mengt.
- 17 Het voordeel van een samengestelde meststof boven een blend is:
- dat de verdeling van de verschillende voedingsstoffen in de grond beter is.
 - dat je maar één keer over het land hoeft te rijden.
 - dat ze minder zuur werken.
 - dat de verhouding tussen N, P en K altijd klopt.
- 18 Fertigatie:
- kan alleen met stikstofmeststoffen.
 - is alleen voor gewassen die niet chloorgevoelig zijn.
 - is voor de meeste openteeltgewassen nog te duur.
 - is een vorm van antagonisme.
- 19 Een stikstofvenster is:
- een gebreksverschijnsel bij granen.
 - een plaats in het perceel waar je dieper monstert dan ergens anders.
 - een plaats op de kopakker waar je niets strooit.
 - een methode om de stikstofbehoefte in de loop van het groeiseizoen te schatten.
- 20 Het strooien van kalk:
- is uitsluitend bedoeld voor structuurverbetering.
 - heeft alleen maar nut voor zandgronden.
 - kan een betere opname van andere elementen tot gevolg hebben.
 - is alleen voor de grond bedoeld, niet voor de plant.
- 21 Het element zwavel:
- speelt onder andere een rol bij de eiwitvorming in de plant.
 - is door de toenemende vervuiling steeds belangrijker voor de planten.
 - is de belangrijkste van de spoorelementen.
 - wordt op rivierkleigronden gefixeerd.
- 22 Magnesiumgebrek is vooral te verwachten bij:
- een lage temperatuur en een hoge pH.
 - een hoge pH en een hoge kaligift.
 - een hoge kaligift en een droge grond.
 - een hoge temperatuur en een hoge pH.

-
- 23 Bij de stikstofbinding die je aantreft bij vlinderbloemige gewassen gaat het om:
- een vorm van symbiose.
 - een vorm van binding die verzuring tot gevolg heeft.
 - de samenwerking tussen erwten en klaver.
 - de binding van stikstof aan ijzer of aluminium.
- 24 Na een bekalking blijken mijn gewassen geen magnesiumgebrek meer te hebben. Dat komt misschien doordat:
- alle kalkmeststoffen magnesium bevatten.
 - calcium magnesium kan vervangen in de plant.
 - de pH-verlaging het magnesium vrijmaakt in de bodem.
 - een hogere pH gunstig is voor de magnesiumopname.
- 25 Bij het opstellen van een kalkbalans moet je op de volgende zaken letten:
- de reparatiebemesting, het organische stofgehalte en de uitspoeling.
 - uitspoeling, opname, alle meststoffen.
 - alleen de stikstofmeststoffen, de kalkmeststoffen en de uitspoeling.
 - dunne mest, kalk en denitrificatie.
- 26 Spoorelementen doen in kleine hoeveelheden toch nuttig werk, omdat:
- ze de pH beïnvloeden en daardoor de opname van voedingsstoffen.
 - voornamelijk in bladgroen zitten.
 - ze dikwijls processen in de plant op gang brengen zonder daar zelf aan deel te nemen.
 - de plant al groeiend meer van deze stoffen op kan nemen.

Bijlage 2 Antwoorden op de zelftoets

- 1 Welke stoffen zijn 'grondstof' voor fotosynthese of assimilatie?
Water, zonlicht en koolzuurgas. Hoofd- en sporelementen zijn bij assimilatie niet nodig, bij assimilatie ontstaat zuurstofgas en worden suikers gevormd.
- 2 Als je een gehuurd perceel wilt laten bemonsteren voor fosfaat en kali is het zinvol door te geven aan het onderzoekslaboratorium dat het om huurland gaat. Waarom?
Het advies moet niet gericht zijn op het bereiken van het streefgetal, maar op de meest rendabele bemesting. De kosten zijn altijd voor de opdrachtgever, gewassen moet je altijd opgeven, stikstof is een aparte bemonstering.
- 3 Als je op een fosfaatfixerende grond rijenbemesting toepast met een fosfaatmeststof, krijg je een beter resultaat dan bij breedwerpig strooien. Waarom?
Het fosfaat is op één plaats geconcentreerd en wordt dus niet in totaliteit door de grond gefixeerd. Fosfaatkunstmest spoelt niet uit, heeft nauwelijks een pH-verhogende werking en onoplosbaar ijzer heeft niets met de vraagstelling te maken.
- 4 Het streefniveau:
bestaat voor fosfaat en kali, maar niet voor stikstof. Het streefniveau is wel bereikbaar, op alle grondsoorten en kan ook met kunstmest bereikt worden.
- 5 Het strooien van een fosfaatmeststof in de herfst is niet verstandig, omdat: de planten in het voorjaar dan te maken hebben met moeilijk opneembaar fosfaat. Kunstmestfosfaat spoelt nauwelijks uit, fixatie treedt alleen op bij $\text{pH} < 4,5$ en fosfaatkunstmest bevat geen chloor.
- 6 Emissiearm uitrijden van mest houdt in dat:
er zo weinig mogelijk ammoniakgas verloren gaat. Uitspoeling heeft niets te maken met emissiearm uitrijden, kali en fosfaat gaan niet gasvormig verloren en die 1,5 m heeft te maken met een spuitvrije zone, niet met bemesten.
- 7 Als gevolg van de MINAS-wetgeving mag je:
minder kunstmeststikstof strooien als je ook organische mest gebruikt. MINAS wordt (nog) niet gekoppeld aan de drinkwaternorm. Op alle grondsoorten mag je mest uitrijden, zij het met beperkingen, bij fosfaat telt de kunstmest in de mineralenboekhouding (nog) niet mee.
- 8 Je kunt beter superfosfaat strooien dan tripelsuperfosfaat als je:
een kleine gift moet geven. Superfosfaat werkt net zo snel als andere meststoffen, heeft geen afwijkend gedrag wat betreft uitspoeling en fixatie ten opzichte van andere meststoffen.

-
- 9 Immobilisatie van stikstof:
kan uitspoeling van nitraat voorkomen. Immobilisatie is vastleggen van stikstof door het bodemleven en heeft niets te maken met vlinderbloemigen, ontstaat juist door een uitbreiding van het bodemleven en heeft wel (tijdelijk) stikstofgebrek tot gevolg.
- 10 Piet laat een stikstofmonster nemen voor zomertarwe, maar besluit het perceel toch te gebruiken voor onderstammen. Kan dit?
Dit kan niet, omdat de bemonsteringsdiepte verschilt. Het tijdstip van monsternamen is eigenlijk voor alle gewassen hetzelfde: kort voor het zaaien/poten/planten of in het begin van het groeiseizoen; de bewortelingsdiepte bepaalt de bemonsteringsdiepte; mest uitrijden is geen bezwaar als het maar ruim voor het bemonsteren gebeurt.
- 11 Denitrificatie:
kun je proberen te voorkomen door de grond goed te ontwateren. Het tweede antwoord is ammoniakvervluchtiging, het derde duidt op nitrificatie en het vierde is immobilisatie.
- 12 Gewassen kunnen chloorschade oplopen als:
je K-60 strooit in het voorjaar. Patentkali bevat geen chloor evenmin als vinassekali en kalkammonsalpeter.
- 13 Zoutschade:
is eigenlijk verdroging van de plant. Ook andere meststoffen zijn zouten, niet alleen kali; ook niet-chloorhoudende meststoffen kunnen zoutschade veroorzaken; rijenbemesting is het op een plek concentreren en zou juist wel zoutschade kunnen veroorzaken.
- 14 Als er kans op kalifixatie bestaat:
moet er niet te veel tijd zitten tussen bemesten en zaaien/planten/poten. De pH heeft geen invloed op fixatie; de soort meststof doet er verder niet toe evenmin als de ontwatering van het perceel; alleen de grondsoort is bepalend.
- 15 De werking van de stikstof in organische mest:
is beter naarmate je het sneller onderwerkt na het uitrijden. Kunstmest heeft geen invloed, kali-, fosfaat- en stikstofgehalte zijn per mestsoort verschillend.
- 16 Bij het maken van blends is het belangrijk dat:
de te mengen kunstmestsoorten ongeveer dezelfde vorm hebben. De zure werking maakt voor het mengen niet uit evenmin als de uiteindelijke neutraliserende waarde; als er andere meststoffen dan stikstof, fosfaat of kali mee gemengd moeten worden, is dat geen bezwaar.
- 17 Het voordeel van een samengestelde meststof boven een blend is:
dat de verdeling van de verschillende voedingsstoffen in de grond beter is. Het beperken van het rijden over het land is een voordeel van zowel blends als samengestelde meststoffen; de samengestelde meststoffen werken doorgaans zuurder dan de blends en bij blends klopt de NPK-verhouding precies.

-
- 18 Fertigatie:
is voor de meeste openteeltgewassen nog te duur. Kan met alle oplosbare meststoffen en je kunt ook chloorarme meststoffen gebruiken; antagonisme is tegenwerking van ionen bij opname door de plant en heeft hier niets mee te maken.
- 19 Een stikstofvenster is:
een methode om de stikstofbehoefte in de loop van het groeiseizoen te schatten. Het is geen gebreksverschijnsel, bemonsteren komt niet aan de orde; op de kopakker moet je dit juist niet toepassen.
- 20 Het strooien van kalk:
kan een betere opname van andere elementen tot gevolg hebben. Op zandgrond is het voor de verhoging van de pH bedoeld, op kleigronden voor structuurverbetering; de planten hebben wel degelijk behoefte aan calcium en de pH-verhoging komt indirect ook aan de plant ten goede.
- 21 Het element zwavel:
speelt onder andere een rol bij de eiwitvorming in de plant. Luchtvervuiling had wel een positieve invloed op de zwavelvoorziening, maar neemt af. Zwavel behoort tot de hoofdelementen, fixatie op rivierklei betreft kali.
- 22 Magnesiumgebrek is vooral te verwachten bij:
een hoge kaligift en een droge grond. Een lage temperatuur, een lage pH, een hoge kalk- en kaligift en droge grond werken negatief op de opname van magnesium.
- 23 Bij de stikstofbinding die je aantreft bij vlinderbloemige gewassen gaat het om: een vorm van symbiose. Verzuring is een gevolg van nitrificatie, de samenwerking is die tussen een plant en een bacterie (Rhizobium); ijzer en aluminium kunnen fosfaat binden, maar dat heeft niets met stikstof te maken.
- 24 Na een bekalking blijken mijn gewassen geen magnesiumgebrek meer te hebben. Dat komt misschien doordat:
een hogere pH gunstig is voor de magnesiumopname. Wel veel, maar niet alle kalkmeststoffen bevatten magnesium. Magnesium en calcium hebben beide hun specifieke rol in de plant en kunnen elkaar niet vervangen; een lage pH is niet gunstig voor de opname van magnesium, dus de pH-verhoging werkt positief op de Mg-opname.
- 25 Bij het opstellen van een kalkbalans moet je op de volgende zaken letten:
uitspoeling, opname, alle meststoffen. Reparatiebemesting en organische stof hebben wel invloed op de hoeveelheid kalk die je moet strooien, maar niet op de balans; stikstof- en kalkmeststoffen hebben wel een grote invloed op de balans evenals dunne mest, maar niet alleen deze meststoffen; denitrificatie geeft verlies aan stikstof, geen verzuring.

-
- 26 Spooelementen doen in kleine hoeveelheden toch nuttig werk, omdat: ze dikwijls processen in de plant op gang brengen zonder daar zelf aan deel te nemen. De pH beïnvloedt juist de opname van spooelementen en niet andersom; ze zitten ook in het bladgroen, maar in nog veel meer andere stoffen; als de plant groeit wordt er zeker meer opgenomen, maar de hoeveelheid blijft klein.

Bijlage 3 Bemestingsleer

Bemestingsleer vereist een aardige scheikundige kennis. Je praat over voedingselementen die aangegeven worden als scheikundige symbolen; je praat over opgeloste voedingselementen die dan ionen heten en een + of - lading hebben en soms gebonden zijn aan andere elementen als H en O. En je praat ten slotte over gehalten die uitgedrukt worden in oxiden, zoals is uitgelegd in hoofdstuk 1. Om het overzicht niet te verliezen zijn van de belangrijkste stoffen en elementen de scheikundige formules en de namen weergegeven in de tabel van figuur b3.1.

Fig. B3.1

Scheikundige namen van de voedingselementen

| Voedingselementen | | | | |
|-------------------|--------|---------------------------|--------------------|------------------------|
| Naam | Symbol | In opgeloste vorm (ion) | Naam | Gehalte, uitgedrukt in |
| stikstof | N | NH_4^+ | ammonium | N |
| stikstof | N | NO_3^- | nitraat | N |
| fosfor | P | H_2PO_4^- | fosfaat | P_2O_5 |
| kalium | K | K^+ | kali | K_2O |
| calcium | Ca | Ca^{2+} | calcium | CaO |
| magnesium | Mg | Mg^{2+} | magnesia/magnesium | MgO |
| zwavel | S | SO_4^{2-} | sulfaat | SO_3 |
| natrium | Na | Na^+ | natrium | Na_2O |

| Overige stoffen | |
|--------------------|----------------------|
| Naam | Scheikundige formule |
| zuurstof | O_2 |
| koolzuurgas | CO_2 |
| waterstof ion | H^+ |
| kalk | CaCO_3 |
| carbonaat | CO_3^- |
| waterstofcarbonaat | HCO_3^- |

Bijlage 4 Enkelvoudige en samengestelde meststoffen

Fig. B4.1 Overzicht van een aantal enkelvoudige en samengestelde meststoffen

| Productnaam | Hoofbestanddeel | Gehalte in % | | | | | | | | | | kg nw. | |
|----------------------------|---|------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------|-------|-------|-----|-----------------|----------------------|------------|--------|
| | | N _{tot} | NN ₄ ⁺ | NO ₃ ⁻ | P ₂ O ₅ | K ₂ O | MgO | CaO | NaO | SO ₃ | overige bestanddelen | | |
| Stikstofmeststoffen | | | | | | | | | | | | | |
| vloeibare ammoniak | NH ₃ | > 82 | >82 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | < -82 |
| ureum | CO(NH ₂) ₂ | 46 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | < -46 |
| urean | NH ₄ NO ₃ +CO(NH ₂) ₂ | 30 | 7-8 | 7-8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -30 |
| kalkammonsalpeter(KAS) | NH ₄ NO ₃ | 27 | 13,5 | 13,5 | 0 | 0 | 6-12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -15 |
| ammoniumsulfataalsalpeter | NH ₄ NO ₃ + (NH ₄) ₂ SO ₄ | 26 | 7 | 19 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 35 | 0 | 0 | -51 |
| stikstofmagnesia (MAS) | NH ₄ NO ₃ | 22 | 11 | 11 | 0 | 0 | 7 | 11-12 | 0 | 0 | 0 | 0 | -2 - 0 |
| zwavelzure Ammoniak | (NH ₄) ₂ SO ₄ | 21 | 21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 60 | 0 | -63 |
| chilisalpeter | NaNO ₃ | 16 | 0 | 16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 35 | 0 | 0,2% B | +17 |
| kalksalpeter | Ca(NO ₃) ₂ | 15,5 | 1,1 | 14,4 | 0 | 0 | 26,3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 - 0,2% B | +11 |
| Fosfaatmeststoffen | | | | | | | | | | | | | |
| tripelsuperfosfaat | Ca(H ₂ PO ₄) ₂ | 0 | 0 | 0 | 45 | 0 | 19-24 | 19-24 | 0 | 2-5 | 0 | 0 | 0 - +3 |
| zacht natuurfosfaat | Ca ₃ (PO ₄) ₂ | 0 | 0 | 0 | 27 | 0 | 37 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | +26 |
| superfosfaat | Ca(H ₂ PO ₄) ₂ | 0 | 0 | 0 | 19-20 | 0 | 25-34 | 0 | 0 | 32-34 | 0 | 0 | +3 |
| Kalimeststoffen | | | | | | | | | | | | | |
| K-60 | KCl | 0 | 0 | 0 | 0 | 60 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 45% Cl | 0 |
| K40 + 6 | KCl + MgSO ₄ | 0 | 0 | 0 | 0 | 40 | 6 | 0 | 4 | 12 | 0 | 36% Cl | 0 |
| patentkali | K ₂ SO ₄ | 0 | 0 | 0 | 0 | 30 | 10 | 0 | 0 | 42 | 0 | < 2% Cl | -2 |
| kaliiumsulfaat | K ₂ SO ₄ | 0 | 0 | 0 | 0 | 50 | 0 | 0 | 0 | 43 | 0 | < 2% Cl | 0 |
| multi-K Mg | KNO ₃ | 12 | 0 | 0 | 0 | 42 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | < 2% Cl | +17 |
| vinassekali | n.v.t. | 3,8 | 0 | 0 | 0,5 | 10 | 0,1 | 0 | 1,9 | 1,7 | 0 | 1,2% Cl | 0 |

Magnesium- en zwavelmeststoffen

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---------------------------------------|----|----------|---------|----|----|----|---|---|---|----|---|---|---|------|---------|---------|
| kiesriet | MgSO ₄ ·4H ₂ O | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 27 | 0 | 0 | 0 | 54 | < 2% Cl | -3 |
| bitterzout | MgSO ₄ ·7H ₂ O | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 16 | 0 | 0 | 0 | 32 | 0 | -1 - +5 |
| sulfamag 35 | MgSO ₄ + MgCO ₃ | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 35 | 0 | 0 | 0 | 37 | 0 | -1 |
| NPK, NP, NK, PK en andere samengestelde meststoffen | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20+10+10 | | 20 | 11 | 9 | 10 | 10 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | > 2% Cl | -21 |
| 18+7+7 | | 18 | 9,5-10 | 8-8,5 | 7 | 7 | 7 | 0 | 0 | 0 | 7 | 0 | 0 | 0 | 14 | > 2% Cl | -7 |
| 17+17+17 | | 17 | 10-11 | 6-7 | 17 | 17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | > 2% Cl | -14 |
| 15+15+15 | | 15 | 8,5-12,5 | 2,5-6,5 | 15 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | > 2% Cl | -12 |
| 15+12+24 | | 15 | 8,5-9,5 | 5,5-6,5 | 12 | 24 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | > 2% Cl | -5 |
| 13+13+21 | | 13 | 8-10,5 | 2,5-5 | 13 | 21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | > 2% Cl | -6 |
| 12+12+17 | | 12 | 7 | 5 | 12 | 17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | > 2% Cl | -8 |
| 16+10+20 | | 16 | 9-9,5 | 6,5-7 | 10 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 17 | < 2% Cl | -8 |
| 12+10+18 | | 12 | 7-12 | 0-5 | 10 | 18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 19 | < 2% Cl | -5 |
| 12+5+18 | | 12 | 9,5 | 2,5 | 5 | 18 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | < 2% Cl | +4 |
| 7+14+28 | | 7 | 5 | 2 | 14 | 28 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25 | < 2% Cl | +4 |
| 26+14+0 | | 26 | 14-15,7 | 10,3-12 | 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | -32 |
| 26+7+0 | | 26 | 14 | 12 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | -29 |
| 23+23+0 | | 23 | 14-15,4 | 7,6-9 | 23 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | -34 |
| 20+34+0 | | 20 | 15,5 | 4,5 | 34 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | -34 |
| 18+46+0 | | 18 | 18 | 0 | 46 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | -36 |
| 0+25+25 | | 0 | 0 | 0 | 25 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1-4 | > 2% Cl | +5 |
| 0+20+30 | | 0 | 0 | 0 | 20 | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2-5 | | +10 |
| 0+15+30 | | 0 | 0 | | 15 | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6-11 | | +12 |

Bijlage 5 Spooreslementenmeststoffen

Fig. B5.1 Overzicht van een aantal spooreslementenmeststoffen

| Spoor- element | Product naam | Chemische verbinding | Gehalte hoofd- bestand- deel | Gehalte nevenbestanddelen | | | Gebruik |
|-------------------|------------------------------|-------------------------|---------------------------------------|--|-----|-------------------|---------|
| | | | | N | MgO | Na ₂ O | |
| borium | Solubor DF | natriumboraat | 17,4 | 0 | 0 | 10 | blad |
| | Borax | natriumboraat | 11 | 0 | 0 | 0 | bodem |
| koper | Coptrel | koperoxychloride | 30 | 0 | 0 | 0 | blad |
| | Hydro plus kopernitraat | kopernitraat | 12 | 5,3 | 0 | 0 | blad |
| mangaan | Top trace mangaan nitraat | mangaannitraat | 13,5 | 6,9 | 0 | 0 | blad |
| | Mangaan vloeibaar extra | mangaansulfaat | 11,5 | 0 | 0 | 0 | blad |
| | Luxan mangaanchelaat | mangaan EDTA | 5,0 | 0 | 0 | 0 | blad |
| molybdeen | Molytrac 250 | | 15,5 | 0 | 0 | 0 | blad |
| zink | Zinkflow 700 | | 40 | 0 | 0 | 0 | blad |
| | Sporumix B | | | 0,60% B, 0,05% Co, 0,70% Cu, 0,60% Mn, 0,025% Mo, 0,10% Zn, 25% MgO | | | |

Bijlage 6 Overzicht van een aantal kalkmeststoffen

Fig. B6.1

Overzicht van een aantal
kalkmeststoffen

| Productnaam | Hoofdbestanddeel | nw (=z-bw) | Gehalte MgO % |
|-----------------------------|--------------------------------------|------------|--|
| Dolokal | CaCO ₃ .MgCO ₃ | 54 | 5 |
| Dolokal extra | CaCO ₃ .MgCO ₃ | 55 | 10 |
| Dolokal supra | CaCO ₃ .MgCO ₃ | 57 | 19 |
| Magkal | CaCO ₃ .MgCO ₃ | 54 | 17 |
| Emkal | CaCO ₃ | 53 | 0 |
| Winterswijkse ultradolomiet | CaCO ₃ .MgCO ₃ | 44 | 10 |
| Betacal flow | CaCO ₃ | 20 | 0,8 (+ 0,% 2 N, 0,8% P ₂ O ₅) |

Bijlage 7 Overzicht van een aantal organische meststoffen

Fig. B7.1 Overzicht van een aantal organische meststoffen

| Mestsoort | Gehalte in kg per 1000 kg product | | | | | | | | | kg nw. per 1000 kg | Dicht- heid kg/m ³ |
|-------------------|-----------------------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------------------|------------------|-----|-------------------|-----------------|--------------------------|-------------------------------------|
| | droge stof | N _{tot} | N _{min} | N _{org} | P ₂ O ₅ | K ₂ O | MgO | Na ₂ O | SO ₃ | | |
| Gier | | | | | | | | | | | |
| rundvee | 25 | 4,0 | 3,8 | 0,2 | 0,2 | 8,0 | 0,2 | 1,0 | 2,0 | -3 | 1030 |
| vleesvarkens | 20 | 6,5 | 6,1 | 0,4 | 0,9 | 4,5 | 0,2 | 1,0 | 1,8 | -7 | 1010 |
| zeugen | 10 | 2,0 | 1,9 | 0,1 | 0,9 | 2,5 | 0,2 | 0,2 | - | - | - |
| Dunne mest | | | | | | | | | | | |
| rundvee | 90 | 4,9 | 2,6 | 2,3 | 1,8 | 6,8 | 1,3 | 0,8 | 1,8 | -1 | 1005 |
| vleesvarkens | 90 | 7,2 | 4,2 | 3,0 | 4,2 | 7,2 | 1,8 | 0,9 | 1,6 | +1 | 1040 |
| zeugen | 55 | 4,2 | 2,5 | 1,7 | 3,0 | 4,3 | 1,1 | 0,6 | - | -2 | - |
| kippen | 145 | 10,2 | 5,8 | 4,4 | 7,8 | 6,4 | 2,2 | 0,9 | 2,2 | +4 | - |
| Vaste mest | | | | | | | | | | | |
| rundvee | 235 | 6,9 | 1,6 | 5,3 | 3,8 | 7,4 | 2,1 | 0,9 | 0,6 | 0 | 900 |
| kippen(strooisel) | 640 | 19,1 | 8,6 | 10,5 | 24,2 | 13,3 | 5,3 | 4,2 | 8,3 | +11 | 600 |
| vleeskuikens | 605 | 30,5 | 5,5 | 25,0 | 17,0 | 22,5 | 6,5 | 3,0 | 9,0 | -1 | 605 |
| Compost | | | | | | | | | | | |
| champost | 300 | 5,0 | 0,3 | 5,5 | 3,6 | 6,7 | 2,4 | 0,9 | 13,6 | +41 | 550 |
| GFT-compost | 660 | 10,4 | 1,0 | 9,4 | 4,4 | 5,6 | 1,9 | - | - | | 643 |

Bijlage 8 Hoeveelheid stikstof als percentage van N_{tot}

Fig. B8.1 Overzicht van de hoeveelheid stikstof als percentage van N_{tot} die na 1 maart mineraliseert uit dierlijke mest

| Toegediend | Drijfmest | | | | | | Vaste mest | | | | | |
|-------------|-----------|----|----|-------------------|----|----|-------------------------------------|----|----|----------------------------|----|----|
| | rundvee | | | varkens kippen | | | slachtkuikens, kalkoenen, kippen | | | rundvee, champignonmest | | |
| | A* | B* | C* | A | B | C | A | B | C | A | B | C |
| 1 juli | 5 | 7 | 9 | 6 | 8 | 9 | 7 | 9 | 10 | 9 | 12 | 14 |
| 1 augustus | 6 | 9 | 11 | 8 | 10 | 12 | 9 | 11 | 13 | 10 | 14 | 17 |
| 1 september | 8 | 10 | 13 | 10 | 13 | 16 | 11 | 15 | 17 | 12 | 17 | 20 |
| 1 oktober | 9 | 12 | 15 | 13 | 16 | 19 | 14 | 18 | 21 | 14 | 19 | 23 |
| 1 november | 10 | 13 | 16 | 14 | 19 | 22 | 16 | 21 | 24 | 16 | 21 | 25 |
| 1 december | 10 | 14 | 17 | 16 | 20 | 24 | 17 | 22 | 26 | 16 | 22 | 27 |
| 1 januari | 11 | 14 | 18 | 16 | 22 | 25 | 18 | 24 | 28 | 17 | 23 | 28 |
| 1 februari | 11 | 15 | 18 | 17 | 23 | 27 | 19 | 25 | 29 | 18 | 24 | 29 |
| 1 maart | 12 | 16 | 19 | 18 | 24 | 28 | 20 | 26 | 31 | 18 | 25 | 30 |

* De letters A, B en C staan voor een groeiseizoen van 1 maart tot respectievelijk 30 juni, 31 juli en 31 augustus.

Bijlage 9 Werking van stikstof in % van N_{min} bij voorjaarstoediening van dunne rundvee-, kalver-, varkens- en kippenmest

Fig. B9.1

Overzicht van de werking van stikstof in % van N_{min} bij voorjaarstoediening van dunne rundvee-, kalver-, varkens- en kippenmest

| Toedieningstechniek | In één werkgang | | Later inwerken (na ± 1 uur) | |
|----------------------|-----------------|-------|--------------------------------|-------|
| | febr-maart | april | febr-maart | april |
| injecteur, ploeg | 78 | 97 | 70 | 87 |
| aangedreven werktuig | 73 | 91 | 65 | 81 |
| cultivator | 61 | 76 | 61 | 76 |

Bijlage 10 Werkzame meststof (kg/ha) in het eerste en tweede jaar na eenmalige toediening van 1000 kg dierlijke mest in maart/april (boomteelt)

Fig. B10.1 *Overzicht van de werking van de werkzame meststof (kg/ha) in het eerste en tweede jaar na eenmalige toediening van 1000 kg dierlijke mest in maart/april*

| | Werkzame meststof (kg/ha) | | | | | | | | | |
|-------------------|---------------------------|-------------------------------|------------------|-----|------|-------------|-------------------------------|------------------|-----|------|
| | eerste jaar | | | | | tweede jaar | | | | |
| | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | MgO | CaO | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | MgO | CaO |
| dunne mest | | | | | | | | | | |
| rundvee | 2,2 | 0,8 | 4,1 | 0,7 | 1,0 | 0,5 | 0,8 | 2,7 | 0,7 | 1,0 |
| vleesvarkens | 3,6 | 1,9 | 4,3 | 0,9 | 1,7 | 0,7 | 1,9 | 2,9 | 0,9 | 1,7 |
| kippen | 6,1 | 3,5 | 3,8 | 1,1 | 6,3 | 1,0 | 3,5 | 2,6 | 1,1 | 6,3 |
| vaste mest | | | | | | | | | | |
| rundvee | 2,4 | 1,7 | 4,4 | 1,1 | 1,8 | 0,7 | 1,7 | 3,0 | 1,1 | 1,8 |
| varkens | 2,6 | 4,1 | 2,1 | 1,3 | 3,0 | 0,8 | 4,1 | 1,4 | 1,3 | 3,0 |
| leghennen | 13,3 | 8,5 | 5,1 | 2,5 | 11,0 | 2,4 | 8,5 | 7,6 | 2,5 | 11,0 |
| kippenstrooisel | 10,5 | 10,9 | 8,0 | 2,7 | 16,0 | 1,9 | 10,9 | 5,3 | 2,7 | 16,5 |
| vleeskuikens | 16,8 | 7,7 | 13,5 | 3,3 | - | 4,6 | 7,7 | 9,0 | 3,3 | - |

Bijlage 11 Oosterbeek analyseformulier Groenteteelt zand

Fig. B11.1 Bemestingsonderzoek groenteteelt

Bemestingsonderzoek
Oosterbeek
Fyrtveld land

Blgg
Oosterbeek

Aankomst van de analyse
2023-11-15
Analyse van de analyse
aan het einde van de analyse
aan het einde van de analyse
aan het einde van de analyse

Plaatsnaam: Oosterbeek
Fyrtveld land
Bemestingsonderzoek
aan het einde van de analyse

| Element | Opname methode | Opname datum | Opname locatie | Opname diepte | Opname diepte | Opname diepte | Opname diepte | Opname diepte |
|---------|----------------|--------------|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| N | | | | | | | | |
| P | | | | | | | | |
| K | | | | | | | | |
| Mg | | | | | | | | |
| Ca | | | | | | | | |
| Mn | | | | | | | | |
| B | | | | | | | | |
| Zn | | | | | | | | |
| Cu | | | | | | | | |
| Fe | | | | | | | | |
| Na | | | | | | | | |
| Cl | | | | | | | | |
| Br | | | | | | | | |
| I | | | | | | | | |
| Li | | | | | | | | |
| Sr | | | | | | | | |
| Ba | | | | | | | | |
| Sc | | | | | | | | |
| Y | | | | | | | | |
| Zr | | | | | | | | |
| Nb | | | | | | | | |
| Mo | | | | | | | | |
| Co | | | | | | | | |
| Ni | | | | | | | | |
| Cd | | | | | | | | |
| Hg | | | | | | | | |
| Pb | | | | | | | | |
| Mn | | | | | | | | |
| Cu | | | | | | | | |
| Zn | | | | | | | | |
| As | | | | | | | | |
| Cr | | | | | | | | |
| V | | | | | | | | |
| Sb | | | | | | | | |
| Se | | | | | | | | |
| Te | | | | | | | | |
| Bi | | | | | | | | |
| Po | | | | | | | | |
| At | | | | | | | | |
| Rn | | | | | | | | |
| Ac | | | | | | | | |
| Th | | | | | | | | |
| Pa | | | | | | | | |
| U | | | | | | | | |
| Np | | | | | | | | |
| Pu | | | | | | | | |
| A | | | | | | | | |
| B | | | | | | | | |
| C | | | | | | | | |
| D | | | | | | | | |
| E | | | | | | | | |

Plaatsnaam: Oosterbeek
Fyrtveld land
Bemestingsonderzoek
aan het einde van de analyse

Fyrtveld land

Plaatsnaam: Oosterbeek
Fyrtveld land
Bemestingsonderzoek
aan het einde van de analyse

| Element | Opname methode | Opname datum | Opname locatie | Opname diepte | Opname diepte | Opname diepte | Opname diepte | Opname diepte |
|---------|----------------|--------------|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| N | | | | | | | | |
| P | | | | | | | | |
| K | | | | | | | | |
| Mg | | | | | | | | |
| Ca | | | | | | | | |
| Mn | | | | | | | | |
| B | | | | | | | | |
| Zn | | | | | | | | |
| Cu | | | | | | | | |
| Fe | | | | | | | | |
| Na | | | | | | | | |
| Cl | | | | | | | | |
| Br | | | | | | | | |
| I | | | | | | | | |
| Li | | | | | | | | |
| Sr | | | | | | | | |
| Ba | | | | | | | | |
| Sc | | | | | | | | |
| Y | | | | | | | | |
| Zr | | | | | | | | |
| Nb | | | | | | | | |
| Mo | | | | | | | | |
| Co | | | | | | | | |
| Ni | | | | | | | | |
| Cd | | | | | | | | |
| Hg | | | | | | | | |
| Pb | | | | | | | | |
| Mn | | | | | | | | |
| Cu | | | | | | | | |
| Zn | | | | | | | | |
| As | | | | | | | | |
| Cr | | | | | | | | |
| V | | | | | | | | |
| Sb | | | | | | | | |
| Se | | | | | | | | |
| Te | | | | | | | | |
| Bi | | | | | | | | |
| Po | | | | | | | | |
| At | | | | | | | | |
| Rn | | | | | | | | |
| Ac | | | | | | | | |
| Th | | | | | | | | |
| Pa | | | | | | | | |
| U | | | | | | | | |
| Np | | | | | | | | |
| Pu | | | | | | | | |
| A | | | | | | | | |
| B | | | | | | | | |
| C | | | | | | | | |
| D | | | | | | | | |
| E | | | | | | | | |

Plaatsnaam: Oosterbeek
Fyrtveld land
Bemestingsonderzoek
aan het einde van de analyse

Bijlage 12 Oosterbeek analyseformulier Boomteelt

Fig. B12.1 Bemestingsonderzoek boomteelt

Bemestingsonderzoek
 boomteelt
 Noordwestelgeregeld

Blig Blag - en Oosterbeek
 Kwaliteitsplan
 Postbus 118
 6854 AC OOSTERBEEK

Blig Oosterbeek
 Postbus 118
 6854 AC Oosterbeek

Bevat informatie:
 o Voor welke cultuur
 of boomsoort (zie tabel 1)
 in tabel 2 en 3
 is onderzoek naar NPK en
 Ca/Mg uitgevoerd

| | | | | | |
|-----------------------|-----------|------------------------|-----------|------------------------|-----------|
| Plantsoort | boomteelt | Plantegroep | 118 (201) | Plantegroep | 118 (201) |
| Plantsoortcode | 118 (201) | Plantegroepcode | 118 (201) | Plantegroepcode | 118 (201) |
| Plantsoort | boomteelt | Plantegroep | 118 (201) | Plantegroep | 118 (201) |
| Plantsoortcode | 118 (201) | Plantegroepcode | 118 (201) | Plantegroepcode | 118 (201) |
| Plantsoort | boomteelt | Plantegroep | 118 (201) | Plantegroep | 118 (201) |
| Plantsoortcode | 118 (201) | Plantegroepcode | 118 (201) | Plantegroepcode | 118 (201) |
| Plantsoort | boomteelt | Plantegroep | 118 (201) | Plantegroep | 118 (201) |
| Plantsoortcode | 118 (201) | Plantegroepcode | 118 (201) | Plantegroepcode | 118 (201) |

Fig. B12.1 Bemestingsonderzoek boomteelt

De resultaten van dit onderzoek worden gebruikt voor de bemesting van boomteelt in 2012.

De bemesting van boomteelt in 2012 wordt berekend op basis van de resultaten van dit onderzoek. De bemesting wordt berekend op basis van de resultaten van dit onderzoek. De bemesting wordt berekend op basis van de resultaten van dit onderzoek.

Werkblad 1 Inventarisatie van meststoffen

Dit werkblad hoort bij praktijkopdracht 1.2 en praktijkopdracht 8.2.

| Gewas | Meststof | Hoeveelheid per ha (are) | Bevat de volgende voedingselementen |
|-------|----------|--------------------------|-------------------------------------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Werkblad 2 Overzicht van tekort en overmaat aan stikstof, fosfaat en kali bij de hoofdgewassen

Dit werkblad hoort bij de schoolopdrachten 3.1, 4.1 en 5.1.

| | Gewas 1 | Gewas 2 | Gewas 3 |
|----------|---------|---------|---------|
| KALI | | | |
| tekort | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| overmaat | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| FOSFAAT | | | |
| tekort | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

| | Gewas 1 | Gewas 2 | Gewas 3 |
|----------|---------|---------|---------|
| overmaat | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| STIKSTOF | | | |
| tekort | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| overmaat | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Trefwoordenlijst

A

afrijping 48
afvalproducten 29
aluminium 51
ammoniakgas 30
ammoniakvervluchtiging 32, 57
antagonisme 70

B

basisch 86
Besluit gebruik dierlijke meststoffen 33
betacal 91
Bgdm 33
biologische landbouw 60
bitterzout 70
bladbemesting 82
bladgroen 55
bladsteeltjesonderzoek 64
blends 77
bodemleven 87
bodemverbeterende materialen 28

C

capillaire opstijging 60
celdeling 55
celstrekking 55
champost 28
chelaten 83
chilisalpeter 65
chloorarme kalimeststoffen 43
chloorhoudende kalimeststoffen 43
compost 28

D

denitrificatie 56, 58
diffusie 18
dissimilatie 15, 18
dragermoleculen 18
drinkwaternorm 40, 60

E

eiwitten 55
enzymen 38, 72
eutrofiëring 48

F

fertigatie 81
fixatie 51
forfait 34
fosfaatfixatie 51
fotosynthese 14

G

getalcode 79
gewasresten 28
GFT-compost 28
groenbemesters 28
grondanalyse 21
grondanalyseformulier 87

H

hoofdelementen 15
hormoon 72
hygroscopiteit 78

I

ijzer 51
immobilisatie 56, 59
injectie van ammoniak 81
ion 18

J

jeugdgroei 47

K

kali-antagonisme 41
kalifixatie 42
kaligetal 24, 45
kalk 85
kalkammonsalpeter 65
katalysator 72
kieseriet 70
kleihumuscomplex 20, 86
koolhydraten 15
koubont 70

L

legering 66
luxe consumptie 41

M

macro-elementen 15
magnesium 70
magnesium 65, 71
magnesium 70
massastroom 18
micro-elementen 15
microklimaat 55
MINAS 33
mineralen 16
mineralenaangiftesysteem 33
mineralisatie 29, 56, 59

N

neutraliserende waarde 86
nevenbestanddelen 65
nevenelementen 91
nitrificatie 56, 57, 66
nw 86

O

onderwerkverplichting 57
organische stof 88
osmose 18, 39

P

patentkali 43, 71
pH 86
polyfosfaat 51
Pw-getal 51

R

reparatiebekalking 88
rijenbemesting 52
ruwe kali 43

S

schimmelziekten 55
schurft 87
spoorelementen 15
startgift 61
stikstofbinding 60
stikstofvenster 65
streefniveau 24, 88
streeftraject 45
superfosfaat 51
symbiose 60

T

toedieningsmethoden 33
tripelsuperfosfaat 51

U

uitrijbeperking 32
uitspoeling 30, 60, 89

V

variatie in mestsoort 29
verliesnorm 34
verslemping 87
vervluchtiging 30
vinassekali 43

W

werkingscoëfficiënt 30
wortelgroei 47
wortelknolletjes 60

Z

zbw 86
zoutschade 40, 66
zuurbindende waarde 86
zuurgraad 86