

Vakblad voor de  
groenvoorziening  
16 maart 2006  
28<sup>e</sup> jaargang

6a

# Tuin&Landschap

**BODEM EN BEMESTING**



## COLOFON



Wendy Bakker  
Hoofdredacteur  
(071) 565 96 55



Jacqueline v. Wetten  
Bureauredacteur  
(071) 565 96 51



Ton Stolk  
Vakredacteur  
(071) 565 96 52



Jacob van Megen  
Vakredacteur  
(071) 565 96 53



Gerrie van Adrichem  
Vormgever  
(071) 565 96 47



Ferry Noordam  
Fotograaf  
(071) 565 96 74



Jack Glasbergen  
Vormgever  
(071) 565 96 75



Dennis Boogerd  
Scan-operator  
(071) 565 96 50

**Tuin&Landschap** is een tweewekelijkse uitgave van de Stichting Vakinformatie Sier-gewassen en Reed Business Information. ISSNnummer 01653350.

Schipholweg 1  
Postbus 9324, 2300 PH Leiden.  
Secretariaat (geen abonnementen):  
Linda Laman en  
Alice Hoogenboom  
T (071) 565 96 78  
F (071) 565 96 66  
E [tuinenlandschap@hortipoint.nl](mailto:tuinenlandschap@hortipoint.nl).

### Abonnementen

Inlichtingen en wijzigingen:  
T (0314) 35 83 58  
F (0314) 35 81 61

I [www.reedbusiness.nl](http://www.reedbusiness.nl)  
E [info@reedbusiness.nl](mailto:info@reedbusiness.nl)  
Abonnementsprijs per jaar €174,95  
(incl. 6% BTW).

Studenten en scholieren  
€122,45 (30% korting).  
Los nummer en abonnement in het  
buitenland krijgen een kleine toeslag  
voor extra portokosten.

Opzegging schriftelijk minimaal 4  
weken voor vervaldatum, te sturen  
aan Reed Business Information, t.a.v.

Klantenadministratie  
Postbus 4, 7000 BA Doetinchem.

Uw opgegeven gegevens kunnen  
worden gebruikt voor het toezenden  
van informatie en/of speciale aanbiedingen  
door Reed Business Information en  
speciaal geselecteerde

bedrijven. Indien u hier tegen bezwaar  
heeft, stuurt u een briefje naar Reed Business  
Information t.a.v. Adresregistratie  
Postbus 808,  
7000 AV Doetinchem.

Voor inhoudelijke vragen en opmerkingen  
en voor vragen aan externe auteurs kunt u  
contact opnemen met de redactie.

### Exploitatie

Reed Business Information  
Postbus 16500  
2500 BM Den Haag  
T (070) 441 56 90  
Uitgever: Geert van Oosterhout.

### Advertenties

F (070) 441 56 91  
Marc Klumper (commercieel manager)  
Dhierinder Ramcharan  
(account manager)  
T (070) 441 56 81  
Les Weijnenborg (verkoop)  
T (070) 441 56 65  
Michael Schröder (verkoop)  
T (070) 441 56 42.

### Marketing manager abonnementen

Jaap Smit, T (070) 441 56 48.

**Druk:** Senefelder Misset BV  
Doetinchem.

**HOI**  
2006  
**PRINT**

*Uitgeverij*  
**uitgeversverband**  
Groep vaktijdschriften

## INHOUD

### BODEM

- 6 DE OPTIMALE BODEM ALS GROEI-PLAATS  
*HET ORGANISCH VERBAND TUSSEN BODEM, BEMESTING EN BEGROEIING.*

- 10 EEN LEGIOEN MICRO-ORGANISMEN AAN HET WERK

### WATER EN LUCHT

- 14 HET NUT VAN WATER

- 17 HET NUT VAN LUCHT

- 18 DRAINAGE: DE BALANS TUSSEN WATER EN LUCHT

- 22 NATTE VOETEN IN HET OOSTERPARK  
*MET INGRIJPENDE MAATREGELEN DE ZUURSTOF- EN WATERHUISHOUDING HERSTELLEN*

- 26 EEN NATUURGRASVELD IS COMPROMISSIE SLUITEN

- 28 MAATREGELEN DIE STAGNEREN VAN WATER VOORKOMEN

- 30 MAATWERK DOOR BODEMANALYSE

### MESTSTOFFEN

- 32 ALLE ELEMENTEN ZIJN ONMISBAAR VOOR DE PLANT

- 36 LANGZAAMWERKENDE MESTSTOFFEN

- 37 COMPOST EN COMPOSTSOORTEN  
*VERTEERDE ORGANISCHE MATERIALEN VERBETEREN DE STABILITEIT VAN DE BODEM*

- 38 ORGANISCHE MESTSTOFFEN

- 40 BEMESTINGSADVIES VOOR EEN TUIN

- 42 CHEMISCHE PROCESSEN IN DE ACHTERTUIN

- 44 BEMESTINGSADVIES VOOR EEN SPORTVELD



# VOORAF

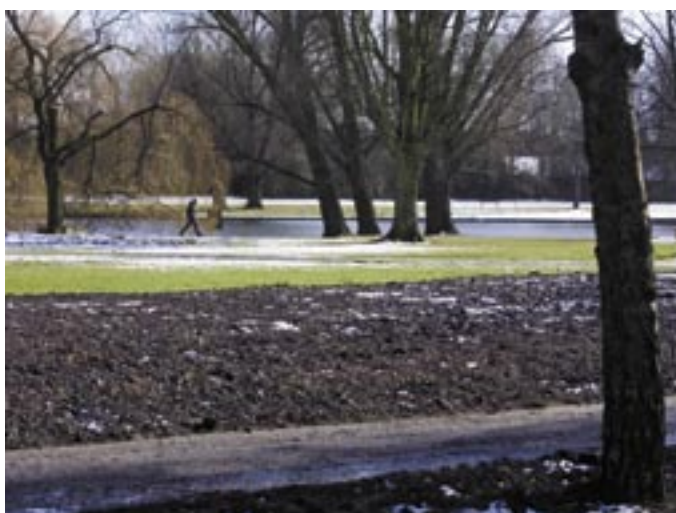
Elke tuin moet zo nu en dan worden bemest: planten „hebben voldoende voedingsstoffen nodig. U heeft de keus tussen organische mest of kunstmest”, zo begint in de tuincatalogus van Bakker uit Hillegom het hoofdstuk over bemesten. Nieuwe inzichten in de bodem en in bemesten maken echter duidelijk dat kiezen tussen organische mest of minerale mest een te eenvoudige voorstelling van zaken is. De lucht-waterbalans in de bodem, de structuur, de pH-waarde, het bodemleven, de bewerking en het bodemgebruik zijn zeker zo belangrijk. Een goede grond is een samenspel van al deze factoren. En de plant vaart daar wel bij.

Sinds 1 januari 2006 is er ook een nieuwe mestwetgeving op aandringen van de Europese Commissie omdat Nederland niet voldeed aan de Europese nitraatrichtlijnen. Overmatig gebruik van nitraat brengt schade toe aan het milieu. Deskundigen verwachten dat de mestwetgeving in de toekomst ook gevolgen heeft voor de groenvoorziening.

De visie dat bodemfactoren niet afzonderlijk bekeken kunnen worden, is steeds meer gemeengoed onder cultuurtechnici, bodemadviseurs, groenbeheerders en meststoffabrikanten. Dit blijkt onder meer uit de opdracht die de Branchevereniging Sport en Cultuurtechniek heeft gegeven aan Plant Research International (PRI) in Wageningen, om te kijken naar de manier waarop het bodemleven van invloed is op de kwaliteit van sportvelden. Helaas kon Tuin&Landschap nog niet over de uitkomsten van het onderzoek beschikken. Deze worden op 11 april tijdens een symposium gepresenteerd. De uitkomsten van dit onderzoek zullen we u zeker niet onthouden.

In dit themanummer besteedt Tuin&Landschap aandacht aan alle bodemonderdelen: groeivoorwaarden, soorten bodemleven, de water- en zuurstofhuishouding, drainagesystemen, bewerkingsmethoden en de werking en toepassing van meststoffen. Twee deskundigen hebben een bodemanalyse opgesteld voor een tuin en een sportveld en geven daar een toelichting op.

Bodem en Bemesting is het eerste themanummer van 2006. Er volgen er nog drie: Ontwerpwedstrijd (nr. 12), Tuin van het Jaar 2006 (nr. 21) en Eikensortiment (nr. 24).





## DE OPTIMALE BODEM ALS GROEIPLAATS

GENERALISEREN OVER GROND KAN NIET. SPREKEN VAN DE MEEST OPTIMALE BODEM IS DAAROM ONMOGELIJK. PLANTEN GROEIEN IN DE ENE BODEM BETER DAN DE ANDERE. WEL IS ER SPRAKE VAN EEN OPTIMALE BODEMSITUATIE PER PLANTENSOORT. HET AANTAL FACTOREN DAT HET OPTIMUM BEPAALT VOOR PLANTEN IS GROOT.

TEKST Ton Stolk / BEELD Ton Stolk en WUR Lelystad



Hoogveen bestaat uitsluitend uit halfvergane plantenresten.

Voor het welslagen van beplantingen is kennis van grondsoort, bodemstructuur en bodemleven van wezenlijk belang. Anders gezegd, er is inzicht nodig in de fysische, chemische, fysiologische en biologische aspecten van een bodem als groeiplaats. Onder beplantingen wordt hier de volle breedte bedoeld, dus van grasveld (gazon), via kruidachtigen en struiken tot bomen. En met bodem is hier het uit los materiaal bestaande, allerbovenste deel van de aard-

korst bedoeld. Het bodemkundig inzicht gaat daarom over het algemeen niet dieper dan tot waar dat voor de wortelvorming van beplanting of vegetatie van belang is.

### Grondsoorten

Om te beginnen bestaat de bodem van Nederland uit verschillende grondsoorten. De bodemkundige kaart van Nederland onderscheidt er zes, en wel: oude

### Bodemmaterialen

**Zand** (voornamelijk kwarts kristallen) bestaat uit vrij grove korrels: bij fijn zand ligt de korreldiameter voor de zandfractie tussen 50 en 210  $\mu\text{m}$  (0,05-0,21 mm); bij grof zand zijn de korrels 210 en 2.000  $\mu\text{m}$  (0,21-2,0 mm) groot. Boven de 2.000  $\mu\text{m}$  wordt gesproken van grind. Fijne zandgronden bevatten minder dan 8% lutum (kleideeltjes kleiner dan 2  $\mu\text{m}$ ) en minder dan 50% leemfractie.

Door de vrij grove korrels van zand zijn er ook grote poriën. Hoe grover de zandgrond, hoe makkelijker neerslag erin wegzakt. Wel zijn de fracties van lutum en leem van invloed op de waterdoorlatendheid van zandgronden.

**Klei** is heel fijn bodemmateriaal. De korreltjes – in feite plaatjes – van de kleifracie hebben afmetingen van 10-1  $\mu\text{m}$  (0,01-0,001 mm). Het deel

kleiner dan 2  $\mu\text{m}$  heet lutum. Er wordt van kleigrond gesproken als de bodem uit 8% of meer lutum bestaat.

De poriën in klei zijn heel klein, waardoor water er moeilijk in wegzakt. De hoeveelheid lutum bepaalt de waterdoorlatendheid en het vermogen om water vast te houden. In de natuur is klei bijna altijd vermengd met grovere minerale delen. Pure klei houdt in de winter te veel water vast, waardoor planten erin veel te nat staan en de wortels door luchtgebrek verstikken. Om deze reden is pure klei nauwelijks geschikt voor beplantingen.

**Leem**, en ook löss, is door de wind afgezet na de laatste ijstijd. Leem is fijner dan zand, maar grover dan klei. De korrelgrootte ligt tussen 50 en 10  $\mu\text{m}$  (0,05-0,01 mm). Ook een leemgrond bestaat bijna altijd uit een mix met grover

mineraal materiaal en humus. In leemgronden zijn de poriën klein. Regenwater wordt er aanzienlijk beter in vastgehouden dan in zand. Planten verdrogen niet snel op deze grondsoort. Voedingselementen (mineralen) spoelen in een dergelijke bodem niet snel uit doordat ze, net als bij klei, aan de fijne korrels gebonden zijn.

**Veen** bestaat als grondsoort niet uit korrels, maar uit halfverrotte plantenresten. Veen houdt water vast en werkt als een spons. Onderscheid wordt gemaakt tussen laag- en hoogveen. De laatste is voedselarm veenmosveen dat bij zijn ontstaan volledig gevoed is door regenwater. Laagveen is onder invloed van grondwater ontstaan en is veelal voedselrijker. Vaak bevat laagveen een aanzienlijk bestanddeel klei als gevolg van overstromingen.

zeekleigronden, leemgronden, zeekleigronden, jonge rivierkleigronden, veengronden en zandgronden. Het meervoud -gronden bij iedere grondsoort geeft al aan dat een meer gedetailleerde bodemkaart een veel grotere verscheidenheid aan grondsoorten toont.

De basisstoffen voor al die grondsoorten, behalve veengrond, zijn van minerale oorsprong. Dat zijn klei, leem (löss) en zand. Daarnaast is er nog het organisch materiaal als basismateriaal van veengronden (zie kader: Bodemmateriaal). De verhouding waarin de verschillende basisstoffen aanwezig zijn in een bodem, bepaalt het karakter van een bodem.

Daarnaast bevatten bijna alle minerale bodems een hoeveelheid organisch materiaal (humus) van afgestorven plantendelen. Deze plantenresten worden in de bodem door het bodemleven omgevormd en afgebroken. Hier gaat het naast het microbiologisch bodemleven ook om de activiteit van wormen die de ruwe plantenresten in de bodem brengen.

### Zuurgraad van de bodem

Voor de plantengroei zijn de fysische en chemische eigenschappen van de grondsoorten van groot belang. Op de eerste plaats draait het in een bodem om de zuurgraad, de pH die meestal wordt aangegeven als pH-KCl (zie: Zuurgraad, pag. 7). Op gronden met een te lage of te hoge zuurgraad kunnen planten in hun blad gebrek-



Door bodemleven ontstaat een betere, kruimelige bodemstructuur.



# DE OPTIMALE BODEM ALS GROEIPLAATS



Een eerste beoordeling van de bodemstructuur begint met een bodemprofiel.

verschijnselen vertonen. In welke mate dit gebeurt, heeft naast het waterstofbindend vermogen van klei- en humusdeeltjes, ook te maken met de grondsoort. Technisch gezien zijn heel lichte gronden voor de meeste gewassen goed bruikbaar vanaf een pH-waarde van ongeveer 4,6. Ter vergelijking; voor zware klei ligt die grenswaarde bij een pH van ongeveer 6,5 (zie kader Zuurgraad).

Planten willen niet goed groeien of groeien slecht als de pH van de bodem niet geschikt voor ze is (zie kader Plantenvoeding en pH). Dat heeft alles te maken met de beschikbaarheid van voedingselementen (mineralen) voor planten. De pH bepaalt namelijk hoe die mineralen zich in de grond gedragen. Onder invloed van de zuurgraad gaan sommige van die mineralen over in een verbinding die niet meer opneembaar is voor planten. Als gevolg lijdt de plant gebrek, ofschoon de mineralen nog wel in de bodem zitten.

Verhogen van de pH, dus de grond minder zuur maken, kan op twee manieren: door kalk te strooien en door bodembewerking. Kalk bindt de vrije waterstofionen aan bodemdeeltjes. Dat brengt de pH omhoog. Bovendien verbetert bekalken de bodemstructuur. Door bodembewerking kan gevormd koolzuurgas be-

ter ontsnappen. De poriën vullen zich weer met lucht en de grond droogt beter op.

## Beoordeling bodemstructuur

De bodemstructuur bestaat uit de samenhang van gronddeeltjes en wordt bepaald door de aanwezige mineralen en het humusgehalte. De feitelijke samenstelling van een bodem kan door meting – onder meer afzeven van de verschillende maten aan gronddeeltjes – worden vastgesteld. Het bepalen van de structuur van een bodem gebeurt echter vooral visueel.

Een beoordeling van de bodemstructuur begint bij de verkruiemeling van de grond. Gunstig is een 50/50-verdeling in grotere en kleinere korrels (groter en kleiner dan 2 mm). De korrels zijn bij voorkeur rond van vorm en kennen poreuze delen (ruw en brokkelig). Hoekige en dichte delen wijzen meestal op een slechte structuur. Ook de binding van de deeltjes onderling zegt het een en ander over de structuur. Valt een grond tussen de vingers makkelijk uiteen dan is er een losse structuur; gaat dat niet makkelijk dan is de bodem te verdicht en dus de structuur slecht.

Ook de beworteling van planten vormt een indicatie voor de structuur. Is de beworteling fijn en regelmatig dan duidt dit op voldoende structuur, zeker op zwaardere gronden. Een grove, onregelmatige of ondiepe beworteling duidt op een mindere tot

slechte structuur. Slempegevoeligheid is een gevolg van slechte structuur in de bodem. Versmering kan tijdens bodembewerking ontstaan en betekent een verslechtering van de structuur.

## Bodemleven

Een doorgaans slecht belicht aspect van een bodem is de biologie. Bedoeld wordt hiermee het bodemleven. Dat begint met de in en op de bodem levende dieren, zoals: mollen, muizen, mieren, pissebedden, duizendpoten, springstaarten en wormen. Maar in een gezonde bodem is er ook volop microbiologisch leven van schimmels, bacteriën, eencellige protozoa (oerslijmduertjes) en aaltjes.

Gezamenlijk vormt dit bodemleven een netwerk waarvan beplantingen profiteren. Een gezond gewas heeft namelijk meer nodig dan alleen de voedingselementen N, P en K. Het micro-biologisch bodemleven voegt hieraan essentiële zaken toe: het onderdrukt ziektes, legt voedingselementen vast of maakt ze juist beschikbaar, levert groeistimulerende plantenhormonen, zorgt voor een betere grondstructuur en breekt ruw organisch materiaal af.

De mate van kolonisatie van de bodem door dit microleven en de balans hierin bepalen, samen met de chemische bodemvruchtbaarheid, de groeiomstandigheden van beplantingen. Met bodembiochemische analyses is vast te stellen hoe het met het bodemleven in een groeiplaats voor planten gesteld is. ■

## Zuurgraad

De zuurgraad van een bodem – aangeduid als pH-waarde in een schaal van 0 tot 14 – is de maat voor de concentratie vrije waterstofionen (H<sup>+</sup>) in een bodem. Hoe meer van die ionen in de grond voorkomen, hoe zuurder deze is en hoe lager de pH-waarde. Een bodem met

weinig waterstofionen heet basisch of alkalisch. Een pH 7 is het neutrale keerpunt tussen zuur en alkalisch. Er zijn twee methoden die in de praktijk worden gebruikt om de pH te bepalen: de pH-water (H<sub>2</sub>O) en de pH-kaliumchloride (KCl). De pH-water wordt geme-

ten door water aan de grond toe te voegen. Gemeten worden de vrije H<sup>+</sup>-ionen, maar niet de ionen die aan de klei- en humusdeeltjes zijn gebonden. Kaliumchloride maakt ook de gebonden H<sup>+</sup>-ionen vrij, waardoor de waarde van pH-KCl gemiddeld 0,7 lager uitkomt.

Classificatie	Zand	Zandleem	Leem	Klei
Zeer zuur	<4,0	<4,5	<5,0	<5,5
Laag	4,0-4,5	4,5-5,5	5,0-6,0	5,5-6,4
Tamelijk laag	4,6-5,1	5,6-6,1	6,1-6,6	6,5-7,1
Gemiddeld	5,2-5,6	6,2-6,6	6,7-7,3	7,2-7,7
Tamelijk hoog	5,7-6,2	6,7-6,9	7,4-7,7	7,8-7,9
Hoog fysisch	6,3-6,8	7,0-7,4	7,8-8,0	8,0-8,1
Zeer alkalisch	>6,8	>7,4	>8,0	>8,1

Vergelijking pH-waarden in verschillende grondsoorten. pH-KCl

## Plantenvoeding en pH

Bij een niet-geschikte pH zullen planten niet goed groeien. Dat heeft alles te maken met de opneembaarheid van voedingselementen. Bij een bepaalde zuurgraad vormen sommige elementen andere verbindingen, waardoor die niet of moeilijk opneembaar zijn voor planten. Dat leidt dan tot gebrekverschijnselen. De meest voorkomende problemen zijn:

### Bij te lage pH

- gebrek aan fosfor (P). Dit bemmert de jeugdgroei;

- gebrek aan magnesium (Mg);
- gebrek aan molybdeen (Mo) (vooral in potgrond);
- overmaat aan mangaan (Mn), aluminium (Al) en ijzer (Fe), waardoor vergiftiging van de plant mogelijk is als gevolg van een te grote opname van deze elementen;
- meer uitspoeling van kalium (K) en magnesium (Mg);
- op kleigronden veroorzaakt een laag calciumgehalte een slechte bodemstructuur;
- algemene remming van het bodemleven.

### Bij te hoge pH

- alle gebreksziekten. Mogelijk zijn gebrek aan: ijzer (Fe), mangaan (Mn), borium (B), koper (Cu) en zink (Zn);
- afbraak van organische stof. Humus wordt bij een hoge pH in versneld tempo afgebroken. Vooral op lichte zandgronden doet zich dit probleem voor. In het algemeen geldt dat gewassen minder schade ondervinden van een te lage pH naarmate het humusgehalte in de bodem hoger is.

## EEN LEGIOEN MICRO-ORGANISMEN AAN HET WERK

EEN BODEM BESTAAT UIT MEER DAN DODE ORGANISCHE EN ANORGANISCHE MATERIALEN. EEN BODEM LEEFT, AL ZIEN WE DAT NAUWELIJKS. EEN HEEL LEGIOEN AAN MICRO-ORGANISMEN BEVOLKT DE BODEM EN ZORGT ER CONTINU VOOR OMZETTING VAN ORGANISCHE MATERIALEN IN OPNEEMBARE MINERALEN.

TEKST Ton Stolk / BEELD Jaap Bloem en Ron de Goede, Alterra



Analyse van het bodemleven kan niet zonder microscoop. De micro-organismen zijn anders niet te inventariseren.

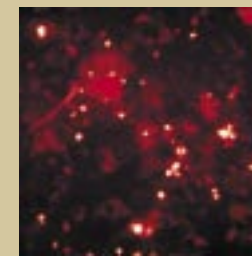
In het nieuwe land Australië verlangden de aan tradities hangende Engelsen in de 19<sup>e</sup> eeuw naar een kerst met een kerstboom in huis. De introductie van fijnsparren verliep moeizaam. Vanaf 1850 zijn in Australië meerdere pogingen gedaan om kerstbomen uit zaad op te kweken. Vergeefs, zo meldt de Wageningse emeritus hoogleraar Roelof Oldeman in een voorwoord van een boekje over microfarming. De zaailingen stierven telkens af. Pas toen iemand een kerstboom met kluit invoerde, lukte het kiemplanten vlakbij die boom in leven te houden. Aan het einde van de 19<sup>e</sup> eeuw ontdekte men dat bomen samen met schimmels leven. Met de fijnspar met kluit kwamen ook zijn mycorrhiserende schimmels

Australië binnen. Oldeman beschreef de problemen rond de introductie van de fijnspar in Australië om aan te geven hoe belangrijk het juiste bodemleven voor hogere planten is.

### Blad laten liggen

Van aanzienlijk recenter datum is een bericht uit het Leidsch Dagblad. De krant meldt op 15 februari 2006 dat 25 monumentale bomen in de Leidse Hortus het komende decennium dreigen af te sterven. Het gaat om bomen die deels in de 18<sup>e</sup> en 19<sup>e</sup> eeuw zijn aangeplant. Blikvangers hiervan zijn: een treurbeuk, een vleugelnoot en een honingboom.

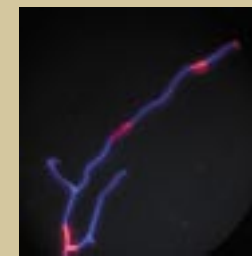
Tuinbaas Theo Houthoff geeft in de krant aan dat de ►



### Bacteriën

Bacteriën zijn eencellige organismen die alleen zichtbaar zijn met een microscoop. In de bodem hebben de vele soorten bacteriën uiteenlopende functies: omzetting van organisch materiaal; slijmvorming voor de bodemstructuur; en binding van stikstof. Bacteriën zitten vooral rond plantenwortels: per are tot ruim 100 kg. Bij de omzetting van organisch materiaal

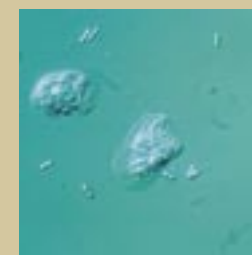
komen mineralen vrij, die deels door de bacteriën worden benut en deels door planten kunnen worden opnemen. Bij een minder zure grond neemt de bacterieactiviteit toe. Te sterk bekalken kan een negatieve invloed hebben op het organischestofgehalte van een grond omdat de bacteriën dan te veel organisch materiaal afbreken.



### Schimmels

Naast bacteriën zijn schimmels belangrijke bodemvormende organismen in een grond. Schimmels groeien in meercellige draden van enkele centimeters tot enkele meters lang. Per are komen tot zo'n 100 kg aan schimmeldraden voor. Schimmels kunnen beter tegen zuur dan bacteriën en nemen toe bij een lagere pH. Vrijwel alle schimmels leven van dode planten, bestaande uit cellulose en lignine. Een beperkt aantal schimmels breekt lignine af, waardoor stabiele humus

ontstaat. Ook zijn er schimmels die de plant (wortels) ingroeien en door afgifte van voedingselementen (fosfor en stikstof) de groei van de plant stimuleren, dit in ruil voor koolhydraten die ze door gemis aan bladgroen zelf niet kunnen produceren. Uitzonderingen zijn onder meer: Pythium, Fusarium en Verticillium. Zij tasten de groei van planten aan of kunnen hen zelfs doden. Ook zijn er schimmels die aaltjes doden.



### Protozoën

De eencellige protozoën voeden zich vooral met bacteriën en schimmels. Ze leven in een dunne waterfilm rond bodemdeeltjes. Wanneer er voldoende vocht is kunnen ze groeien en zich vrij bewegen. In een gezonde bodem leven tot 4 kg van deze eencellige diertjes per are. Protozoën hebben twee belangrijke functies. Enerzijds remmen ze de ontwikke-

ling van het aantal schimmels en bacteriën. Anderzijds maken ze bij het verteren van de schimmels en bacteriën voedingsstoffen vrij – vooral stikstof en fosfor – die eerder door bacteriën en schimmels zijn opgenomen. Die voedingselementen komen zo weer vrij voor opname door planten.



# EEN LEGIOEN MICRO-ORGANISMEN AAN HET WERK

bomen gespecialiseerd onderhoud behoeven: uitdunnen, snoeien en bemesten. Enkele jaren geleden is de bodem rond de bomen belucht, zodat de wortels weer kunnen groeien. Nieuw voor Houthoff is het laten liggen van blad onder de bomen: „Vroeger harkten we de bladeren allemaal weg, waardoor de Hortus er strak en schoon uitzag. De grond is hierdoor echter heel schraal geworden en zo hard als beton. Het blad mag nu achter hekjes blijven liggen en zorgt zo voor een natuurlijke bemesting en een rijker bodemleven.”

## Verhogen bodemkwaliteit

Oldeman en de Leidse tuinbaas Houthoff zien beide de voordelen van het activeren van het bodemleven. Dat activeren lukt alleen als er voldoende organisch materiaal is, zoals van mest, gewasresten en groenbemesters. Dat wordt door het bodemleven – en dan vooral door enorm grote aantallen bacteriën en

schimmels – afgebroken tot door planten opneembare mineralen. Maar bacteriën en schimmels vormen niet het enige leven in een bodem, al zijn ze wel het talrijkst in aantal soorten en hun totaalgewicht.

In praktisch elke bodem zit allerlei bodemleven en dan vooral in de bovenste 20-30 cm. We kunnen dat leven alleen niet zomaar zien, omdat het hoofdzakelijk om microscopisch kleine organismen gaat, zoals: stikstofbindende bacteriën (al dan niet vrij levend), protozoën (eencellige organismen) en nematoden (aaltjes). Dan zijn er nog mijten (spinachtigen), springstaarten, wormen en mollen. Gezamenlijk vormt dit bodemleven een compleet ecosysteem dat men ook wel als voedselweb aanduidt, want in dit ecosysteem is het net als bovengronds een kwestie van eten en gegeten worden. Maar uiteindelijk is het hele systeem van bodemleven gericht op afbraak van organisch materiaal, met daarnaast nog een aantal nevenfuncties, zoals:

- opbouwen van organische stof die slechts traag wordt afgebroken (stabiële humus);
- opbouwen van een goede bodemstructuur;
- losmaken van een te dichte grond door het graven van gangen;
- mengen van organische materiaal en anorganische bodemdeeltjes;
- vormen van slijmstoffen die de bodemdeeltjes aan elkaar kitten;
- beperken van te grote aantallen ziekteverwekkende organismen.

Met al hun activiteiten zijn bacteriën, schimmels en de andere bodemorganismen van zeer groot belang voor de bodemvormende processen, het vrijmaken van mineralen en de gezondheid van in de grond groeiende hogere planten.

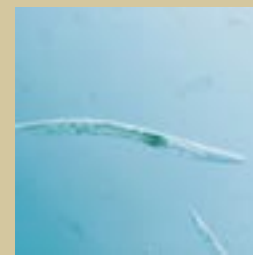
## Grote biodiversiteit

Gezien de hoeveelheid leven in de bodem is er sprake van een enorme biodiversiteit. De verscheidenheid aan leven is er zelfs aanzienlijk groter dan we bovengronds kennen aan hogere planten en dieren. Toch is het bodemleven lange tijd over het hoofd gezien en was er nauwelijks aandacht voor. Oldeman wijt dit aan het feit dat na de ontdekking van het microscopisch leven – en dan met name dat van bacteriën – de aandacht hiervoor in medisch vaarwater is terechtgekomen. Bacteriën zijn daarmee volledig in het domein van ziekteverwekkers geplaatst, ook die in de bodem.

Voor onze gezondheid moesten we alle bacteriën doden, veronderstelde men. In het verlengde van dit inzicht kon een stuk land alleen gezond zijn zonder bacteriën en andere veroorzakers van ziekten en plagen. Dus moest ook het bodemleven worden bestreden. Want daar kwam toch alleen narigheid van. ■



Een goede strooisellaag versterkt in hoge mate het bodemleven.



## Nematoden

Hun schadelijk effect in land- en tuinbouw heeft de nematoden of aaltjes heel bekend, zo niet berucht gemaakt. Toch is het merendeel van de aaltjes in de grond onschuldig. Aaltjes zijn meercellige diertjes die meestal minder dan een millimeter lang zijn. Het is gebruikelijk dat er in een vierkante meter grond tien tot twintig miljoen aaltjes voorkomen. Ze leven vooral bovenin de grond. Die miljoenen aaltjes komen overeen met zo'n 0,5 kg biomassa per are.

Er worden een aantal groepen aaltjes onder-

scheiden op basis van waarmee ze zich voeden. Zo zijn er aaltjes die leven van planten, schimmels, bacteriën, algen of insecten. Sommige aaltjes zijn schadelijk voor de plant omdat ze sappen uit plantenwortels zuigen en gelijktijdig virussen kunnen overbrengen.



## Springstaarten

Springstaarten zijn kleine insecten die in grote aantallen en in veel soorten in de bodem voorkomen. Per are kan hun aantal oplopen tot 0,065 kg. De bekendste springstaart is die in bloempotten bij het watergeven opspringt. Een deel van de springstaarten kruipt door bestaande gangen in de grond. De meeste springstaartsoorten leven van schimmels. Daarnaast

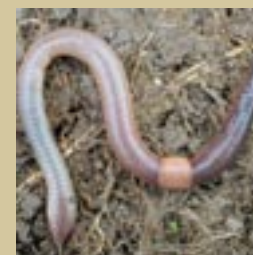
zijn er ook springstaarten die zich voeden met plantenresten, bacteriën, en mest. Bij de afbraak van deze organische materialen komen koolzuur, water en mineralen (onder meer stikstof en fosfor) vrij. Een aantal soorten neemt ook minerale gronddeeltjes (klei en zand) tot zich. In hun darmen binden ze de humus aan de gronddeeltjes. Zo ontstaat stabiële humus.



## Mijten

Net als springstaarten zijn mijten – spinachtige geleedpotige dieren, te vergelijken met spint op planten – in grote aantallen in de bodem aanwezig. In de strooisellaag en in grasland bereiken ze hun hoogste aantallen, tot zo'n 0,05 kg biomassa per are. Voor veel soorten mijten zijn organische materialen en mest de belangrijkste voedselbronnen. Er zijn ook mijten die van schimmels en

bodemdieren als springstaarten en aaltjes leven. Deze roofmijten zijn van belang voor het ecologisch evenwicht in het bodemleven en voor het transport van bacteriën en schimmels door de grond.



## Wormen

De aanduiding wormen geldt voor twee groepen: potwormen en regenwormen. Potwormen zijn kleine, witte wormen (4-40 mm lang) die in grote aantallen in de grond, de strooisellaag of compost leven. Regenwormen zijn veel groter, de grootste soort wordt tot 30 cm lang. Regenwormen bereiken in voedselrijke grasvegetaties hun hoogste dichtheden (tot 500 exemplaren per vierkante meter of 40 kg per are) en hun grootste soortenrijkdom.

Potwormen leven bij een veel lagere pH-waarde dan regenwormen en nemen daar de rol van regenwormen over. Zowel potwormen als regenwormen hebben een gunstige invloed op de humusopbouw omdat ze met

de plantenresten ook grond opnemen. In het darmkanaal worden humus en gronddeeltjes aan elkaar gebonden tot stabiële humus. Regenwormen zijn in staat om vrij grove plantenresten de grond in te trekken en te verteren.

De invloed van de verschillende wormen is niet dezelfde, maar wel bijna altijd positief. Twee voorbeelden: rode wormen breken mest en plantenresten af en voorkomen zo vervuiling van de graszode. Grauwe wormen eten zich door de grond heen, bevorderen de bodemstructuur en zorgen voor stabiële humus wat de bodemvruchtbaarheid op lange termijn bevordert.



# HET NUT VAN BODEMWATER

WATER IS ALS OPLOSMIDDEL EN IONENBEGELEIDER ONMISBAAR IN DE BODEM. DE EIGENSCHAPPEN VAN DE GROND ZORGEN ERVOOR DAT HET WATER DEZE FUNCTIES GOED KAN VERVULLEN.

TEKST / BEELD Ernst Bos, IPC Groene Ruimte in Arnhem

Alle minerale voedingselementen worden door de plant als opgelost ion opgenomen uit het bodemvocht. Het water weekt de aan de gronddeeltjes gebonden voedingsstoffen los en transporteert de voedingsstoffen daarna naar de wortelzone zodat de plant er met zijn wortels bij kan. Daarmee is water het oplosmiddel van voedingsstoffen en fungeert het tevens als transportmiddel in de plant.

Ook voor de afbraak van organische stof is water nodig. De meeste bodemorganismen functioneren niet in een droge grond. De micro-organismen, die de laatste stappen in mineralisatie van organische stof verzorgen, leven in een dun waterfilmpje rondom de bodemdeeltjes.

Daarnaast is water ook een bindende factor tussen de bodemdeeltjes. Op kaal gespeelde, zandige trainingsvelden is dat goed zichtbaar. Bij aanhoudende droogte worden sportvelden rul en instabiel. Beregening kan zo'n veld weer bespeelbaar maken.

## Grondwater

Het water in de Nederlandse bodem is voornamelijk afkomstig van neerslag. Een deel van de neerslag

blijft door capillaire binding hangen in de wortelzone (zie kader: Water in verschillende bodemzones). Het is in die zone beschikbaar voor de plant, mits het niet aan de gronddeeltjes is gebonden. Water dat niet wordt opgenomen door de plant zakt, onder invloed van de zwaartekracht, naar het grondwater. Als het grondwater niet te diep zit, kan in droge perioden het vochttekort worden aangevuld vanuit het grondwater.

Het capillair gebonden water (bodemvocht) kan niet, zoals grondwater, vrij bewegen, maar wordt verplaatst door de capillaire krachten. Deze capillaire krachten zijn te vergelijken met zuigkrachten en werken in alle richtingen. De capillaire werking bestaat uit een combinatie van aantrekking tussen de watermoleculen en de bodemdeeltjes (adhesie) en de watermoleculen onderling (cohesie).

De adhesiekracht neemt toe naarmate de grond droger wordt. Het verschil in bindingskracht of zuigkracht zorgt ervoor dat het water in de grond zich verplaatst. Op het moment dat het water uit de grond verdampst of dat het door de plantenwortels wordt opgenomen, neemt op die plaats de bindingskracht toe en wordt het vocht aangetrokken. Daarna

ontstaat een kettingreactie, waarbij bodemvocht wordt verplaatst.

## Beschikbaarheid

Planten moeten over voldoende water beschikken. Ze moeten het vochtverlies dat ontstaat door verdamping en transpiratie, telkens aanvullen. Hiervoor is niet de absolute hoeveelheid water in de bodem van belang, maar de beschikbaarheid ervan. Als water te sterk aan de grond is gebonden, is het niet beschikbaar voor planten. De kracht waarmee het water door de gronddeeltjes wordt gebonden verschilt per grondsoort. Uit de zogenoemde vocht karakteristiek (zie kader) van de verschillende grondsoorten is af te leiden hoeveel water beschikbaar is bij een bepaalde bindingskracht.

## Capillaire stijging

Om het watertekort in de wortelzone voldoende aan te kunnen vullen, mag het grondwater niet te diep zitten. Hoe diep, is afhankelijk van de grondsoort en de verdampingssnelheid. In kleigrond kan de capillaire stijging bijvoorbeeld oplopen tot 2 m boven het grondwater, maar door de kleine poriën gaat het transport van water langzaam. In leemarm zand is de aanvoer sneller, maar de stijghoogte slechts 0,20-0,25 m. Elke grondsoort heeft zijn eigen karakteristieke stijghoogte (afstand tussen grondwater en wortelzone) bij een bepaalde verdampingssnelheid (zie kader Capillaire stijging).

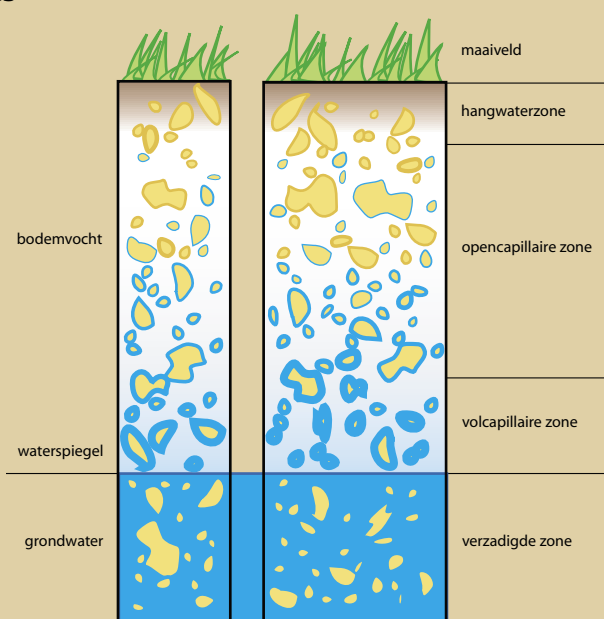
## Storende lagen

Voor een goede waterhuishouding is een gelijkmatig, ongelaagd bodemprofiel in het algemeen gunstig voor zowel de aanvoer als de afvoer van water. Door een gelaagde bodemopbouw kan het capillaire watertransport stagneren. Een dichte laag (nauwere poriën) vertraagt het watertransport. Een laag met grind of grof zand (wijdere poriën) zorgt ervoor dat zowel de afvoer als aanvoer van water stagneert. Een grindlaag om de drainage te verbeteren werkt meestal averechts. De waterafvoer uit de bovengrond begint pas als deze laag oververzadigd is en stopt als de verzadiging is opgeheven. De grote poriën tussen het grind ontwikkelen te weinig zuigkracht om meer water uit de bovenlaag te trekken. Er is sprake van een capillaire breuk. De bovengrond blijft daardoor langdurig te nat. Het grind kan wel helpen om bij extreme neerslag het overtollige water versneld af te voeren. Ook het opwaartse watertransport stagneert bij de grindlaag. ■

## Water in verschillende bodemzones

De grondwaterzone is volledig verzadigd. De grondwaterzone kent verschillende stijghoogten waardoor de grondwaterspiegel kan variëren.

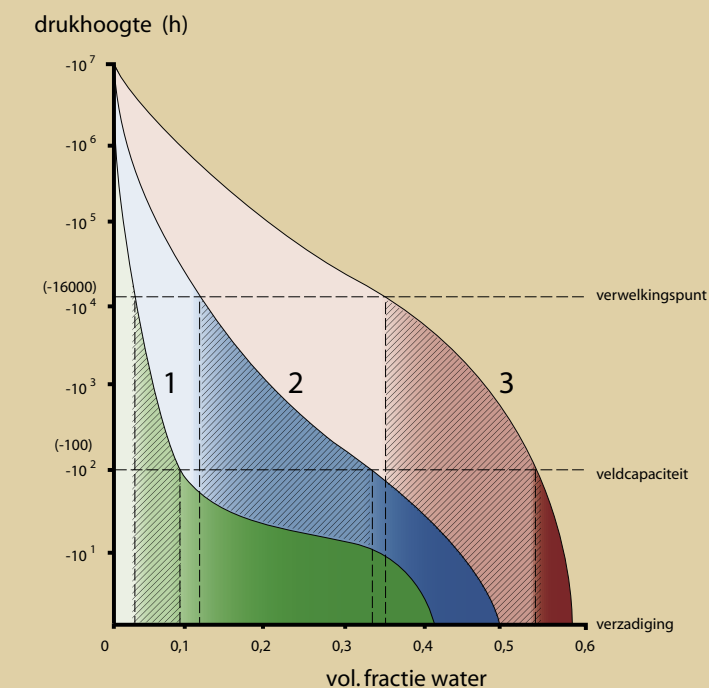
In de bodemvochtzone is het water capillair gebonden. De bodemvochtzone is onder te verdelen in verschillende zones. In de hangwaterzone blijft neerslagwater hangen door capillaire binding. In de opencapillaire zone zijn de kleinere poriën gevuld met water, de grotere met lucht. En in de volcapillaire zone, vlak boven de waterspiegel, zijn vrijwel alle poriën, ook de grotere, gevuld met water.



## Vocht karakteristiek

De zogenoemde vocht karakteristiek van verschillende grondsoorten geeft aan hoeveel water beschikbaar is bij een bepaalde bindingskracht. De drukhoogte h (in cm) geeft de kracht aan waarmee de grond het water bindt. Bij het verwelkingspunt (h = -16.000 cm)

is de bindingskracht van de grond groter dan de zuigkracht van de plant. Op veldcapaciteit (h = -100 cm) bevat de grond de maximale hoeveelheid capillair gebonden water (vergelijkbaar met een uitgelekte spons na verzadiging).



	verzadiging (h=0) vochtgehalte (vol.fractie)	<-----> vochtverlies door uitlekken (vol.fractie)	veldcapaciteit (h=-100) vochtgehalte (vol.fractie)	<-----> beschikbaar vocht (vol.fractie)	verwelkingspunt (h=-16.000) vochtgehalte (vol.fractie)
1. zand	0,41	0,32	0,09	0,07	0,02
2. zwavel	0,50	0,17	0,33	0,23	0,10
3. komklei	0,58	0,07	0,51	0,16	0,35

Als het grondwater buiten het bereik van de wortels ligt, is de hoeveelheid vocht die voor de plant beschikbaar is het verschil in vochtpercentage tussen veldcapaciteit en verwelkingspunt. In het algemeen geldt: hoe kleiner de poriën, hoe groter de bindingskracht (capillaire werking). Bij komklei, zeer zware klei

met een hoog lutumpercentage (lutum = kleideeltjes kleiner dan 2 µm) treedt al verwelking op als de grond nog 35% vocht bevat. Zandgrond bevat op het verwelkingspunt maar 2% water. Overigens wordt de groei al sterk geremd voordat het verwelkingspunt is bereikt.

## Capillaire stijging

De tabel geeft de relatie weer tussen grondsoort, maximale capillaire stijghoogte en de kritieke stijgafstand bij een

verdamping van 2 mm per etmaal. De kritieke stijgafstand is de afstand van het grondwater tot de wortelzone.

Grondsoort	Maximale capillaire stijghoogte (m)	Kritieke stijgafstand bij verdamping 2 mm/etmaal (m)
grof zand	0,20	0,20
matig grof zand	0,40 - 0,60	0,30
fijn zand	0,70 - 1	0,70 - 0,90
zandige klei	1 - 2	1,20 - 1,80
zware klei	1,50 - 3	0,30 - 0,80



# HET NUT VAN LUCHT IN DE BODEM

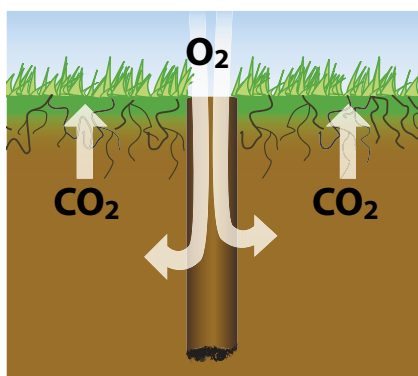
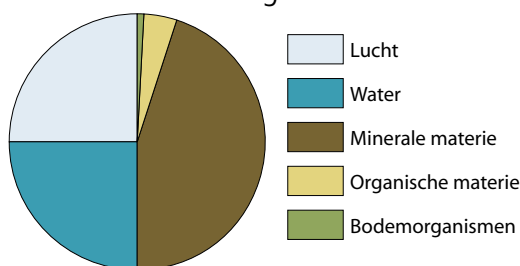
ZONDER ZUURSTOF IS ER GEEN LEVEN. DIT GELDT ZOWEL BOVEN ALS ONDER HET MAAIVELD. HOEWEL ER ORGANISMEN ZIJN DIE ZONDER ZUURSTOF FUNCTIONEREN, LEGGEN DE MEESTE BIJ GEBREK HET LOODJE. OOK DE PLANT.

TEKST Wendy Bakker / BEELD Jack Glasbergen

Een grond waarin de plant optimaal tot groei kan komen bestaat voor ongeveer de helft uit vaste bestanddelen (klei, leem, zand en organische stof), en voor de helft uit poriën. Van het poriënvolume is dan weer de helft gevuld met water en de andere helft met lucht. Alle holten die niet met water gevuld zijn, bevatten lucht. Na een fikse regenbui, wanneer de poriën vollopen met water, zal de balans tussen water en zuurstof in de grond tijdelijk verstoord zijn. Bij een normaal watergehalte en bij een goede bodemstructuur herstelt de balans zich. Dit in tegenstelling tot met water verzadigde gronden waarin alle poriën gevuld zijn met water. Een plant kan daarin niet groeien.

Plantenwortels halen adem en daarvoor is zuurstof nodig. De groene delen van de plant nemen  $\text{CO}_2$  op en geven  $\text{O}_2$  af, de ondergrondse delen nemen  $\text{O}_2$  op en geven  $\text{CO}_2$  af. Ofwel: bovengronds produceren planten zuurstof, ondergronds vragen ze erom. Zaden hebben eveneens zuurstof nodig om te kunnen ontkiemen. Het zijn overigens niet alleen planten die leven van  $\text{O}_2$  in de bodem. Voor de vertering van organisch materiaal is  $\text{O}_2$  nodig. En een groot aantal bacteriën (aërobe bacteriën) die van belang zijn voor het omzetten van organische stof in voor de plant opneembare minerale voedingsstoffen, leven van  $\text{O}_2$ . Bij reductie, zuurstofonttrekking uit de bodem, ontstaan schadelijke omzettingen die de grond blauw en soms zwart maken. Anaërobe bacteriën, waaronder de reducerende en de denitrificerende bacteriën, zorgen respectievelijk voor de aanmaak van het stinkende zwavelwaterstof en het giftige nitriet. Een plant groeit niet onder die omstandigheden.

## Bodemsamenstelling



Gasdiffusie tussen bodemlucht en atmosferische lucht.

## Bodemventilatie

Bodemlucht moet voortdurend ververst worden. Deze luchtverversing gebeurt door transport van  $\text{O}_2$  en  $\text{CO}_2$  tussen de bodem en de atmosfeer onder invloed van concentratieverschillen. Deze gasdiffusie is een uiterst langzaam maar doorlopend proces. De luchtdruk van gassen in de grond wil continu gelijkkomen met de luchtdruk van gassen boven de grond. Bodemlucht bevat namelijk door ademhaling van plantenwortels en vertering van organisch materiaal zeven tot acht maal zoveel koolzuurgas als de lucht.

Inzakking regenwater zorgt eveneens voor verplaatsing van lucht, net als temperatuurschommelingen waardoor luchtdrukverschillen ontstaan. De wind speelt ook een rol bij bodemventilatie. Als de wind langs de grond strijkt, wordt lucht uit de bodem gezogen en kan verse lucht binnendringen.

De aanvoer van zuurstof wordt geblokkeerd doordat de toplaag van de bodem te nat is, te vet of verdicht. Het poriënvolume is dan verstoord waardoor de plantenwortels geen zuurstof meer kunnen opnemen. Er zijn een aantal mogelijkheden om de luchthuishouding te verbeteren: het aanleggen van een drainagesysteem waardoor de ontwatering toeneemt, het verschralen van te vette toplagen en het losmaken van verdichte toplagen zodat meer luchtgevulde poriën ontstaan. Bij de laatste ingreep moet rekening gehouden worden met het tijdstip van grondbewerking. In natte tijden is bewerken van grond uit den boze. Het effect is dan eerder averechts. In plaats van de structuur te verbeteren, zorg je voor verdere verslamping van de bodem. ■

BIJ DE AANLEG VAN EEN DRAINAGESYSTEEM MOET REKENING WORDEN GEHOUDEN MET DE ONTWERPEISEN: DE GEWENSTE GRONDWATERSTAND EN DE SNELHEID VAN WATERAFVOER. HET BODEMGEBRUIK BEPAALT HOE HET SYSTEEM ERUIT ZIET.

TEKST / BEELD Ernst Bos, IPC Groene Ruimte in Arnhem



In een werkgang wordt de sleuf gegraven, de drain gelegd en goed doorlatend vulmateriaal opgebracht.

## DRAINAGE: DE BALANS TUSSEN WATER EN LUCHT

Voor het laaggelegen Nederland is het noodzakelijk om de grondwaterstand te reguleren. Door te hoge waterstanden in de bodem ontstaat zuurstofgebrek. Direct gevolg is een anaëroob afbraakproces, de verzuring van de teeltlaag en de dood van miljarden nuttige micro-organismen. Met de aanleg van een drainagesysteem kun je deze problemen voor zijn. Draineren betekent in de praktijk: de grondwaterpiegel verlagen, waardoor de toplaag opdroogt en een betere balans tussen lucht en water in de poriën ontstaat. Dit evenwicht is belangrijk voor het bodemleven dat zuurstof nodig heeft voor de omzetting van organisch materiaal in voor de plant opneembare voedingselementen. Bij de aanleg van een drainagesysteem zijn de ontwateringsdiepte, de ontwateringsbasis en de ontwateringsintensiteit van belang.

### Ontwateringsdiepte en afvoernorm

Het bodemgebruik bepaalt hoe het drainagesysteem eruit ziet. De belangrijkste ontwerpeisen zijn de

gewenste grondwaterstand en de snelheid van waterafvoer. Voor sportvelden en golfgreens bedraagt de minimale ontwateringsdiepte bijvoorbeeld 45-50 cm onder het maaiveld (-mv). Als afvoernorm wordt op sportvelden 15 mm per 24 uur aangehouden zonder dat er plasvorming op het maaiveld ontstaat, of dat de grondwaterstand wordt verhoogd. Over een reeks van jaren mag deze norm gemiddeld één keer per jaar overschreden worden.

In de praktijk verwachten sporters en golfers dat hun veld snel droog is. Bij een goed doorlatende zandige opbouw van het profiel is dat ook haalbaar. Het overtollige water wordt dan tijdelijk geborgen in de onverzadigde zone, terwijl het oppervlak voldoende is opgedroogd om te bespelen. Naarmate de toplaag meer organische stof en fijne delen, zoals lutum en silt bevat, wordt meer water vastgehouden en kost ontwateren ook meer tijd.

In tuinen en parken liggen de ontwerpeisen voor drainage beduidend lager dan bij sportvelden. Voor

grasland, bos, speel- en ligweiden is een ontwateringsdiepte van minimaal 15 cm -mv gewenst. Voor stedelijke bebouwing en stedelijk groen 25 cm -mv. Bij begraafplaatsen is de ontwateringsdiepte 1,7-2,9 m -mv maar dit is afhankelijk van het aantal begraaflagen in het grafveld.

### Buisdiepte en afstand

Om het gewenste ontwateringsniveau te bereiken zijn twee variabelen van belang: de diepte waarop de drains komen te liggen (de ontwateringsbasis) en het gewenste grondwaterpeil (de ontwateringsintensiteit). Voor grasland, sportvelden, golfbanen en ligweiden wordt, ongeacht de bodemopbouw, een draandiepte van 80 cm -mv aangehouden. Voor andere vormen van grondgebruik varieert de draandiepte van 80 cm -mv in zandgrond, tot 120 cm -mv in kleigrond. Mocht je op een perceel diepwortelende bomen en struiken willen planten dan is ook een diepere ontwatering noodzakelijk. Bij de aanleg van een kunstmatige beregeningsinstallatie kunnen de drains ook dieper komen te liggen. De kans op verdroging van de grond is dan immers veel kleiner.

Als de diepte van de drainage bepaald is, kan het gewenste ontwateringsniveau bereikt worden door de onderlinge afstand tussen de drains te vergroten of te verkleinen. De afstand tussen de drains is afhankelijk van de grondsoort. Kleigronden hebben kleine poriën en zijn daardoor minder doorlatend

### Drainagemateriaal en sleufvulling

Drainagebuizen zijn gemaakt van PVC of PE-ribbelbuizen met perforatie. In bijna alle gevallen worden de drains voorzien van omhullingsmateriaal (zie onderstaande tabel). Het omhulsel voorkomt inspoeling van gronddeeltjes. Bovendien verkleint het de weerstand waardoor afvoerwater gemakkelijker de drain instroomt.

De keuze van drainagebuizen en omhullingsmateriaal moet worden afgestemd op de plaatselijke situatie. Gronden met fijn zand of percelen met

ijzerrijk grondwater vragen speciale aandacht bij het kiezen van omhullingsmaterialen. Als de drains ijzerrijk grondwater afvoeren is roestvorming in de perforatie en het omhullingsmateriaal onvermijdelijk. Het doorspuiten van de drains heeft alleen effect binnenin de buis. Door in dergelijke omstandigheden te kiezen voor volumineus omhullingsmateriaal met grote poriën kun je de levensduur van de drain verlengen.

Wanneer je drainage aanlegt in een open sleuf kun

je deze opvullen met goed doorlatend materiaal. Op sportvelden wordt hiervoor zand gebruikt dat voldoet aan de NOC/NSF-normen M3c (onderbouwdrainzand) of M3d (funderingsdrainzand). Ook kan hiervoor speciaal drainzand worden gebruikt, dat weinig fijne delen bevat. Andere materialen zijn grind, schelpen of polystyreenkorrels. De opvulmaterialen moeten in elk geval goed doorlatend, schoon en duurzaam zijn.

Omhullingsmateriaal	Toepassing /eigenschappen
PP450	meest toegepast onbepaalde levensduur toepasbaar in de meeste omstandigheden
PP700- PP1000	grotere karakteristieke poriëngrootte (vgl. PP450) dikker omhulling toepassen bij verhoogde kans op verstopping door ijzer
Kokos	vooral voor tijdelijke oplossingen kokos verteert in 2-10 jaar, afhankelijk van de dikte en de omstandigheden
Polystyreenkorrels in netomhulling	verhoogde kans op verstopping door ijzer kwetsbaar tijdens aanleg
Dunne weefsels en textiel van kunststof	gevoelig voor verstoppingen eventueel voor tijdelijke toepassingen



# DRAINAGE: DE BALANS TUSSEN WATER EN LUCHT

Het vulmateriaal dat op en rond de drains komt, moet schoon en goed doorlatend zijn.



dan grof zand. De grondwaterstand zal op kleigronden daarom ook meer opbollen.

Met een complexe formule zijn de draindiepte en -afstand te berekenen. Hiervoor is echter veel informatie nodig over de lokale situatie. Op basis van jarenlang onderzoek is voor de meeste grondsoorten bekend op welke diepte en afstand de drains komen te liggen. Voor sportvelden op een goed doorlatende grond is de drainafstand 4 m. Voor fairways op golfbanen is dit 4 tot 8 m en in de landbouw zijn afstanden van 8 tot 30 m heel normaal.

## Lengte, diameter en afschot

De diameter van drainagebuizen is doorgaans 60-80 mm. De drainagelengte is ongeveer 350 m. Langere drains zijn niet wenselijk omdat de kans dan groot is dat ze ongelijk komen te liggen als gevolg van bodemverzakkingen. Er is nog een andere reden waarom er geen langere buizen worden gebruikt: bij een afschot van 1‰ (1 mm/m) en een lengte van 350 m ligt het begin van de drain 35 cm hoger dan de eindbuis.

Drainagebuizen worden meestal gelegd met een afschot van 1 tot 3 mm per meter (1-3‰). De stroomsnelheid van het water in de drains is dan zodanig, dat eventuele vervuiling mee spoelt met het afvoerwater. Wanneer het water te snel stroomt krijgt vastgekoekte verontreiniging geen gelegenheid om los te weken van de buiswand. Bij grotere hoogteverschillen in het terrein houdt men vaak een vaste diepte ten opzichte van het maaiveld aan. In gronden met ijzerrijk grondwater worden de drains ook wel vlak of met tegengesteld afschot gelegd. De drains blijven dan met water gevuld, waardoor het ijzer niet oxideert. Oxidatie van ijzer (roestvorming) is de belangrijkste oorzaak van problemen met de drainage. De perforatie en het omhullingmateriaal raken verstopt door het aangroeien van roest.

## Drainagesystemen onder de loep

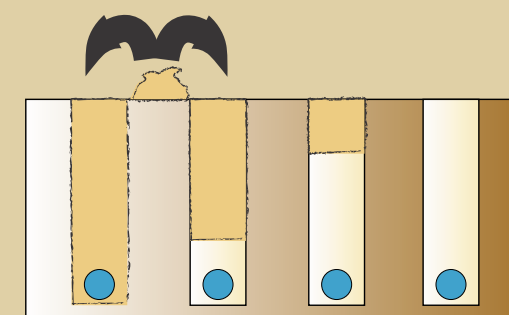
De meeste drainagesystemen hebben een buizenstelsel. Met buizen bereik je intensieve ontwatering, zonder dat er rekening gehouden hoeft te worden met de gebruiksbeperkingen van het terrein. Bij greppels en sloten zijn die beperkingen er bijvoorbeeld wel. Drie drainagesystemen (zie kader drainage-systeem) worden het meest toegepast:

- Op grote terreinen, zoals sportvelden, golfbanen, parken en recreatieterreinen is een enkelvoudig drainagesysteem de beste keuze. Dit is relatief goedkoop, eenvoudig aan te leggen en makkelijk in onderhoud. Voorwaarde voor dit systeem is wel dat elke drainbuis direct op een sloot moet kunnen lozen.
- Wanneer enkelvoudige drainage niet mogelijk is, kies dan voor een samengesteld systeem. Dat bestaat uit een stelsel van evenwijdige zuigdrains die via controleputten op een hoofddrain zijn aangesloten. Een bijzondere vorm van samengestelde drainage is het visgraatsysteem. Hiermee wordt een zeer gelijkmatige ontwatering verkregen. Het systeem wordt veel toegepast bij een hellend maaiveld en onder greens. Visgraatdrainage is echter moeilijk te controleren en te onderhouden.
- Voor specifieke omstandigheden zijn afwijkende drainagesystemen een optie. Indien geen vrije lozing mogelijk is, kunnen bijvoorbeeld meerdere drains aan een (gemetselde) put gekoppeld worden. Vanuit de put wordt het water dan opgepompt en afgevoerd naar het riool of het oppervlaktewater. Nadeel van dit systeem is de wisselende afstand tussen de drains, waardoor de ontwateringsdiepte op het perceel sterk varieert. Omdat deze drainage eenvoudig is aan te leggen en te controleren, is hij geschikt voor glooiende fairways en in tuinen en plantsoenen. ■

## Tips en adviezen bij de aanleg

Voor grotere drainageobjecten kan het beste een gespecialiseerd bedrijf worden ingeschakeld dat beschikt over lasergestuurde machines, kennis en ervaring. Het aanbrengen van drainage op kleinere schaal kan de hovenier of groenverziener in eigen beheer uitvoeren. Dit kan handmatig gebeuren of met behulp van een minigraver of kleine kettinggraver. Het graafwerk moet echter wel tot op de centimeter nauwkeurig worden uitgevoerd en de sleufbodem moet regelmatig worden gecontroleerd op oneffenheden. Losse grond leidt tot verzakkingen, waardoor in een later stadium de drains ongelijk komen te liggen. Voor het afwerken van de sleuf

en de sleufbodem wordt over het algemeen gebruik gemaakt van handgereedschappen, zoals een drainspade, drainboor en drainlepel. Het tijdstip van aanleg is bepalend voor de werking van de drain. Leg de drainage aan als de grond droog is. Bij een natte bodem is er kans op versmering van de sleufwand en -bodem. Bovendien neemt de grondkerende werking van de sleufvulling en de omhullingsmaterialen af door te werken in een natte bodem. Fijn zand en silt kunnen vooral bij forse toestroming van water tot diep in het omhullingsmateriaal van de drainagebuis doordringen en daar verstoppingen veroorzaken.



Zand voor sleufvulling is grof en bevat minder dan 50% zand < 250 µm en minder dan 5% lutum en silt

## Aandachtspunten bij de aanleg:

- Leg de drains op de juiste diepte en afschot. Controleer dit in de sleuf;
- Zorg dat de buizen vlak liggen (maximaal halve buisdiameter verschil in verticale richting). Grotere afwijkingen leiden tot verstopping en aanzienlijke vermindering van de afvoercapaciteit;
- Vermijd losse grond in de sleufbodem in verband met verzakken;
- Voorkom versmering van de sleufwand en sleufbodem door het slepend gebruik van gereedschap en minigravers in vochtige grond;
- Leg geen drainage aan als de grond te nat is;
- Bedek de drains niet met humusrijk materiaal, zeer fijn of lemig zand;
- Sluit hulpstukken en verlengstukken zorgvuldig aan;
- Tape beschadigd omhullingsmateriaal af;
- Rijdt niet op de drainbuizen en ga er niet op staan;
- Pas blinde buizen (zonder perforatie) toe onder diepwortelende beplantingen of langs bomen;
- Breng verstevigingen (drainbruggen) aan op plekken waar je verzakkingen verwacht (bijvoorbeeld gedempte sloten);
- Laat grindkoffers of een boorgat afvoeren naar een sloot, riool of goed doorlatende ondergrond;
- Voorkom bochten in het horizontale vlak die controle en onderhoud kunnen bemoeilijken;
- Maak een plan of een schets van de ligging van drains.

Drainagesysteem	Eigenschappen/kenmerken
Enkelvoudig 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elke drain mondt met een eindbuis uit in een sloot of vijver.</li> <li>• Eenvoudig en relatief goedkoop aan te brengen.</li> <li>• Eenvoudig te controleren en te onderhouden.</li> <li>• Beperkingen bij hoog slootpeil.</li> <li>• Veel lelijke en kwetsbare eindbuizen.</li> </ul>
Samengesteld 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De (zuig-)drains zijn, meestal via een controleput, aangesloten op een verzameldrain die het water afvoert naar een lozingspunt of -put.</li> <li>• Bewerkelijk en relatief duur in aanleg door putten en aansluitingen.</li> <li>• Controle en onderhoud via putten is bewerkelijk, zeker wanneer deze volledig zijn ingegraven.</li> <li>• Vooral geschikt bij beperkte lozingsmogelijkheden.</li> <li>• Eventueel lokale onderbemaling mogelijk.</li> <li>• Kan onopvallend worden weggewerkt.</li> </ul>
Visgraat 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De (zuig-)drains zijn, meestal via een Y-stuk, aangesloten op een verzameldrain of hoofddrain.</li> <li>• Duurder in aanleg dan enkelvoudig systeem door verbindingen.</li> <li>• Controle op werking individuele zuigdrains niet mogelijk.</li> <li>• Onderhoud zuigdrains alleen vanaf hoogste punt, mits hiervoor voorzieningen zijn aangebracht.</li> <li>• Minder geschikt voor reguleren grondwaterstand, eventueel bruikbaar als topdrainage.</li> <li>• Kan onopvallend worden weggewerkt.</li> </ul>
Grindkoffers en zandpalen 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Meestal toegepast om op lage punten problemen met plasvorming op te lossen.</li> <li>• Voorwaarde voor een goede werking is dat de grindkoffers of zandpalen niet zijn afgedekt.</li> <li>• Voorziening heeft weinig zin, als het water niet wordt afgevoerd.</li> </ul>





## NATTE VOETEN IN GRONINGS OOSTERPARK

Het Oosterpark in Groningen. Op de achtergrond de centrale vijver waarop de drains het overtollige water zullen afvoeren. Op de voorgrond een gerooid plantvak, het begin van de herstelwerkzaamheden.

HET OOSTERPARK IN GRONINGEN KAMPT MET WATEROVERLAST. PLASSEN LIGGEN OP DE GAZONS, MAAIEN KAN ALLEEN HEEL SELECTIEF EN DE BEPLANTING IS ZIEK. TIJD VOOR INGRIJPENDE HERSTELWERKZAAMHEDEN VOND DE GEMEENTE GRONINGEN. ZIJ VROEG GRONTMIJ IN ASSEN OM ONDERZOEK TE DOEN NAAR DE BODEMGESTELDHEID EN DE ZUURSTOF- EN WATERHUISHOUDING. EEN ADVIES VOLGDE.

TEKST Wendy Bakker / BEELD Dennis Beek en Grontmij Assen

„B ezint eer ge begint met ingrijpen in het bodemsysteem”, is het motto van senior adviseur Jochem Knol en bodemkundig adviseur Jan Kloekhorst van Grontmij. „De natuur doet het altijd beter dan de mens. Zo is de effectiviteit van natuurlijke poriën groter dan van grondbewerking. Het is moeilijk om het natuurlijke systeem in stedelijk gebied te handhaven, maar ga niet onnodig de grond roeren.”

Zoek bij slechte groei van de plant de oorzaak niet direct in een gebrek aan voedingsstoffen is hun tweede advies aan collega-cultuurtechnici en groenbeheerders. „Er is in het verleden veel aandacht besteed

aan meststoffen, maar een tekort hieraan is veelal niet de oorzaak van groei problemen. Deze liggen vaak in een verstoorde zuurstof- en waterhuishouding”, legt Knol uit. „Ga nu eerst eens de oorzaak zoeken in de groeiplaatsomstandigheden. Als het bovengronds fout zit, ligt de oorzaak meestal ondergronds. Vakgenoten bevestigen deze visie, maar ik mis nog wel eens een fundamentele werkwijze daarin.”

Voor Knol en Kloekhorst draait het eigenlijk allemaal om vegetatiekunde. „Hoewel vaak onderschat, is er geen hardere wetenschap dan ecologie. „Je kan nooit een zinkvioltje goed op een grondsoort laten

groeien waar geen zink in zit.” Hun derde advies is dan ook: pas je sortimentskeuze aan op de bodem. „In Oudewater stonden essen die het slecht deden langs een weg. Op die plek bestaat het bodemprofiel uit klei op veen. De essen stonden met hun voeten in het water. Dan kan je koste wat kost de essen willen behouden, maar je kan ook een meer geschikte soort toepassen. Wij hebben moeraseik geadviseerd. Daarmee voorkom je tevens dat je het hele bodemsysteem op zijn kop zet.”

Kijk naar de omgeving is de laatste tip die ze meegeven. „Wat staat er aan levend materiaal, wat groeit er goed en wat niet? Daar kan je al veel informatie uit halen.” Voor ‘de juiste plant op de juiste plaats’ zijn ze overigens van mening dat alleen de bodemkaart van Nederland erbij pakken niet voldoet. In negen van de tien keer is de kaart niet geschikt voor het stedelijk gebied. Daarbij komt dat de kaart is verouderd met betrekking tot het waterpeil.

Hoe krijg je dan wel inzicht in de groeiomstandigheden van de plant? Knol en Kloekhorst illustreren de werkwijze van Grontmij aan de hand van een opdracht die ze verleden jaar van de gemeente Groningen kreeg. Deze luidde: onderzoek de bodemgesteldheid en de hydrologische kenmerken van het stadspark Oosterpark.

### Boringen en peilbuizen in Oosterpark

Het Oosterpark ligt tegen het oude voetbalstadion van FC Groningen aan en maakt onderdeel uit van de gelijknamige wijk Oosterpark. In het 6 ha grootte park worden sport, spel, ruimte en natuur gecombineerd. Het is daarmee een echt doe-park. Echter, sommige delen zijn na regenperiodes niet te betreden vanwege plassen op de gazons. Door deze wateroverlast zijn de grasvelden dan niet te maaien en een groot aantal bomen en heesters vertoont een slechte groei.

In het Oosterpark zijn achttien grondboringen verricht tot een diepte van circa 2 m onder het maaiveld. Van deze boringen zijn profielbeschrijvingen gemaakt, waarbij per onderscheiden bodemlaag gekeken is naar de granulaire samenstelling, het organisch stofgehalte, de waterdoorlatendheid, roest- en reductieverschijnselen in de bodemlagen en verdichtingen.

In twaalf van de achttien boorgaten is een peilbuis, een geperforeerde buis, geplaatst met een filter van 2 m. De hoogteligging van de peilbuizen en de maaiveldhoogte bij iedere peilbuis zijn gemeten ten opzichte van een vast punt. Met de peilbuizen kan het grondwaterverloop zowel in horizontale als verticale zin in beeld gebracht worden. Op verschillende tijdstippen in het jaar – februari, april en mei – zijn metingen verricht. Hiermee is de gemiddeld hoogste waterstand op verschillende plekken in het Oosterpark inzichtelijk gemaakt.

Hoewel niet in het adviesrapport van het Oosterpark terug te vinden, worden als vast onderdeel in de on-

derzoeken van Grontmij de zuurgraad van de grond, het zoutgehalte en eventuele ophogingen van de bodem meegenomen. „Bomen reageren heel sterk op de zuurgraad van de bodem. Ook hierbij geldt: je kan nog zoveel voedingsstoffen toevoegen maar een boom die op een zure grond staat terwijl die een basische nodig heeft, blijft kwarren. Ook voor het bodemleven is de zuurgraad trouwens belangrijk”, vult Knol aan.

Alle genoemde onderdelen worden in relatie tot elkaar bekeken. „De bodem is een complex systeem, waarbij je dus nooit een factor in zijn afzonderlijkheid kan analyseren”, legt de senior-adviseur uit.

### Slechte ontwatering

Uit de grondboringen blijkt dat de bovenste 20 tot 30 cm van de bodem in het park over het algemeen bestaat uit matig lichte tot zware zavel. Aan de oostkant van het park is de bovengrond zwaarder en komt lichte klei in het profiel voor. Onder de bovenlaag is bij wisselende diepten vrijwel op alle plaatsen in het gebied lichte tot matig lichte klei aangetroffen met een geringe waterdoorlatendheid. Hier weer onder komt matig doorlatende zware zavel en/of lichte klei voor. Bij een aantal boringen zijn blauwverkleuringen onder de bovengrond te zien. Er is sprake van een zuurstofarme omgeving hetgeen is veroorzaakt door langdurig hoge waterstanden en/of zuurstofonttrekking door omzetting van organisch materiaal. Tussen de bodemopbouw van de gazons en de plantvakken zitten geen grote verschillen.

De ontwatering in het Oosterpark is slecht. Werd wateroverlast tijdens de bovengrondse schouw al duidelijk waargenomen, de ondergrondse metingen bevestigen dat (zie tabel Grondwaterstanden op p. 24) Hoge grondwaterstanden zijn aangetroffen, vooral tijdens de laatste meting in mei. Verder is geconstateerd dat daar waar de grondwaterstand ten opzichte van het maaiveld relatief gezien nog laag was, de toplaag toch drassig werd. Om die reden werden hele grasstroken maar niet gemaaid om het gazon niet te vernielen en verder structuurbederf van de bovenste bodemlaag te voorkomen.

De hoge grondwaterstanden worden mede veroorzaakt door het lage waterbergend vermogen in het bodemprofiel – geringe neerslag heeft een forse



De tekening toont de plaats van hoofd-drains en drains, en boringen met peilbuis in het Oosterpark.



# NATTE VOETEN IN GRONINGS OOSTERPARK

grondwaterstandverhoging tot gevolg –, door een slecht waterdoorlatende kleilaag van pakweg 25 tot 60 cm onder het maaiveld en het ontbreken van een drainagesysteem om de ontwatering te regelen.

## Drains en verschralen

Advies van de Grontmij was dan ook om een drainagesysteem aan te leggen en op de plekken van de gazons de toplaag te verschralen. Het drainagesysteem werd vlak boven het waterpeil van de vijver, hetgeen een vast peil heeft, aangelegd. De voorkeur van Knol is om drainage diep aan te leggen. Door diepe drainage worden drukverschillen in het water groter waardoor het water beter naar de drain toestroomt. Tevens voorkom je met diepliggende drains dat de wortels van bomen ze opzoeken. Hoe dieper er gedraineerd wordt, hoe verder de buizen uit elkaar kunnen liggen. De afstand tussen de drains is afhankelijk van de berekeningen die worden uitgevoerd, gebaseerd op de situatie ter plaatse. Het drainagesysteem moest op de vijver uitkomen die het water verder afvoert. Omdat niet alle drains rechtstreeks op de vijver kunnen afvoeren, zijn er vier hoofddrains met een diameter van 100 mm aangelegd. Op deze hoofddrainage komen drains met een diameter van 60 mm uit (zie hiervoor de **tekening** op pagina 23. De buizen worden onder een verhang van 10 cm/100 m geplaatst. De

sleuven worden aangevuld met waterdoorlatend zand en aangevuld met licht humeus zand.

De toplaag van de bodem wordt verschraald met 0,08 m zand. Dit moet voldoen aan de eisen: M50 cijfer 200-230 µm, leemgehalte < 5%, organisch stofgehalte < 2% en vrij van stenen. Op deze manier wordt het waterbergendvermogen van de toplaag verbeterd en zal deze stabiel zijn.

De gemeente Groningen is enkele weken geleden met het rooien van de plantvakken begonnen. Door het slechte weer liggen de werkzaamheden echter stil. Volgens de planning zou in april met het aanbrengen van de drainage begonnen moeten worden. „Maar blijven de omstandigheden slecht dan adviseren we uitstel,” zegt Jan Kloekhorst. „Liever geen bewerking dan bewerking die de structuur nog verder kan bederven. Geduld is dan een schone zaak.” Had het advies ook kunnen uitlopen op het aanpassen van de beplanting, zoals Knol in sommige situaties voorstaat? „Nu wordt de oorzaak weggehaald maar je had de situatie ook kunnen accepteren en de beplanting daarop aan kunnen passen. Een moerasvegetatie had natuurlijk fraai geweest. Maar je moet ook realistisch zijn. Een moerasbeplanting kan niet in een oud stadspark waarvan het karakter moet worden behouden en dat intensief gebruikt wordt.” ■

## Grondwaterstanden Oosterpark

	Hoogtes in m t.o.v. vast punt		Grondwaterstanden in m t.o.v. maaiveld d.d. in 2005			Grondwaterstanden in m t.o.v. vast punt d.d. in 2005		
	maaiveld	b.buis	23-02	01-04	10-05	23-02	01-04	10-05
Betonrand rond vijver	-1.20							
Paal in vijver	-1.16							
Vijverpaal	-1.38					-1.38	-1.38	-1.37
101	0.01	-0.06	0.66	0.88	0.67	-0.65	-0.87	-0.66
103	0.19	0.12	0.93	1.06	0.89	-0.74	-0.87	-0.70
105	0.26	0.23	0.41	0.66	0.53	-0.15	-0.40	-0.27
107	0.35	0.25	0.85	1.04	0.83	-0.55	-0.74	-0.48
109	-0.82	-0.88	0.13	0.42	0.06*	-0.95	-1.24	-0.88
110	-0.88	-0.93	0.17	0.41	0.07	-1.05	-1.29	-0.95
111	-0.26	-0.29	0.31	0.60	0.21	-0.57	-0.86	-0.47
112	0.16	0.10	0.54	0.89	---	-0.38	-0.73	---
113	-0.02	-0.07	0.46	0.71	0.04*	-0.48	-0.73	-0.06*
115	-0.02	-0.07	0.77	0.97	0.58	-0.79	-0.99	-0.60
116	0.11	0.05	0.67	0.70	0.43	-0.56	-0.81	-0.32
118	-0.04	-0.10	0.58	0.80	0.54	-0.62	-0.84	-0.58

\* vol gelopen

# EEN NATUURGRASVELD IS COMPROMISSEN SLUITEN

'HET NATUURGRASVELD MOET ALTIJD BESPEELBAAR ZIJN' IS GEEN NORM MEER MAAR RICHTLIJN. DIT GEWIJZIGDE INZICHT GEEFT VRIJHEID AAN CULTUURTECHNISCHE ADVISEURS OM UIT TE GAAN VAN DE NATUURLIJKE SITUATIE VAN DE BODEM: MEER AANDACHT VOOR DE NODEN VAN DE GRASPLANT, VOOR DE ZUURSTOF- EN WATERHUISSHOUING EN VOOR HET BODEMLEVEN.

TEKST Wendy Bakker / BEELD Tuin&Landschap



Een sportveld is en blijft een onnatuurlijk gegeven", „aan het woord is Martin Heemskerk, senior-adviseur cultuurtechniek bij het onderzoeksinstituut van NOC\*NSF, ISA Sport. „Bij sportvelden zoek je naar een compromis tussen intensief gebruik en goede groeiomstandigheden voor de grasplant. Een verschaalde top laag zorgt voor een goede waterdoorlatendheid, voor stabiliteit en stroefheid bij bespeling. Een grasplant echter, gedijt van nature op rijke gronden met fijne delen en organische stof." Ook het bodemleven houdt niet van schrale grond. De laatste jaren heeft het belang van bodemleven post gevat in het cultuurtechnische vak. Bodemleven zorgt immers voor een goede bodemstructuur, afbraak van materialen en omzetting van organische stoffen in voedingsstoffen voor de plant.

„Zo'n tien jaar geleden was de bespelingintensiteit de norm. Deze werd bepaald door de sportbonden en ISA Sport maakte een vertaling hiervan naar de opbouw en beheer van de velden. Je was op zoek naar het schaap met vijf poten. Maar 80% van de Nederlandse velden heeft geen uitgangsmateriaal dat geschikt is voor intensieve bespeling. Vette klei heeft soms wel 80% fijne delen en organische stof, terwijl in grond van sportvelden slechts 15% van deze delen mag voorkomen. Wil je terug van 80% naar 15%, dan krijg je een zandbak met hier en daar een kleiklontje." Gevolg: geen grasgroei, nauwelijks bodemleven, een droogtegevoelige grond, een instabiel veld, en last met de voeding in de bodem. Heemskerk zoekt in een

dergelijke situatie naar een oplossing die grasgroei oplevert, het bodemleven in stand houdt en een goede bespeelbaarheid mogelijk maakt. Zoals bij een sportveld in Zeeland dat wateroverlast had. „De bodem bestond daar uit vette klei. Het gras deed het er prima op maar na regenval kon je het veld niet bespelen. Verschralen tot het uiterste helpt dan niet, dus hebben we zandsleuven gemaakt die haaks liggen op de drainagebuizen. Deze 5 cm brede sleuven van 15 cm diep, zijn gevuld met zand en liggen op afstand van 50 cm van elkaar. Het water zakt daar in weg omdat ze in contact staan met de zandgevulde drainsleuven."

## Zuurstof en bodemstructuur

Wil je grasgroei bevorderen en het bodemleven in stand houden of verbeteren dan is zuurstof in de bodem onontbeerlijk. De zuurstofhuishouding kan je echter niet los zien van de andere groeifactoren van de plant en vooral niet van de waterhuishouding en de bodemstructuur. Waar water is kan immers geen zuurstof zijn. Drainage maakt bijna altijd onderdeel uit van een sportveld, zeker omdat na een zware regenbui het veld snel bespeelbaar moet zijn. En wat de structuur betreft; de ideale grond bestaat uit een korrelverdeling van fijne en grovere delen waartussen zich holle ruimten bevinden. Bodemdeeltjes zijn dan tot kleine groepen, de aggregaten, samengebondeld. Deze groepjes vormen samen weer een groter verband, de zogenaamde kruimels. Binnen de aggregaten

zijn veel kleine poriën aanwezig, terwijl ertussen grotere poriën en holten voorkomen. „Een structuur als het ballenbad bij Ikea, waarbij iedere bal dezelfde vorm en hetzelfde volume heeft. Dit is vergelijkbaar met puur zand: het vult zich eenvoudig met water en lucht maar is bij droogte instabiel." Een geaggregeerde grond kan door de grotere ruimten sneller het overtollig water afvoeren. De grond is ook beter toegankelijk voor plantenwortels. Bij een sportveld wordt uitgegaan in de wortelzone – bovenste 20 cm van de bodemopbouw – van een combinatie van zand, fijne (klei)delen en organische stof. De som van het percentage organische stof en fijne delen ligt bij voorkeur tussen de 5 en 15%.

„Doet zich een probleem voor op een veld dan ga je eerst de situatie bekijken", legt Heemskerk uit. „Een schop gaat altijd mee om de diagnose te kunnen stellen. Voel je weerstand bij het spitten dan kan dat verdichting betekenen waardoor de plant nauwelijks doorwortelt en het regenwater moeilijk kan infiltreren. Maar kleigrond bijvoorbeeld is bij droogte keihard. Daar kom je met de schop amper in, maar de grasplant heeft er geen last van. Voor de beworteling kijk je dan ook naar de vertakking van de wortels en hoe diep de wortel is gekomen in de top laag. Daarbij moet je ook weer rekening houden met verrijking van de top laag. Hoe rijker deze is, hoe minder diep de grasplant wortelt. Vervolgens pak je wat grond in de hand, voelt eraan, ruikt eraan en laat het vallen. Valt het rul en los uiteen dan is de structuur goed. Zitten er scherpe hoeken en vlakken aan dan is de structuur slecht. Verder bekijk je de bodemopbouw en blauwverkleuringen in de bodem. Behalve dat neem je ook een bodemonmonster om minerale bestanddelen (zand, lutum, silt), organische stof en de voedingstoestand in het laboratorium te laten bepalen."

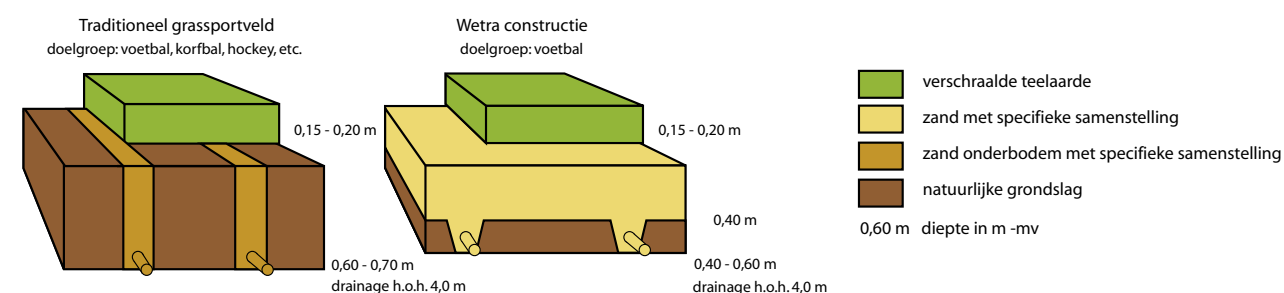
## Verbetering van zuurstofhuishouding

Wanneer renovatie van het veld gewenst is, bespreekt Martin Heemskerk de randvoorwaarden met de opdrachtgever. Daaronder vallen de bespelingintensiteit, de mogelijkheden tot berekening en ook het budget. Bij de bespelingintensiteit gaat het erom hoe het veld gebruikt wordt. Een wedstrijdveld kan 250 uur per jaar bespeeld worden, een trainingsveld 600 uur en een wedstrijdtrainingsveld, het WeTra veld, valt uiteen in drie categorieën: een bespelingintensiteit van 400 uur, 500 uur of van 800-1.000 uur per jaar.

Bij de berekening speelt mee of het aanwezige natuurlijke water in de buurt van het sportveld gebruikt kan worden. „In veel situaties in Zeeland is er bijvoorbeeld sprake van brakwater. Daarmee kan je het veld niet beregenen, dan moet je kraanwater gebruiken. Daar zit een kostenplaatje aan vast. We laten de grond dus vetter dan normaal zodat deze meer water vasthoudt." Bij het budget is het belangrijk om te weten wat de wensen zijn van de club en of deze passen bij het uitgangsmateriaal. „Bij een gering budget mag geen stadionveld worden verwacht."

Voor ieder veld dient een op de situatie afgestemd renovatieplan te worden opgesteld. In grote lijnen ziet een renovatie er als volgt uit: tot 60 cm in de grond worden de drainagebuizen, hart-op-hart 4 m uit elkaar gelegd. Heemskerk is van mening dat je moet dimensioneren op het regenwater. De buizen worden gelegd in de onderlaag in sleuven van zand met een specifieke, grove samenstelling. De eerste 25-30 cm van de grond wordt bewerkt. Deze bewerking bestaat allereerst uit het doorfrozen van de grasmat en vervolgens uit diepspitten tot 25-30 cm. Ten tweede wordt zand als eerste verschraling opgebracht en door de grond gemengd zodat een grove kluitstructuur ontstaat met zand erdoorheen. „Ik noem dat de zwart-bonte koe. Grote kleicomponenten waartussen zand ligt dat als een soort sleuf werkt en het water snel afvoert. Je krijgt dan tevens dikte in je grondpakket. De wortel van het gras zoekt vanzelf door het zand heen de kleikluit." In de derde bewerking wordt de tweede verschraling toegepast. Zand wordt extra ingemengd in de top laag van 15 cm zodat een homogenere laag ontstaat. „Daarmee voorkom je dat je een bont veld krijgt. Als het graszaadje in klei valt doet hij het goed, valt deze in zand dan is de groei geringer."

Bij het verschralen dien je rekening te houden met de korrelgroefheid van de oorspronkelijk grondlaag. Is deze goed dan adviseert de senior-adviseur dezelfde korrelgrootte in zand te nemen. Door grof of juist fijn zand door te mengen is de groefheid van het uiteindelijke materiaal te beïnvloeden en wordt het percentage organische stof en fijne delen naar beneden gebracht. In geschikt zand zit maximaal 5% aan fijne delen. Overigens merkt de adviseur van ISA Sport tot slot op dat bij iedere overgang van grove naar fijne structuur, storing kan optreden. Belangrijk is dan ook om te zorgen voor aansluiting tussen de grondlagen door deze op de overgangen licht te bewerken. ■





## MAATREGELEN DIE STAGNEREN VAN WATER VOORKOMEN



Vlak en zonder bouwafval opgeleverd. Een beplanting zal het er moeilijk hebben als niet eerst de vastgereden grond met stagnerend water erop wordt losgewerkt.

Plantlocaties zijn bijna altijd voormalige bouwterreinen of hadden oorspronkelijk een agrarisch gebruik: bouwland of grasland. In praktisch al deze situaties zal een grondbewerking nodig zijn voordat een beplanting de grond in gaat of een grasveld wordt aangelegd. Op voorhand moet hier wel worden gesteld dat elke bewerking van de grond nadelig is voor het bodemleven, zeker als er een intensieve grondbewerking noodzakelijk is.

### Hoe grond bewerken?

Wel of geen voorbereiding heeft op de eerste plaats met de grondsoort te maken. Op kleigrond is in het algemeen een grondbewerking wenselijk. Ligt er een oude grasmat dan wordt die eerst stuk gefreesd, waarna ploegen of spitten volgt. Komt er een beplanting dan is eggen als nabewerking veelal voldoende: planten in een grond met grove kluiten slaan vaak moeilijk aan doordat nieuwe wortels in de holle ruimten verdrogen. Komt er een grasveld (gazon) dan is frezen een betere optie, zowel bij graszoden als bij inzaai.

Bij voormalig bouwland op andere grondsoorten is geen diepe grondbewerking (ploegen, spitten) noodzakelijk. Pas als er een ploegzool is, wordt deze gebroken door eenmalig dieper te ploegen. In alle andere gevallen vergt beplanten van voormalig bouwland hooguit grondbewerking en -verbetering in en rond het plantgat.

### Stagnerend water

Planten die tegen langdurige droogte kunnen, vormen nog altijd een uitzondering. Hetzelfde geldt voor

STAGNEREND WATER VOORKOMEN EN ZO EEN BEPLANTING OF GRASVELD EEN GOEDE KANS VAN SLAGEN GEVEN, KAN DOOR HET BEWERKEN VAN DE GROND EN HET VERBREKEN VAN STORENDE LAGEN WORDEN BEREIKT. WELKE GRONDBEWERKING NODIG IS, HANGT SAMEN MET DE BODEMOPBOUW EN DE OORZAAK VAN STAGNEREND WATER.

TEKST Ton Stolk / BEELD Gerard Hogervorst en WUR, Lelystad

zeer hoge grondwaterstanden in het groeiseizoen. Van praktisch elk gewas sterven de wortels af als ze langere tijd in het water zitten en dus van zuurstof verstoken zijn. Een goede waterhuishouding is dus voor beplantingen belangrijk. En dat niet alleen in het eerste jaar na aanleg, maar ook de jaren daarna.

Een grond die te droog is in het groeiseizoen door een diepe grondwaterstand, valt door middel van grondbewerking niet te verbeteren. Hier kan hooguit het toevoegen van klei of organisch materiaal het vochthoudend vermogen (hangwater) vergroten. Een vaste laag in de ondergrond kan ondoorlatend zijn voor water. Er ontstaat dan tijdelijk of voordurend een schijnwaterspiegel. Door stagnatie van de waterafvoer is de situatie dan te nat voor beplantingen of een goede grasmat. Maar ook zonder vochtoverlast zal een vaste laag in de wortelzone een beperking opleveren voor de worteldiepte en opstijgen van water in de grond. Dat maakt planten juist eerder droogtegevoelig. Storende lagen moeten daarom bijna altijd worden gebroken.

### Storende lagen breken

Het meest gebruikte werktuig voor het doorbreken van storende lagen is de woelpoot. Deze bestaat uit een verticale plaat (tand) met onderaan een licht oplopend, ganzenvoetachtig woelelement. De tand snijdt door de bovengrond; de woelplaat breekt de ondoorlatende laag zonder deze door het profiel te mengen.

In het algemeen wordt een eentandsuitvoering met een werkdiepte tot 1,2 m gebruikt. Meertandsuitvoeringen (meestal drie tanden) bestaan ook, hun



werkdiepte is ongeveer 0,8 m. De woelpoot is geen zelfrijdend werktuig, maar hangt in de driepuntshefinrichting van een trekker. Het vereiste vermogen loopt uiteen van 50 tot 100 kW (68-136 pk) per tand. Er bestaan ook mengwoelers. Deze bestaan uit een schuin voorwaarts gerichte tand met een brede plaat. De ondergrond loopt tegen deze plaat omhoog en mengt deze vervolgens met de bovengrond. Bij een profiel met onderin schraal zand is het mogelijk om met de mengwoeler de toplaag te verschromen met zand uit de ondergrond.

De gewone woelpoot werkt het best als de ganzenvoet direct onder de storende laag wordt doorgetrokken (woeldiepte bepalen met grondboringen). De ganzenvoet tilt de grond iets op en breekt zo de ondoorlatende laag. De juiste werkdiepte instellen is echter lastig als de storende laag op wisselende diepte zit.

Is de grond ter plekke erg nat dan veroorzaakt een woelpoot een sterke versmering bij het doorsnijden van het bodemprofiel. Bovendien vergen natte omstandigheden veel meer trekkracht van de trekker en slippen zijn wielen gemakkelijk door, zelfs bij vierwielaandrijving. Versmering van de toplaag is het gevolg, wat de lucht- en waterhuishouding in de bodem ernstig verstoort. De aanwezigheid van stenen, puin, kabels en leidingen beperken de inzet van een woelpoot.

Zonder obstakels in de bodem kan op niet-slibhoudende of droge slibhoudende grond met een trekker met enkelvoudige woelpoot en een afstand van de werkgangen van 1 m gemiddeld 2.000 m<sup>2</sup> per uur worden bewerkt. Een driepootwoeler (tandafstand

70 cm) heeft onder dezelfde omstandigheden een capaciteit van zo'n 3.500 m<sup>2</sup> per uur. Bij natte, slibhoudende bodems ligt de prestatie op respectievelijk 1.700 en 2.500 m<sup>2</sup> per uur. De uiteindelijke productie hangt ook af van de afmetingen van het perceel en het tijdverlies bij het keren.

### Andere oplossingen

Bij meer lokale wateroverlast, bijvoorbeeld het laagste punt in een terrein gekoppeld aan een slechte waterdoorlatendheid van de grond, zijn ook andere oplossingen mogelijk. Relatief eenvoudig is het om plasvorming op te lossen met zandpalen. Machinaal worden daartoe gaten geboord tot in de goed doorlatende ondergrond. De geboorde gaten worden vervolgens met grof zand gevuld.

Gaat het om een hellend terrein met stagnerend water onderaan de helling, dan kunnen grindkoffers een goed hulpmiddel zijn. Het overtollige water kan zich hierin verzamelen en daarvandaan worden afgevoerd naar een sloot of vijver. Grindkoffers en zandpalen zijn aan de bovenzijde niet afgedekt met grond om de instroom niet te hinderen.

Zandpalen en grindkoffers zijn minder geschikt als men het overtollige water in de ondergrond wil laten wegzakken of infiltreren. Vanwege hun grote opvangcapaciteit zijn infiltratiekratten of raintanks veel geschikter. Een blok met kratten wordt volledig ingepakt in geotextiel, zodat de holle ruimte van de kratten in totaliteit beschikbaar is voor de tijdelijke waterberging. Vervolgens kan het water in de ondergrond wegzakken. Bovenop de kratten komt een grofkorrelige, goed waterdoorlatende substraatlaag. ■

Aan de wortellengte van het gras is goed te zien dat het bodemprofiel diep doorwortelbaar is. Daarvoor mag er geen storende laag in het profiel zitten.

Informatie ontleent aan Groenwerk (1995).

# MAATWERK DOOR BODEMANALYSE

DE VOCHTVOORZIENING EN DE BESCHIKBAARHEID VAN VOEDINGSSTOFFEN VOOR DE PLANT HANGEN MET ELKAAR SAMEN. OM TE WETEN IN WELKE MATE VOEDINGSSTOFFEN VOOR DE PLANT BESCHIKBAAR ZIJN, MOET EEN BODEMANALYSE WORDEN UITGEVOERD.

TEKST Arjan Mager, Altic bv Dronten / BEELD Scotts International

Omdat een sportveld onder alle weersomstandigheden bespeelbaar moet zijn, wordt aan de afvoer van water veel aandacht besteed. Het risico bestaat dat het bodemprofiel daardoor bij weinig neerslag snel uitdroogt. Een goede vochtvoorziening is belangrijk omdat gras voor 90% uit water bestaat. Bovendien is vocht nodig voor opname van voedingsstoffen voor de grasplant. Na het strooien van meststoffen (organisch of mineraal) zorgt vocht voor verplaatsing van de nutriënten naar de wortels van de planten. Gras kan via de wortels alleen opgeloste voedingsstoffen opnemen. Bij droge bodemomstandigheden is de kans op gebreksverschijnselen dan ook groter dan bij natte.

De invloed van de hoeveelheid vocht op de opname van voedingsstoffen is niet voor alle elementen even groot. Goed oplosbare voedingsionen (nitraat), die bovendien niet aan bodemdeeltjes worden gebonden, kunnen zelfs als het speelveld te droog is redelijk gemakkelijk door de wortels worden opgenomen. Het zijn de grotere ionen, zoals magnesium en calcium die minder makkelijk oplossen. Dit type voedingsstoffen (kationen) wordt gebonden aan organische stof en kleideeltjes in het bodemprofiel. Droogte heeft een negatieve invloed op de opname van deze elementen. Aangezien magnesium de belangrijkste bouwsteen van het bladgroen (chlorofyl) is, en calcium de bouwsteen van de cellen, is een tekort niet goed voor de ontwikkeling van de grasmat.

## Uitspoeling van voedingsstoffen

Als de toplaag van een bodem goed waterdoorlatend is, wordt overtollig water snel richting de drainage afgevoerd. Goed oplosbare voedingsstoffen, die zich slecht aan bodemdeeltjes binden, zijn gevoelig voor uitspoeling. Een groot deel van de meststoffen loopt samen met het overtollige water de sloot in.

Niet alle voedingsselementen spoelen even makke-

lijk uit. Een flinke regenbui heeft niet alleen invloed op de absolute hoeveelheid voedingsstoffen in de wortelzone, maar ook op de verhouding tussen de verschillende elementen. Kali spoelt bijvoorbeeld makkelijker uit dan magnesium. Nitraatstikstof is veel mobieler dan kali. Voor een aantal belangrijke elementen neemt de uitspoelingsgevoeligheid af in de volgorde: nitraat (N-NO<sub>3</sub>), sulfaat (S-SO<sub>4</sub>), kali (K), magnesium (Mg), calcium (Ca), fosfaat (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). Hierbij is de mobiliteit van fosfaat duidelijk het slechtst. Overmatige neerslag heeft daarom weinig invloed op de P-voorraad in de bodem en veel op de nitraat (N) beschikbaarheid.

De meeste uitspoeling van voedingsselementen vindt plaats in de periode waarin geen opname plaatsvindt. De wintermaanden dus. Om het nieuwe groeiseizoen bemestingstechnisch gezien goed te starten, is het van belang dat de voedingstoestand voor het groeiseizoen op peil is. Alle voedingsselementen moeten op dat moment voldoende beschikbaar zijn.

Voedingsselementen kunnen elkaar ook beïnvloeden. Door te veel kali te bemesten kan bijvoorbeeld Mg-gebrek ontstaan. Voor alle elementen geldt dat er genoeg beschikbaar moet zijn en dat de onderlinge verhouding tussen de elementen optimaal is voor opname door de wortels van het gras. De enige verantwoorde manier om tot een afgewogen meststoffenkeuze te komen en de juiste dosering vast te stellen, is met behulp van een analyse van de voedingstoestand van de toplaag.

## De bodem bekeken

Er bestaan verschillende methoden voor het analyseren van de hoeveelheid voedingsstoffen in de bodem. En er bestaan grote verschillen in de uitkomsten afhankelijk van de gebruikte methode. De reden hiervoor is dat veel nutriënten in verschillende vormen voorkomen. Ze kunnen opgelost zijn in het bodemvocht, gebonden zijn aan organische stof of kleidelen of zelfs anorganisch zijn vastgelegd. De methode van bodemanalyse bepaalt welk deel van de voedingsstoffen er wordt gemeten.

Een totaal-analyse wordt uitgevoerd met zeer agressieve vloeistoffen waardoor alle aanwezige elementen worden aangetoond. Dit betekent dat naast de vrij opneembare nutriënten ook de sterk gebonden vormen worden gemeten. Bij de meeste elementen is het (sterk) gebonden deel in de bodem veel groter dan de voor de plant beschikbare hoeveelheid. De relatie tussen de met dit type methode gevonden voedingsstoestand en de direct beschikbare nutriënten voor

het gras is niet groot. Omdat gebonden elementen niet of nauwelijks uitspoelen hebben de uitslagen een lange geldigheidsduur.

Het andere uiterste is de zwakke analysemethode. Hierbij wordt vrijwel alleen dat deel van de elementen gemeten dat al in het bodemvocht is opgelost. De totale hoeveelheid die hierdoor zichtbaar wordt, is onmiddellijk door het gras opneembaar. De geldigheidsduur van een dergelijke uitslag is echter beperkt. Door een flinke regenbui kan de hoeveelheid voedingsstoffen in het bodemvocht door uitspoeling eenvoudig afnemen. De tijdsperiode waarover een dergelijke analyse voorspellende waarde heeft, is dan ook beperkt.

## Evenwicht in de toplaag

Bij sommige elementen bestaat er een evenwicht tussen de sterk gebonden, zwak gebonden en de opgeloste of vrij opneembare vorm. Bij fosfaat bijvoorbeeld zit er maar een heel klein deel van de totale voorraad in het bodemvocht. Pas als er door de wortels fosfaat aan het bodemvocht wordt onttrokken gaat er weer gebonden fosfaat in oplossing. Bovendien kan gras de beschikbaarheid van gebonden voedingsstoffen beïnvloeden door pH-regulatie rond de wortels. Doordat de wortelpunten zuren uitscheiden, neemt de beschikbaarheid van voedingsstoffen toe.

Als bij een analysemethode alleen de reeds beschikbare voedingsstoffen worden gemeten, en niet het licht gebonden deel dat gedurende het groeiseizoen beschikbaar komt, wordt de voedingstoestand onderschat. Een onderschatting van de nutriëntenbeschikbaarheid leidt tot onnodig hoge bemestingsadviezen.

Een bodemanalysemethode voor gebruik op sportvelden dient het totaal van de voedingsstoffen aan te tonen die voor het gras opneembaar zijn. Door de intensieve beworteling van de toplaag, het lange groeiseizoen en het uitscheiden van zuren bij de wortelpunten kan gras zelfs een behoorlijk deel van de gebonden voedingsstoffen opnemen. De Spurway-methode is specifiek voor dit doel ontwikkeld. Door gebruik te maken van een licht zure – vergelijkbaar met de zuren die de wortels uitscheiden – extractievloeistof worden zowel de opgeloste voedingsstoffen als dat deel van de elementen dat zodanig gebonden is dat het beschikbaar kan komen, gemeten. Bovendien wordt met deze methode de verhouding tussen de elementen duidelijk. Omdat de elementen in dezelfde vloeistof worden gemeten wordt onderlinge beïnvloeding duidelijk. Hierdoor kunnen mogelijke problemen eerder worden onderkend.

## Jaarlijkse bodemanalyse

Op sportvelden heeft een jaarlijkse bodemanalyse de voorkeur. Analysemethoden die zo sterk zijn dat ze voor meerdere jaren waarde hebben, tonen voorraden aan waar het gras feitelijk niet over kan beschikken. Deze geven daarmee een onterecht gevoel van zekerheid. Bij een schrale opbouw, zoals op de meeste sportvelden, van de toplaag is de mobiliteit van de meeste elementen groot. Een goed voorbeeld is kalium. Op de meeste landbouwgronden is de uitspoeling van kalium klein omdat het gebonden is aan kleidelen en organische stof. Op schraal opgebouwde sportvelden is het uitspoelingsrisico daarentegen groot.

Het gehalte organische stof is op sportvelden veelal beperkt, kleidelen zijn in de toplaag vaak afwezig, en de waterdoorlatendheid is groot. In de landbouw kan, door het beperkte uitspoelingsrisico, een bodemanalyse op veel grondsoorten voor meerdere jaren waarde hebben. Op sportvelden om eerder genoemde redenen niet. ■



Met een grondboor wordt een monster van de bodem genomen. Dit monster gaat voor onderzoek naar het laboratorium.



# ALLE ELEMENTEN ZIJN ONMISBAAR VOOR DE PLANT

TEKST Jacob van Megen

ZOWEL DE HOOFDELEMENTEN ALS DE SPOORELEMENTEN ZIJN ONMISBAAR VOOR DE ONTWIKKELING VAN DE PLANT. IN HET KORT EEN BESCHRIJVING VAN DE MESTSTOF: WAT DOET HET VOOR DE PLANT EN HOE HERKEN JE EEN GEBREK?

## KALIUM

### Kalium in het kort

Chemisch symbool: K

In meststoffen aangeduid als: K<sub>2</sub>O (kali of kaliumoxide)

Gebrek: slechte groei, uitval

Overbemesting: gedrongen groei, magnesiumgebrek, uitval

Meststoffen: vinassekali, patentkali, organische meststoffen, kalizout

**Kalium** is in tegenstelling tot stikstof, fosfor en zwavel geen wezenlijk onderdeel van organische stof. Kalium is slechts oppervlakkig gebonden aan organische stof en aan kleideeltjes. Als beide in een bodem beperkt aanwezig zijn, spoelt kalium uit. Op lichtere gronden, zoals zandgrond en lichte zavel is een jaarlijkse onderhoudsgift dan ook aan te bevelen.

Kalium en magnesium zijn voor opname in de plant concurrenten van elkaar. Een te hoog gehalte aan kalium blokkeert de opname van magnesium en omgekeerd. Bij een matige beschik-

baarheid van kalium is de groei van de plant beperkt. Kaliumgebrek wordt ook wel aangezien als zoutschade omdat de verschijnselen qua uiterlijk niet zo veel van elkaar verschillen.

Een gebrek uit zich pas na verloop van tijd en is dan duidelijk zichtbaar aan afgestorven bladranden. Bij coniferen uit het zich door geelgroene naaldeinden aan de oudere takken. Later verkleuren de naaldeinden naar lichtgeel. De bladeren van tuinrozen krijgen bruine randen en bruinviolette inscheuringen. De kleuren van de bloemen worden na verloop van tijd bleek. ■

## FOSFOR

### Fosfor in het kort

Chemisch symbool: P

In meststoffen aangeduid als: P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (fosforzuuranhydride, fosforpentoxide)

Gebrek: slechte groei en beworteling, soms paarsverkleuring van het gewas

Overbemesting: kan leiden tot een gebrek aan spoorelementen

Meststoffen: vooral organische mest, maar ook natuurfosfaat, tripelsuperfosfaat, thomasslakkenmeel en minerale mengmeststoffen

**Fosfor** komt in de bodem in verschillende vormen voor. Een groot deel ligt opgeslagen als bodemeiwitten. Omdat fosfaat nauwelijks oplosbaar is, kunnen planten maar een klein deel vrij opnemen. Wanneer er in de bodem een hoog gehalte aan ijzer en aluminium zit, heeft dat een negatief effect op de opneembaarheid van fosfaat. Dit komt doordat er onder invloed van deze metalen slecht afbreekbare en onoplosbare zouten ontstaan, die door plantenwortels niet opneembaar zijn. Zo kan er een fosfaattekort ontstaan zonder dat er daadwerkelijk een gebrek hieraan in de bodem is.

Onopneembare verbindingen van fosfor kunnen vrijgemaakt worden door de bodem te verrijken met bodemleven zoals bacteriën, schimmels en fosfatase-enzymen. Plantenwortels kunnen zelf, door de afscheiding van organische zu-

ren, onopneembare fosforverbindingen vrijmaken. Ook wortelschimmels (mycorrhiza's) hebben een gunstig effect op moeilijk opneembaar fosfaat omdat ze het doorgeven aan de plantenwortel.

De wijze van toedienen is bij fosfaat bepalend voor het resultaat. Strooi je fosfaat boven op de grond dan dringt de meststof maar 1-3 cm de grond in. Dit geldt vooral voor minerale fosfaatmeststoffen (tripelsuperfosfaat). Zodra deze meststof oplost en in het bodemvocht terecht komt, wordt het aan de gronddeeltjes gebonden. Omdat plantenwortels op zoek gaan naar fosfaat blijven de wortels oppervlakkig. Hierdoor bereiken ze andere voedingsstoffen onvoldoende. In geval van een slecht functionerend gazon met een zeer laag fosfaatgehalte kun je bijvoorbeeld beter herinzaai overwegen waarbij je fosfaat door de gehele teeltlaag (0-25 cm) werkt. ■

## STIKSTOF

### Stikstof in het kort

Chemisch symbool: N

In meststoffen aangeduid als: NO<sub>3</sub> (nitraatstikstof), NO<sub>2</sub> (nitrietstikstof) of NH<sub>4</sub> (ammoniumstikstof)

Gebrek: lichte bladkleur, matige groei, minder eiwitten in het gras.

Overbemesting: donkere bladkleur, welig gewas, in extreme gevallen een gedrongen groei door te veel eiwit in het gras, uitval, vatbaarder voor ziekten

Meststoffen: organische meststoffen, bloedmeel, sojameel, kalkammonsalpeter, zwavelzure ammoniak, kalksalpeter, mengmeststoffen (NPK 12+10+18)

**Stikstof** is de belangrijkste bouwstof voor planten. Ze gebruiken deze voedingsstof voor de opbouw van hun cellen. Naast het direct opneembare nitraatstikstof kun je een stikstofreserve opbouwen door organische stoffen aan de bodem toe te voegen. Organische mest en compost hebben een regelmatige nalevering van stikstof. Dit komt doordat het bodemleven de organische mest langzaam afbreekt (mineralisatie) en omzet in nitraat. Er komen zo voortdurend voedingsstoffen vrij die opneembaar zijn voor de plant. Dit proces is ook afhankelijk van het zuurstof-

vermogen van de bodem en het bodemgebruik.

De stikstofbehoefte verschilt per plant, zowel in hoeveelheid als in de verdeling daarvan per seizoen. Het nitraatgehalte in de bodem wisselt ook per seizoen. In de wintermaanden ligt het lager omdat de mineralisatie dan stilstaat en omdat nitraat uitspoelt door neerslagoverschot. Tijdens de zomer wordt nitraat uit organische mest gevormd of het wordt direct door bemesting aan de grond toegevoegd. Gazons en sportvelden hebben in het groeiseizoen een bodemvoorraad van 50-100 kg/ha nodig. ■

## ZWAVEL

### Zwavel in het kort

Chemisch symbool: S

In meststoffen aangeduid als: SO<sub>4</sub>

Gebrek: verbleken van de bloemen (koolzaad)

Overbemesting: gedrongen groei

Meststoffen: kieseriet, patentkali, zwavelzure ammoniak

**Zwavel** is voor planten onmisbaar voor de vorming van eiwitten. Zwavelgebrek kwam tot voor kort nauwelijks voor, omdat luchtverontreiniging (zure regen) voor voldoende zwavelverbindingen in de bodem zorgde (depositie). Door alle maatregelen om rookgassen en diesel te ontzwellen komt een gebrek aan zwavel steeds vaker voor.

In de grond is zwavel hoofdzakelijk terug te vinden in humusverbindingen en in andere organische materialen. Deze organisch gebonden zwavel is voor planten niet beschikbaar. Het bodemleven moet zorgen voor nalevering van zwavel

door afbraak van organische stof. Een tekort komt dan ook hoofdzakelijk voor op percelen die te weinig organische mest hebben gehad.

Een teveel aan zwavel in de bodem bemoeilijkt de groei, vooral in droge perioden. Dit is eenvoudig op te lossen door het teveel aan zwavel met veel water uit de grond te spoelen. ■

# ALLE ELEMENTEN ZIJN ONMISBAAR VOOR DE PLANT

## NATRIUM

### Natrium in het kort

Chemisch symbool: Na

In meststoffen aangeduid als: Na<sub>2</sub>O (natriumoxide of natron)

Gebrek: bij groenvoorziening weinig voorkomende zoutminnende gewassen.

Overbemesting: slechte groei, uitval

Meststoffen: landbouwzout (50%), keukenzout (plm 50%), chilisalpeter (35%) en organische mest (< 1%)

**Natrium** is vooral belangrijk in de groenteteelt. Op klei- en zavelgronden is een jaarlijkse stalmestgift voldoende voor de aanvulling van natrium. Op zandgrond niet omdat natrium daar uitspoelt.

In borders, plantsoenen, gazons en sportvelden is een laag natriumgehalte niet relevant. Alleen een te hoog natriumgehalte kan voor problemen zorgen. Oorzaak van een hoog natriumgehalte is vaak het schommelen van de waterspiegel. In de zomer kan bijvoorbeeld het grondwater opeens erg hoog komen. Dit water verdampt waardoor alleen de zouten in de bodem achterblijven. Als de hoeveelheid zout te hoog wordt, krijgt de plant osmoseproblemen en blijft de groei achter. Door in-

tensief te beregenen (100-125 mm) met schoon (zoutarm) water is dit probleem op te lossen. Door deze behandeling elk jaar te herhalen kan je uiteindelijk evenwicht bereiken.

Een bijkomend probleem is dat bij een grond met een hoog zoutgehalte ook vaak een slechte luchthuishouding hoort. Beplanting die nog wel leeft komt dan verder onder druk te staan. Het is vaak moeilijk om zulke situaties onder controle te krijgen omdat het zuurstofbindend vermogen van een grond niet binnen een jaar te verbeteren is. ■

## MAGNESIUM

### Magnesium in het kort

Chemisch symbool: Mg

In meststoffen aangeduid als: MgO (magnesiumoxide, magnesia)

Gebrek: gedeeltelijke bladontkleuring, groei problemen, sterfte

Overbemesting: onderdrukking opname andere elementen, waaronder kalium en mangaan

Meststoffen: kieseriet (26%), bitterzout (16%), sulfamag (36%), magnesiumsulfaat (16%), organische mest (minder dan 3%)

**Magnesium** is het centrale atoom in bladgroen en speelt dan ook een belangrijke rol bij het fotosynthesep proces. Een tekort aan magnesium leidt tot snelle afbraak van bladgroen. Het is zichtbaar als bladontkleuring (chlorose). Naast magnesiumtekort door een laag magnesiumgehalte kan magnesiumtekort ontstaan door een hoog kaliumgehalte. Ook grote hoeveelheden natrium en ammonium in de bodem bemoeilijken de opname van magnesium.

Magnesium wordt aan de grond gebonden door organische stof en kleideeltjes. Lichte zandgronden kunnen magnesium matig vasthouden. Het zijn dan ook vaak zandgronden die een magnesiumbemesting nodig hebben. Voor gazons en sportvelden is magnesi-

um minder noodzakelijk dan voor borders, plantsoenen en rond laanbomen.

De goedkoopste vorm van magnesium is een koolzure magnesiakalk. Deze kan alleen gebruikt worden op gronden waar ook een pH-stijging nodig is. Deze vorm van magnesium werkt trager dan bijvoorbeeld kieseriet of bitterzout, want die zijn vrijwel direct opneembaar voor de plant. ■

## CALCIUM

### Calcium in het kort

Chemisch symbool: Ca

In meststoffen aangeduid als: CaCO<sub>3</sub> (koolzure kalk), CaSO<sub>4</sub> (calciumsulfaat)

Gebrek: slappe planten die niet goed water op kunnen nemen

Overbemesting: stagnerende groei, slechte voedselopname

Meststoffen: DCM groenkalk, AZ kalk, tuinkalk, magnesiumkalk, landbouwkalk, dolomietkalk, borgakal

**Calcium** komt in de bodem voor als zout (koolzure kalk CaCO<sub>3</sub>) of gips (calciumsulfaat CaSO<sub>4</sub>). Koolzure kalk staat voor de hoeveelheid vrije kalk in de grond zoals bijvoorbeeld schelpkalk. Koolzure kalk wordt meestal alleen aangetroffen bij een pH KCl hoger dan 6,3. Beneden de 6,3 is er op enkele uitzonderingen na weinig of geen koolzure kalk in de bodem aanwezig.

In tegenstelling tot wat vaak wordt gedacht, verhoogt calcium de pH niet. Alleen basisch werkende carbonaten, die eventueel aan calcium of magnesium gebonden zijn, verhogen de pH-waarde. Een stof als kalkammonsalpeter, die wel calcium bevat, verlaagt de pH zelfs zeer licht en kalksalpeter heeft nauwelijks invloed op de pH.

Bij kalkmeststoffen spreek je vrijwel

altijd over calcium en magnesiumcarbonaten die in de bodem een basische reactie geven en zuur neutraliseren. Er zijn veel variaties in de handel waarbij alleen het magnesiumgehalte en de zuurbindende waarde verschillen. Om kalkmeststoffen verantwoord toe te passen is bodemonderzoek noodzakelijk. Naast een pH-bepaling is het ook nodig om het organische stof- en het kleigehalte te meten. Afhankelijk van het organische stofgehalte kan de hoeveelheid kalk die nodig is om een pH te verhogen hoger of lager liggen. Door overbepaling kan blijvende schade ontstaan aan de bodemstructuur. Eenmaal gegeven kalk kan niet zomaar worden gecompenseerd of uit de grond worden verwijderd. ■

## SPOORELEMENTEN

**Spoorelementen:** ijzer (Fe), arsenicum (As), borium (B), zink (Zn), koper (Cu), mangaan (Mn), fluor (F), kobalt (Co) en molybdeen (Mo) zijn naast de hoofdvoedingselementen N, P, K, F, Ca en Mg nodig voor de plant. De spoorelementen worden maar in zeer kleine hoeveelheden door de plant opgenomen, maar ze vervullen essentiële functies bij de opbouw van de plant en bij de vorming van vitaminen en hormonen.

Bij te lage gehalten in de bodem lopen groei, kwantiteit en kwaliteit van de opbrengst snel terug. Alleen bij veel te lage gehalten treden er zichtbare gebreksverschijnselen op. Deze verschijnselen kun je door het blad te bespuiten met

de spoorelementen goed behandelen. In het algemeen is het in de groenvoerzieningssector niet nodig om gebruik te maken van speciale spoorelementenmeststoffen. De meeste problemen kun je voorkomen door ervoor te zorgen dat de bodem een optimale zuurgraad heeft. Als je toch zulke meststoffen moet gebruiken, kun je ze het best oplossen in water. De te doseren hoeveelheid is erg klein. Om een voorbeeld te geven: de hoeveelheid aan koper-, borium-, kobalt-, molybdeen- en zinkmeststoffen ligt zo rond de 50-300 gram per 100 m<sup>2</sup>. Omdat deze hoeveelheid lastig te verdelen is, worden spoorelementen vaak met andere meststoffen gemengd,

maar zelfs dan leidt de gift tot ongelijke verdeling. Het beste resultaat bereik je met een 0,25% oplossing: 25 gram meststof opgelost in 10 liter warm (50-60%) leidingwater. Bij molybdeen is 10 gr meststof op 10 l water gewenst. ■



# LANGZAAMWERKENDE MESTSTOFFEN

HET AANBOD LANGZAAMWERKENDE MESTSTOFFEN OP DE NEDERLANDSE MARKT NEEMT TOE. WELKE SOORTEN MESTSTOFFEN ZIJN ER EN HOE WERKEN ZE?

**TEKST** Jan Robben, HAS in Den Bosch / **BEELD** Scotts International

**B**ij langzaamwerkende mengmeststoffen komen de voedingsstoffen, zoals ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ), kalium ( $\text{K}^+$ ) en fosfaat ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ) langzamer en gelijkmatiger verdeeld over het jaar vrij. Omdat de voedingsafgifte gelijkmatig verloopt, hoeven de korrels minder vaak gestrooid te worden. Dit betekent dat een sportveld of een gazon minder groeipieken kent. Het snel bijsturen van de groei is met deze meststoffen niet goed mogelijk. Voor renovatie van een kapot getrappt grasveld, bijvoorbeeld rond een doelgebied, blijft de groenvoorziener dan ook aangewezen op een snelwerkende variant.

## Langzaam of gecontroleerd

Meststoffen met een langzame werking worden grofweg onderverdeeld in langzaam vrijkomende en gecontroleerd vrijkomende meststoffen. Bij de eerste groep komen de voedingsstoffen vrij door de activiteiten van bacteriën en schimmels in de bodem. Deze meststoffen kunnen bestaan uit langgerekte ketens van stikstof-fosfaat en kalimoleculen. De bacteriën in de bodem breken de ketens af waardoor de meststoffen mondjesmaat vrijkomen. Als de bodem koud is, en de plantengroei stilstaat, is er weinig bacterieactiviteit en komen de voedingsstoffen nauwelijks vrij. Wanneer in het voorjaar de bodemtemperatuur stijgt, neemt ook het bacterieleven toe en komen de voedingsstoffen vrij.

Bij gecontroleerd vrijkomende meststoffen zitten de belangrijkste voedingselementen (N, P, K) ingepakt in een coating die uittreding van de voedingsstoffen verhindert. De bodemtemperatuur en het vochtgehalte bepalen de afgifte. De chemische vorm waarin de voedingsstoffen in deze meststoffen voorkomt, bepaalt de oplosbaarheid. Ook de zuurgraad van de bodem is belangrijk voor het in oplossing gaan van de meststoffen. In een neutrale grond lossen fosfaat en kalkmeststoffen nauwelijks op. Is de grond zuur dan gebeurt dit wel en komen voedingselementen en structuurverbeterende stoffen vrij.



## Gecoate mest

Gecoate meststoffen zijn mestkorrels met een omhulsel. Dit kan een laagje hars zijn of een laagje zwavel. Een veel toegepaste coating is een dun laagje zwavel met daaromheen een dun laagje polymeer, wax of olie om de korrels tegen vochtindringing te beschermen. Het vrijkomen van de voedingsstoffen is afhankelijk van de temperatuur en het vochtgehalte van de bodem, de biologische activiteit, de grondsoort en het zoutgehalte. Door een hogere bodemtemperatuur zet de korrel uit. Hierdoor ontstaan kleine scheurtjes waardoor het bodemwater binnendringt, de meststof oplost en naar buiten treedt. Een stijging van temperatuur leidt tot een grotere afgifte van voedingsstoffen. Als de bodemtemperatuur zakt, sluiten de scheurtjes zich en stopt de uittreding van nutriënten. De werkingsduur van gecoate meststoffen wordt daarom altijd aangegeven afhankelijk van de temperatuur. Ook de dikte van de coating is van invloed op de werkingsduur. ■

# COMPOST EN COMPOSTSOORTEN

GROENCOMPOST, ZEER SCHONE COMPOST OF ZWARTE GROND. HET ZIJN IN FEITE ALLEMAAL VERTEERDE ORGANISCHE MATERIALEN DIE DE BODEMVRUCHTBAARHEID VERBETEREN. HET VERSCHIL ZIT IN DE WETTELIJKE SAMENSTELLINGSEISEN.

**TEKST** Jacob van Megen m.m.v. Brancheorganisatie voor composteerders (BVOR) / **BEELD** Den Ouden Groenrecycling

Zowel compost als zwarte grond verbeteren de structuur en daarmee de stabiliteit van de bodem. Het vochthoudend vermogen van de bodem neemt daardoor toe. Bovendien heeft compost ziekteverwekkende eigenschappen. Ook verhogen compost en zwarte grond de kationenuitwisseling. Behalve een betere bodemvruchtbaarheid, wordt hierdoor ook uitspoeling van mineralen (stikstof (N) en fosfaat (P)) naar het grondwater voorkomen. Wanneer compost onvoldoende is uitgerijpt, verbruikt het materiaal zuurstof en gaat het de concurrentie aan met de zuurstofbehoefte van de plantenwortel. Als de zuurstofhuishouding van de bodem niet in orde is, kan een compostgift met onvoldoende uitgerijpte compost leiden tot plantuitval.

## Twee soorten

Er bestaan globaal twee soorten compost. De ene soort is gemaakt uit een combinatie van GFT- en dierlijk afval, de andere is gemaakt uit uitsluitend groenafval (groencompost of natuurcompost). In beide gevallen zijn de gebruikte afvalstoffen door micro-organismen omgezet tot een eindproduct waarin een langzame afbraak plaatsvindt. In dit zogenoemde stabiele eindproduct wordt onderscheid gemaakt tussen drie kwaliteiten: zeer schone compost, compost of zwarte grond.

Wettelijk mag compost pas compost genoemd worden als het meer dan 20% organische stof bevat. Bovendien moet compost voldoen aan de normen voor zware metalen en arseen (zie tabel). De eisen voor zeer schone compost zijn strenger. Vooral de eisen voor zink blijken in de praktijk vaak moeilijk haalbaar. Omdat compost sinds 1 januari 2006 onder de nieuwe mestwetgeving valt, is het gebruik ervan aan doseringsnormen gebonden (maximaal 6 ton droge stof/ha/jaar = 1,2 kg/m<sup>2</sup> of een laag van 15 mm).

## Zwarte grond

Zwarte grond is een mengsel van bodembestanddelen en bewerkte organische afvalstoffen, zowel dierlijk als plantaardig. De definitie van zwarte grond is ruim, want ook compost bevat bodembestanddelen. In feite is zwarte grond hetzelfde materiaal als compost, maar het onderscheidt zich door andere



samenstellingseisen voor zware metalen en arseen. Voor zwarte grond zijn die strenger dan voor compost, omdat zwarte grond officieel geen doseringsnormen kent en niet als zodanig opgenomen is in de mestwetgeving. Daarin wordt uitsluitend over compost gesproken. Het fosfaat en de stikstof in compost, en dus ook in zwarte grond, tellen mee voor de gebruiksnormen die de wet aan deze mineralen stelt. Compost heeft hierbij wel een uitzonderingspositie omdat dit product een fosfaatvrijstelling kent. Dit betekent dat 50% van de fosfaat meegeteld wordt in de gebruiksnorm, met een maximum van 3,5 kg/ton droge stof. Bij stikstof ligt die vrijstelling op 10%. ■

Maximale gehalten zware metalen en arseen volgens BOOM (Besluit kwaliteit en gebruik Overige Organische Meststoffen (mg/kg droge stof)

	Zeer schone compost	Compost	Zwarte grond L = percentage lutum H = percentage organische stof
Cadmium	< 0,7	< 1	0,4 + 0,0007 (L+3H)
Chroom	< 50	< 50	50 + 2L
Koper	< 25	< 60	15 + 0,6 (L+H)
Kwik	< 0,2	< 0,3	0,2 + 0,0017 (2L+H)
Nikkel	< 10	< 20	10 + L
Lood	< 65	< 100	50 + L+H
Zink	< 75	< 200	50 + 1,5 (2L+H)
Arseen	< 5	< 15	15 + 0,4 (L+H)

Het organische stofgehalte van compost moet tenminste 20% van het droge stofgehalte bedragen. Is het gehalte lager dan gelden de normen voor zwarte grond.



# ORGANISCHE MESTSTOFFEN

MESTSTOFFEN MET EEN PLANTAARDIGE OF DIERLIJKE OORSPRONG WORDEN ORGANISCH GENOEMD. HET ZIJN IN FEITE BODEMVERBETERAARS. ZE DRAGEN BIJ AAN EEN ACTIEF BODEMLEVEN EN HOUDEN ZO DE STRUCTUUR VAN DE BODEM OP PEIL.

**TEKST** Jacob van Megen / **BEELD** Ferm-o-Feed Zeeland

Wanneer het organische stofgehalte in de bodem op peil is, heeft de bodem minder last van droogte omdat water en voedingsstoffen zich beter aan de gronddeeltjes laten binden. Voedingsstoffen spoelen daardoor minder snel uit. Op kleigronden heeft organische stof bovendien een structuurverbeterende werking. Ook is organische stof een belangrijke voedingsbron voor het bodemleven. Regelmatig toedienen van organische stof in de vorm van tuinturf, stalmest, compost, champignonmest, kippenmest of drijfmest houdt de vruchtbaarheid, de structuur, het waterhoudend vermogen, het adsorptievermogen en het bodemleven op peil. Er moet bij een organische mestgift dan wel evenveel organische mest worden toegediend als er jaarlijks in de grond wordt omgezet (humificatie) in voor de planten opneembare voedingselementen. Voor bodemverbetering met organische stoffen zijn dan ook grote hoeveelheden organische mest nodig (zie kader).

## Afbraakproces

Sommige organische stoffen, zoals groenbemesters breken gemakkelijk en snel af. Andere meststoffen, zoals dierlijke mest en gft-afval zijn veel moeilijker afbreekbaar. Deze meststoffen zijn al een fase eerder door micro-organismen onder handen genomen om de massa af te breken. Wat overblijft, is minder gemakkelijk afbreekbare compost.

De chemische samenstelling van het organische materiaal, of de verhouding tussen koolstof/stikstof (het



C/N-quotient) is verantwoordelijk voor de afbraaksnelheid. Ligt deze waarde beneden de 10, dan is er betrekkelijk veel N aanwezig en zullen de bacteriën het product gemakkelijker afbreken.

De hoeveelheid minerale bestanddelen in organische meststof loopt uiteen. Sommige soorten mest bevatten veel kalk en verhogende pH, andere werken juist verzurend. Ook zijn er organische meststoffen die veel organische stof maar geen hoofdelementen of sporenelementen bevatten. Door strengere milieueisen en mestwetgeving in de jaren 90, is de productie van de organische mestkorrel flink toegenomen.

## Kippenmestkorrels

Bij de productie van de organische kippenmestkorrels van Ferm-O-Feed worden diverse grondstoffen gemengd en gefermenteerd. Tijdens het fermentatieproces wordt een deel van de ammoniakale stikstof (NH<sub>3</sub>) omgezet in organische stikstof. Alle eventueel aanwezige ziektekiemen en kiemkrachtige onkruidzaden worden hierbij gedood. De mestkorrel die zo ontstaat is deels opgebouwd uit humuszuren die de aanwezige mineralen in de grond vrijmaken. Gebonden mineralen komen hierdoor geleidelijk beschikbaar voor opname door de plantenwortel. Omdat organische stof door het bodemleven wordt omgezet tot humus- en aminozuren, verhoogt het gebruik van mestkorrels ook de microbiologische activiteit in de bodem. Voor dit proces is echter zuurstof nodig. De bodem moet dus een goede zuurstofhuishouding hebben om dit soort mest te kunnen verwerken. ■

## Benodigde hoeveelheid

Stel dat de cultuur- of zwarte grondlaag met een oppervlakte van 1 ha, 3 miljoen kilo weegt, dat het humusgehalte 4% is en dat jaarlijks 2% van de totale hoeveelheid humus wordt omgezet. Jaarlijks moet er dan per ha 2.400 kg humus gecompenseerd worden door de aanvoer van organische stof. Omdat niet alle organische stof even makkelijk afbreekt, is er voor het bepalen van de verteerde hoeveelheid humus een humificatiecoëfficiënt ingevoerd. Bij stalmest ligt dit getal op 50%. Dit betekent dat er na één jaar nog maar 50% over is van de vers aangevoerde stalmest. Omdat stalmest een organische stofgehalte heeft van 14%, bevat een ton stalmest 140 kg organische stof. Na humificatie blijft daar nog 70 kg van over. Om 2.400 kg humus te compenseren moet er dus  $2.400 : 70 = 35$  ton stalmest/ha worden aangevoerd.

# BEMESTINGSADVIES VOOR EEN TUIN

HOE GAAN DE VERSCHILLENDE BODEMANALYSEBEDRIJVEN OM MET DE BODEM? HOE DUIDEN ZE DE GEANALYSEERDE WAARDEN? EN VANUIT WELKE VISIE WERKEN ZE? TWEE BEDRIJVEN GEVEN AAN DE HAND VAN EEN BODEMANALYSE EEN BEMESTINGSADVIES. CARL KOCH VAN KOCH BODEMTECHNIEK LAAT ZIEN HOE HIJ TE WERK GAAT BIJ EEN PRIVÉ-TUIN EN THEO VAN MIERLO VAN BLGG DOET DAT VOOR EEN SPORTVELD.

TEKST / BEELD Jacob van Megen

Analyselijst bodemonderzoek sierteelt					
Perceelnaam	Labnr.	Monsterlaag	Grondcode	bodempakket 2 bemesting+bodemvruchtbaarheid	datum
privé-tuin	31051	0-20 cm	10	200.SXY	20 januari 2006
Bodemconditie	Monster analyse	Streefwaarde	Beoordeling	Opmerking	
Organische stof	2,4	6,8	te laag	totaal organische stof	
Zuurstofvermogen	160	350	vrij laag	maat voor zuurstof verbruik	
Bacteriegetal aëroob	7	30	matig	met zuurstof levende bacterien	
Bacteriegetal anaëroob	0,02	< 0,3	gunstig laag	zonder zuurstof levende bacteriën	
Sulfidevormende bacteriën	0	< 3	gunstig laag	teken van slechte microbiologische bodemprocessen	
Gisten totaal	0	< 20	normaal	maat voor aanwezigheid van zetmeel of suikers	
Schimmels totaal	190	70	hoog	normaliter 3 x aëroob bacteriegetal	
Lutum (kleigehalte) %				geen standaard bepaling (optie)	
Zuurgraad pH CaCl <sub>2</sub>	4,7	5,4	matig	normaal tussen 5,0 en 7,3 vergelijkbaar met pH Kcl	
Calcium reserve	0,2	0,5	normaal	uitgedrukt als % CaCo <sub>3</sub>	
Belangrijkste mineralen voor plantengroei					
Stikstof					
Minerale Stikstof Totaal	49	80	matig	in kg zuivere stikstof (N)/ha	
Minerale Stikstof Ammoniumvorm	44	< 10	te hoog	kg zuivere stikstof (N)/ha	
Minerale Stikstof Nitraatvorm	5		zeer laag	kg zuivere stikstof (N)/ha	
Totaal Organische Stikstof	3,4	5	matig	organische stikstof in ton/ha	
C/N quotiënt organische stof	11	9	goed	verhouding koolstof:stikstof in de organische stof	
Fosfaat/Fosfor					
Fosfor opneembaar	0,11	0,4	zeer laag	opneembaar fosfaat voor de plantenwortel	
Fosfor (P-AL)	36	65	matig	landbouwkundig fosfaat getal	
Fosfor totaal	2,2	4	matig	totaal fosfaat als ton P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha	
Fosfor organisch gebonden	1		te laag	in humus of organische stof vastgelegd fosfor	
Fosfor anorganisch	0,2	< 1,0	normaal	slecht beschikbaar fosfaat in ton/ha	
Kalium					
Kalium opneembaar	1		zeer laag	direct opneembaar kali voor de plantenwortel	
Kalium (K-HCl)	1		zeer laag	landbouwkundige kaliumreserve	
Kaligetel	2	30	zeer laag	landbouwkundige berekening tot eenheidsgetal	
Magnesium					
Magnesium opneembaar	40	160	zeer laag	MgO-NaCl (mg Mg/kg) door plant opneembaar magnesium	
Magnesium uitwisselbaar	67		laag	magnesiumreserve in mg MgO/kg	
Zoutgehaltes en overige elementen: (in mg per kilo droge grond)					
voedingsstoffen die in de grote gehalten ongunstig zijn voor de plantengroei					
Natrium uitwisselbaar	4	10	goed/normaal	belangrijk voor bieten en vee	
Zwavel opneembaar	30	35	voldoende	grotendeels in de vorm van sulfaat	
Zwavel uitwisselbaar	44	150	matig	grotendeels in de vorm van Sulfaat	
EC geleidbaarheid	0,01	0,3	te laag	totale zoutdruk in bodemvocht	
Microplanten-voedingsstoffen: in mg element per kilo droge groen)					
de spoorelementen zijn in kleine hoeveelheden belangrijk voor planten					
Borium (heetwater oplossing)	0,33	0,35	vrij normaal	essentieel voor de plantengroei	
Kobalt (azijnzuur oplossing)	0,05	0,35	laag	voedingselement mens en vee	
Koper opneembaar	0,06	0,12	vrij laag	teveel is schadelijk voor het bodemleven	
Koper uitwisselbaar	1,6	2	voldoende	teveel is schadelijk voor het bodemleven	
Silicium opneembaar	7	35	vrij laag	noodzakelijk voor de celstevigheid	
Silicium uitwisselbaar	140	250	normaal		
Zink opneembaar	8	0,15	te ruim	essentieel voor plant, mens en dier	
Zink uitwisselbaar	22	20	goed	teveel is schadelijk voor het bodemleven	
Molybdeen uitwisselbaar	0,04	0,1	laag	essentieel voor plant, mens en dier	
Mangaan opneembaar	2,4	0,5	te ruim	essentieel voor plant, mens en dier	
Mangaan uitwisselbaar	10	90	laag	mangaanreserve	
Ijzer actief	2	1	normaal	essentieel element voor plant, mens en dier	
Ijzer uitwisselbaar	320	< 500		reserve aan potentieel actief ijzer	
Ijzer totaal	2200		normaal	totaal oor sterk zuur extraheerbare reserve	
Aluminium actief	6	1	te ruim	schadelijk element voor plant, dier en mens	
Aluminium uitwisselbaar	690	< 400	ruim	aan potentieel actief aluminium	
Aluminium totaal	2500		normaal	totaal door sterk zuur extraheerbare reserve	
Zware metalen: (uitgedrukt in mg/kg droge grond)					
zware metalen kunnen in geval van verhoogde gehalten schadelijk zijn					
Lood totaal	20	< 25	voldoende laag		
Cadmium opneembaar	0,06	< 0,015	te hoog		

Het bedrijf van Carl Koch, Koch Bodemtechniek in Deventer, geeft milieuvragen, doet bodemonderzoek en geeft bodemvruchtbaarheidsadvies voor de veehouderij en de groenvoorziening. Groenvoorzieners en hoveniers roepen de hulp van Koch in bij nieuwe aanleg en bij onderhoudsprojecten. Carl Koch geeft er de voorkeur aan te adviseren bij nieuwe aanleg. Hij is van mening dat bij onderhoudsprojecten de mogelijkheden beperkt zijn omdat sommige meststoffen dan alleen boven op de grond toegediend kunnen worden. Koch: „Bij onderhoudsprojecten kun

je alleen een gedeelte van het voedselmagazijn op orde brengen. Bij nieuwe aanleg kun je het volledige magazijn op orde brengen, en eventuele problemen in de teeltlaag aanpakken. De biologische verhoudingen in de bodem zijn van grote invloed op de keuze van de meststoffen. Soms kan een grond slecht presteren met een bemesting van stalmest, terwijl het in een andere situatie de ideale keuze is. Het hangt af van de bodemprocessen die kunnen worden afgelezen uit een bodemanalyse. Dit betekent dus het einde van het Hendrik-Jan-de-tuinman-denken.” ■

**Bemestingsadvies van Carl Koch:** „Op de eerste plaats wil ik opmerken dat dit bodemadvies beslist niet als onderhoudsbemesting voor deze border kan worden gezien. In mijn beoordeling ben ik uitgegaan dat de tuin in het voorjaar van 2006 opnieuw wordt aangelegd. Het advies is er dan ook op gericht om de meeste tekortkomingen in de bodem radicaal te verbeteren, om zo een zo goed mogelijke groei voor een brede groep planten en struiken te realiseren. Dit betekent dat ik in mijn advies een bemestingstekort aanpak, maar ook dat ik rekening houd met de lucht- en waterhuishouding, en de aanwezigheid of de kansen van het bodemleven. Uit deze analyse blijkt dat bijvoorbeeld de zuurstofhuishouding duidelijk te wensen overlaat. Maatregelen, zoals verbeterde waterafvoer en structuurverbetering zijn noodzakelijk.

Qua aanbevolen hoeveelheden meststoffen wil ik opmerken dat ons bedrijf ook zuiniger bemestingsadviezen afgeeft, maar dat is een optie. Deze zuinigere adviezen zijn gericht op extensieve projecten. Bodemverbetering is in deze projecten minder belangrijk dan voedingseisen en een redelijke plantengroei. Wel worden bij extensieve projecten meer eisen gesteld aan de beplanting.”



Koch Bodemtechniek  
www.eurolab.nl

## Bemestingsadvies

<b>Bemestingsadvies 1:</b>	Werk voor het klaarmaken van het plantbed, de volgende meststoffen door de grond (in de laag 0-25 cm)
<b>Bodem verbeteraar:</b>	Meng eerst 13 kg natuurfosfaat, 20 kg basaltmeel en 15 kg betoniet door 11 m <sup>3</sup> tuinturf en meng deze daarna door de hele teeltlaag (maximaal 25 cm diep). Omdat tuinturf verzurend werkt, mag in dit geval (na verrekening van alle eventueel aan de tuinturf toegevoegde bodemverbeteringsmaterialen) nog aanvullend 45 kg kalk door de tuinturf heen gewerkt worden
<b>Compost</b>	Verwerk 10 ton zeer goed verteerde compost niet dieper dan 10 cm door de grond
<b>Stikstof</b>	Geef of 10 kg bloedmeel of 39 kg lucernestro of 15 kg sojameel is gewenst
<b>Kalk:</b>	Zuurminnende gewassen: geef 0 kg koolzure magnesiakalk Matig zuurminnende gewassen: geef 8 kg koolzure magnesiakalk Overige gewassen: geef 32 kg koolzure magnesiakalk
<b>Bemestingsadvies 2:</b>	Hark, bij het klaarmaken van het plantbed, de volgende meststoffen door de grond (in de laag 0,5 cm)
<b>Magnesium</b>	Geef of 9 kg magnesiumsulfaat of 4 kg sulfaat (35%MgO). Hierdoor verbetert tegelijkertijd het element zwavel
<b>Onderhoudsadvies 2007</b>	
<b>Stikstof</b>	Geef in maart 11 kg bloedmeel, 48 kg lucernestro, of 18 kg sojameel
<b>Magnesium</b>	Geef of 9 kg magnesiumsulfaat of 4 kg sulfamag
<b>Kalk:</b>	Zuurminnende gewassen: geef 0 kg koolzure magnesiakalk Matig zuurminnende gewassen: geef 0 kg koolzure magnesiakalk Overige gewassen: geef 10 kg koolzure magnesiakalk
<b>Onderhoudsadvies 2008</b>	
<b>Stikstof</b>	Geef in maart 11 kg bloedmeel, 48 kg lucernestro, of 18 kg sojameel
<b>Magnesium</b>	Geef of 9 kg magnesiumsulfaat of 4 kg sulfamag
<b>Kalk:</b>	Er is geen kalkbemesting noodzakelijk
<b>Onderhoudsadvies 2009</b>	
<b>Compost:</b>	Verspreid 1 ton compost over de grond
<b>Overige meststoffen:</b>	Niet noodzakelijk



# CHEMISCHE PROCESSEN IN DE ACHTERTUIN

DE BESCHIKBAARHEID VAN NUTRIËNTEN IS AFHANKELIJK VAN CHEMISCHE BODEMPROCESSEN. DE pH-WAARDE IS HIERBIJ ESSENTIEEL, MAAR OOK DE KATIONENUITWISSELING (C.E.C) EN DE C/N-VERHOUDING ZIJN BELANGRIJK.

TEKST / BEELD Jan Robben, HAS den Bosch en Rogier Leurs, Scotts International

De pH-waarde is een belangrijke bodemeigenschap als we praten over het beschikbaar maken van voedingsstoffen. De pH is een maat voor de concentratie van vrije waterstofionen (H<sup>+</sup>). Hoe meer er van die ionen in de grond voorkomen, des te zuurder is de grond en des te lager is de pH.

Bodemverzuring is een natuurlijk proces als gevolg van de ionenuitwisseling tijdens de voedselopname. Wanneer een plant K<sup>+</sup> en NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (nitraat) uit de bodem opneemt, worden H<sup>+</sup>-ionen en HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>-ionen (waterstofbicarbonaat) aan het bodemvocht geleverd. Deze H<sup>+</sup>-ionen worden deels vastgelegd aan de negatief geladen klei- en humusdeeltjes. Het negatief geladen HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> kan worden geneutraliseerd door reactie met de H<sup>+</sup>-ionen of kan uitspoelen. Ook productie van CO<sub>2</sub> bij de ademhaling van bodemorganismen leidt tot een verzuring van de bodem dus tot een lage pH. Een lage pH in de grond heeft een aantal nadelen:

- Afname van de beschikbaarheid van fosfaten omdat bij een lage pH het fosfaat vaak in een niet-opneembare vorm aanwezig is. Bovendien kan dit fosfaat deels gebonden zijn aan ijzer;
- Gebrek aan magnesium en molybdeen op de zure zandgronden;
- Gevaar voor overmatige opname van aluminium, ijzer, lood en mangaan. Deze elementen zijn erg mobiel en dus goed opneembaar;
- Verslechtering van de structuur op kleigronden door een hoog aandeel H<sup>+</sup>-ionen;
- Vermindering van de activiteit van het microbiologische bodemleven. Het gevolg hiervan is verdichting en

een slechte afbraak van organisch materiaal waardoor viltvorming ontstaat.

Ook aan een te hoge pH-waarde zitten bezwaren:

- Slechte beschikbaarheid van diverse sporelementen omdat ze neerslaan in moeilijk oplosbare verbindingen;
- Gebrek aan ijzer-, mangaan-, koper- en borium neemt toe. De invloed van de pH op de opname is overigens niet bij al deze elementen even groot;
- Ontstaan van wormenplagen op zandgronden en lichte zavelgronden. De wormenplagen werken schimmelziekten in de hand;
- Structuur van zandgronden worden gemakkelijk te los. Dat komt doordat een hoge pH gunstig is voor de ontwikkeling van bacteriën. Deze breken de organische stof af die de zandkorrels aan elkaar bindt;
- Ontwikkeling van straatgras op sportvelden. Dit gaat ten koste van andere grassoorten.

## Concurrentie bij de opname

Voordat voedingsionen worden opgenomen, vindt er een selectie plaats door de wortels van de plant. In de wortelcelwanden bevinden zich plantgebonden draagstoffen (carriers), die zich specifiek aan één of meerdere ionen kunnen binden en ze vervolgens door de celwand transporteren. Deze selectiviteit van de wortel bij de ionenopname verklaart waarom helmgras zich in een wat zoutig milieu kan handhaven, terwijl een orchidee liever op een kalkrijke bodem groeit. De selectiviteit van de plantenwortel wordt minder als de concentratie van andere, gelijkgeladen ionen

toeneemt. Een voorbeeld is de verminderde opname van magnesium (Mg<sup>2+</sup>) bij een hoog kalium (K<sup>+</sup>) gehalte. Het magnesium is wel aanwezig, vaak zelfs in voldoende mate, maar door een overmaat aan het positief geladen kalium, wordt het Mg-ion niet gebonden aan de carrier. Het wordt als het ware weggedrukt. Dit verschijnsel, waarbij voedingsionen van gelijke lading elkaar tegenwerken of beconcurreren (zie kader op pag. 43), wordt antagonisme genoemd. Tegengesteld geladen ionen hebben vaak een gunstige invloed op elkaars opname. Zo bevorderen NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-ionen de opname van Mg<sup>2+</sup>-ionen.

## Binding van kationen

Klei- en humusdeeltjes, ook wel klei-humuscomplex of adsorptiecomplex genoemd, hebben een negatieve oppervlaktelading en kunnen daardoor positief geladen voedingsionen (kationen), zoals K<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup> en NH<sub>4</sub><sup>+</sup> aan zich binden (adsorberen). Dit werkt als volgt: na een bemesting met een goed oplosbare kali-meststof, wordt een deel van de kalium aan het adsorptiecomplex gebonden. Dit proces stopt zodra er evenwicht is tussen de hoeveelheid ionen, opgelost in het bodemvocht en de hoeveelheid geadsorbeerde ionen.

Wanneer de planten ionen uit het bodemvocht opnemen, wordt het evenwicht verstoord. Op dat moment laten voedingsstoffen van het adsorptiecomplex los om het evenwicht te herstellen, maar vaak worden de opgevallen plaatsen ingenomen door het structuurbevredende H<sup>+</sup>-ionen. Omdat het adsorptiecomplex enkel de positief geladen deeltjes bindt, wordt uitspoeling van positief geladen deeltjes, direct na een overmatige regenbui voorkomen. De tabel op pag. 43 geeft een overzicht van een mogelijke verdeling van kationen aan het adsorptiecomplex. Opvallend is de grote hoeveelheid Ca aan het complex. Zelfs in zure gronden is er vrijwel altijd genoeg uitwisselbare Ca aanwezig.

## Weergave bodemanalyse

Bij een bodemanalyse wordt ook het ionenadsorberende vermogen gemeten. Op het analyseformulier is dit terug te vinden als Cation Exchange Capacity (C.E.C.) – kation uitwisselend vermogen. De eenheid waarin dit vermogen wordt uitgedrukt is mmol/kg droge grond. Een C.E.C. van bijvoorbeeld 65 mmol/kg betekent dus dat

er 65 mmol kationen vastgehouden en uitgewisseld kan worden per kg droge grond. De totale hoeveelheid voedingselementen die op deze wijze gebonden kan worden, is behoorlijk groot. In de toplaag van een sportveld kan de hoeveelheid gebonden kalium (K<sub>2</sub>O) oplopen tot 100 kg of meer zuiver product.

Het uitwisselend vermogen van een bodem is op peil te houden of zelfs te verhogen door een gift van stabiele compost of zeolieten – waterhoudende aluminumsilicaat die tijdelijk ionen bindt. Ook met kalk is het uitwisselend vermogen van de grond te verbeteren. Een kalkgift (Ca<sup>2+</sup>) onttrekt het verzurende (structuurverslechterende) H<sup>+</sup> aan het adsorptiecomplex. Om er zeker van te zijn dat alle H<sup>+</sup>-ionen van het complex verdwijnen moet er zeer veel kalk gestrooid worden.

Veel kalk heeft ook een negatief effect. Door een overmaat aan Ca<sup>2+</sup> worden ook de Mg<sup>2+</sup>-ionen van het adsorptiecomplex afgedrukt. Die komen vervolgens in het bodemwater en kunnen uitspoelen. In de praktijk wordt dit probleem opgelost door gebruik te maken van Mg-houdende kalkmeststoffen. Op humushoudende zandgronden kan te veel kalk leiden tot een explosieve groei van bacteriën, die het humusgehalte van de grond versneld afbreken. Op zandgronden is om deze reden de gewenste pH vaak beneden de 5,5.

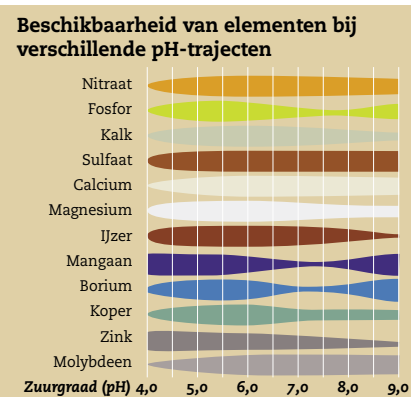
## C/N-verhouding

De C/N-verhouding zegt iets over de mate waarin stikstof vrijkomt na een mestgift. Tijdens het afbraakproces (mineralisatie) verbranden bacteriën tweederde van de aanwezige koolstof (C). Dit gaat als CO<sub>2</sub> de lucht in. Een derde van de koolstof wordt vastgelegd in de microbiële eiwitten. Stikstof en koolstof zijn vastgelegd in een bepaalde verhouding. Bij het onderwerken van mest met een hoge C/N-verhouding (verse stalrest C/N = 50) komt er tijdens de afbraak in eerste instantie geen stikstof vrij. Dit komt omdat tijdens het vastleggen van de koolstof ook een deel van de stikstof uit de bodem wordt vastgelegd. Dit vastleggen van stikstof door bacteriën wordt N-immobilisatie genoemd. Het heeft tot gevolg dat er te weinig stikstof voor de planten beschikbaar is. Bij het toepassen van organisch materiaal met een lagere C/N-verhouding – overjarige stalrest C/N = 20 – speelt dit probleem niet. ■

## Beschikbaarheid van de elementen bij verschillende pH-waarden

Er zijn goed oplosbare meststoffen en minder goed oplosbare. De pH speelt hierbij een grote rol. Een simpel voorbeeld: kalkmeststoffen lossen niet op in een bodem met een hoge pH. Ook is de mobiliteit van elementen in de bodem afhankelijk van de pH-waarde. In nevenstaande figuur wordt duidelijk dat als de pH-waarde tussen 5-7 ligt, een waarde waar in de praktijk vaak naar wordt gestreefd, het hoofdelement P (fosfor) en de sporelementen Mn

(mangaan) en B (borium) niet of moeilijk beschikbaar zijn. Er dient hierbij wel opgemerkt te worden, dat er bij de optimale pH niet alleen rekening wordt gehouden met de beschikbaarheid van de voedingselementen. De pH-waarde is een compromis tussen de beschikbaarheid van de elementen, het bodemleven, de bodemstructuur en het risico van het optreden van ziekten en plagen. Bovendien stellen planten ook zo hun specifieke eisen.



## Meststoffen die elkaar versterken of tegenwerken bij opname door de plantenwortel

Element	Tegenwerken	Versterken
Mangaan	Mn	K
Zink	Zn	K
Ijzer	Fe	K, Mo
Borium	B	Mo
Fosfor	P	Mg, Mo
Stikstof	N	Mo
	NH <sub>4</sub>	Ca, K
	NO <sub>3</sub>	Mg
Kalium	K	P, B, Ca, Mg, NH <sub>4</sub>
Koper	Cu	N, P, Fe, Zn, Mn, Ca, Mo
Molybdeen	Mo	Fe, B, P, N, Ca
Magnesium	Mg	NO <sub>3</sub> , P
Calcium	Ca	Zn, Fe, B, P, NH <sub>4</sub> , K, Cu, Mg

## Bezetting van het adsorptiecomplex (%)

grondsoort	Ca	Mg	K	Na	H
zeeklei	79	13	2	6	0
leemgrond	90	4	2	2	2
Zure zandgrond	60	1	3	3	33

# BEMESTINGSADVIES VOOR EEN SPORTVELD

DE GRASMAT VAN EEN SPORTVELD VEREIST BEHEER DAT AFGESTEMD IS OP HET INTENSIEVE GEBRUIKSDOEL. THEO VAN MIERLO, CONSULTANT BIJ BGG IN OOSTERBEEK, GEEFT AAN DE HAND VAN EEN GRONDMONSTER EEN BEMESTINGSADVIES VOOR EEN INTENSIEF BESPEELD VOETBALVELD.

TEKST / BEELD Jacob van Megen

Bemestingsonderzoek				
<b>Locatie: sportveld</b>				
<b>Onderzoek</b>	<b>Onderzoeknummer</b>	<b>Datum monstername</b>	<b>Datum verslag</b>	<b>Voorziening</b>
	8629894/001748708	01-02-2006	15-02-2006	Hoofdveld
<b>Grondsoort</b>				
Dekszand	Bemonsterde laag 0-10 cm			
<b>Analyse</b>				
<b>Analyseresultaten</b>	<b>Eenheid</b>	<b>Resultaat</b>	<b>Streeftraject</b>	
<b>Hoofdelementen</b>				
Stikstof - totaal	mg N/kg	1125		
C/N-ratio		14	13-17	
N-leverend vermogen	kg N/ha	23	93-147	
Fosfor	mg P/kg	0,8		
P-AL	mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /100 g	18	40-50	
Kalium	mg K/kg	24		
K-getal		14	25-35	
Zwavel-totaal	mg S/kg	189		
S-leverend vermogen	kg S/ha	3		
S-aanvoer (incl. SLV)	kg S/ha	8	20-30	
Magnesium	mg Mg/kg	19	35-44	
<b>Fysische bodemgesteldheid</b>				
Zuurgraad (pH)		5,0	5,2-5,5	
Organische stof	%	2,8		
Lutum	%	2		
Klei-humus (CEC)	mmol/kg	65		
<b>Methode</b>				
Stikstof (N)	N-elementair	Zuurgraad (pH)	pH-KCl	
Fosfor	PAE®	Organische stof	Gloeiverlies	
P-AL	P-AL (fosfaat)	Lutum	Lutum	
Kalium	PAE®	Klei-humus	(CEC)TSC®	
Zwavel-totaal	S-elementair			
Magnesium	PAE®			

De bodem is in de visie van Bgg een dynamisch ecosysteem met chemische, fysische en biologische parameters. In het verleden is vaak alleen naar de chemische aspecten van de bodem gekeken in relatie tot de voeding van het gras. Theo van Mierlo, productmanager en consultant Bgg: „Het spreekt voor zich dat aan de opbouw van een sportveld andere eisen worden gesteld dan in het geval van een tuin of een park. Naast de chemie spelen ook de fysische en biologische bodemparameters een belangrijke rol bij de bemesting van de grasmat. Onze bodemanalyses voor sportvelden zijn uitgebreid met een stikstof en zwavel-totaal bepaling. Bij fosfaat wordt niet alleen het potentieel aanwezige deel gemeten, maar ook het direct beschikbare fosfaat voor de

plant. Verder hebben we een start gemaakt met de bepaling van de bindingscapaciteit van de bodem door middel van de CEC-bepaling en desgewenst wordt ook het bodemleven bepaald. Dit is voorlopig nog een indicatieve bepaling omdat hiervoor nog onderzoek nodig is om de invloed en het effect daarvan op de plantenvoeding vast te stellen. Om inzicht te krijgen in de fysische opbouw van het veld is het mogelijk een analyse naar de korrelgrootte te laten uitvoeren. Op basis van een consultancy-opdracht kunnen uitspraken worden gedaan over de waterhuishouding, verdichtingen en profielopbouw van het veld. Het opsporen van verdichtingen die eventueel de water- en de luchtbeweging in de grond kan verstoren, is hierbij essentieel.” ■

**Bemestingsadvies van Theo van Mierlo:** „Door uitgebreide analyses en het inzichtelijk maken van een groot aantal bodemkenmerken, ontwikkelen wij een advies dat rekening houdt met de onderlinge verhouding van voedingselementen, beschikbaarheid ervan, en het vrijkomen hiervan gedurende het groeiseizoen. Hierdoor wordt een optimale voorziening van voedingselementen gerealiseerd voor een sterk bespeelde grasmat.

In de analyse hebben we te maken met een vrij schraal speelveld met een matige voedingstoestand. Omdat ook het bindend vermogen matig is, is dit een veld dat bij uitstek in aanmerking komt voor langzaamwerkende meststoffen. Op deze wijze wordt een over het jaar zo gelijkmatig mogelijk aanbod van voedingsstoffen gerealiseerd.”



Bgg Monstername-Onderzoek-Advies  
www.bgg.nl

## Bemestingsadvies (In kg zuivere meststof per ha per jaar)

Gebruik	Adviesgift	2005	2006
Stikstof (N)	Sportvelden	190	190
Fosfaat	Sportvelden		
Kali (K <sub>2</sub> O)	Sportvelden	120	120
Magnesium (MgO)	Sportvelden	70	-
Kalk (nw)	Sportvelden	105	-