

substraat



Analyse
Eigenschappen
Advies

ELSEVIER

bedrijfs-
informatie

UITGAVE VAN ELSEVIER BEDRIJFSINFORMATIE

Redactie

J.A. Kipp, G. Wever, C. de Kreijl
Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente
Postbus 8
2670 AA Naaldwijk
tel.: 0174 636 700
fax: 0174 636 835

De volgende instellingen hebben bijgedragen aan de totstandkoming van dit handboek door medewerkers af te vaardigen in de verschillende commissies:

AB-DLO, Wageningen
Blgg, Naaldwijk
Boomteelt Praktijkonderzoek, Boskoop (BPO)
De Landbouwvoorlichting (DLV)
Fruittesteelt Praktijkonderzoek, Randwijk (FPO)
Hagelunie, Leidschendam
Informatie en Kenniscentrum, Ede (IKC)
Plantenziektkundige Dienst, Wageningen (PD)
Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente, Aalsmeer, Naaldwijk (PBG)
Stichting Regeling Handelspotgronden, Naaldwijk (RHP)

De volgende personen hebben bijgedragen aan de tekst:

Th.G.L. Aendekerk (BPO)
H. Cevat (PD)
N. Dolmans (BP)
C. van Elderen (PBG)
J.A. Kipp (PBG)
C. de Kreijl (PBG)
C. Sonneveld (PBG)
J.B.G.M. Verhagen (RHP)
G. Wever, (PBG)

De teksten zijn ter beoordeling voorgelegd aan drie werkgroepen:

1. Fysische werkgroep

G. Wever, voorzitter/secretaris (PBG)
Th.G.L. Aendekerk (BPO)
R. Baas (PBG)

2. Chemische werkgroep

C. de Kreijl, voorzitter/secretaris (PBG)
Th.G.L. Aendekerk (BPO)
R.C.M. Duijvestijn (Blgg)
G.G. van der Lugt (Blgg)
N. Straver (PBG)

3. Fytosanitaire werkgroep

N. Dolmans voorzitter/secretaris (BPO)
H.N. Cevat (PD)
H. Rattink (PBG)
W.L. van Schie (RHP)
G.G. van der Lugt (Blgg)
G. Hareman (IKC)

Uiteindelijke vaststelling van de hoofdstukken vond plaats in de centrale commissie, bestaande uit:

C. Sonneveld (voorzitter)
J.A. Kipp (secretaris, PBG)
L. Breedveld (Hagelunie)
M. Heinen (AB-DLO)
A.P. Hidding (RHP)
P.H. Hotsma (IKC)
G.G. van der Lugt (Blgg)
M.P. van der Maas (FPO)
L.G. van Uffelen (DLV)

Colofon

© Elsevier bedrijfsinformatie bv
Postbus 4, 7000 BA
Doetinchem
Telefoon 0314-343839

Substraatbrochure:

Analyse
Eigenschappen
Advies

Vormgeving/DTP:

Hans Cabout, Elsevier

Druk:

v.d. Sande Nootdorp

Fotografie:

Niets uit deze uitgave mag zonder uitdrukkelijke voorgaande toestemming van de uitgever verveelvoudigd, en openbaar gemaakt worden.

De uitgever aanvaardt geen enkele aansprakelijkheid voor schade, van welke aard dan ook die door gevolg van handelingen en/of beslissingen die gebaseerd zijn op informatie uit deze brochure

SW
LS

ISBN: 935144

substraat



Analyse
Eigenschappen
Advies



1. INLEIDING

2. BEMONSTERING

3. METHODEN FYSISCH BEPALINGEN

3.1	Inleiding	7
3.2	Dichtheden	8
3.2.1	Dichtheid van de vaste fase	8
3.2.2	Bulkdichtheid niet gevormde media	8
3.2.3	Bulkdichtheid voorgevormde media	9
3.3	Volumefractie poriën	10
3.3.1	Volumefractie poriën niet gevormde media	10
3.3.2	Volumefractie poriën voorgevormde media	11
3.4	Water- en luchtverdeling	11
3.4.1	Water- en luchtverdeling niet gevormde media bij drukhoogte -10 cm	11
3.4.2	Water- en luchtverdeling voorgevormde media na uitlekken	13
3.5	Opzuigkarakteristiek	13
3.6	Gravimetrisch vochtgehalte	14
3.7	Krimp niet gevormde media	15
3.8	Organische stoffractie	15
3.9	Fractieverdeling	16
3.10	Mechanische eigenschappen	17
3.11	Radioactiviteit	17

4. METHODEN CHEMISCHE BEPALINGEN

4.1	Inleiding	18
4.2	Waterextractiemethoden	19
4.2.1	Extractie met water met behulp van de 1:1,5 volumemethode	19
4.2.2	Extractie met water met behulp van 3 maal substraatvocht	20
4.2.3	Extractie met water met behulp van de 1:5 volumemethode	21
4.3	Extractie met ammoniumacetaat 0,5 M	22
4.4	Extractie met calciumchloride/DTPA	22
4.5	Extractie met bariumchloride 0,1M met behulp van de 1:1,5 volumemethode	23
4.6	Bepaling mangaan-actief	24
4.7	Stikstofvastlegging	24
4.8	Bepaling van het koolzure kalkgehalte	25
4.9	Bepaling van de pH in niet gevormde media	26
4.10	Bepaling van de EC in niet gevormde media	26

5. BIOLOGISCHE METHODEN

5.1	Inleiding	27
5.2	Onkruidtest	28
5.3	Groeitest	28
5.4	Teeltproef voor niet gevormde media	29

6. PRODUKTBESCHRIJVINGEN

6.1	Inleiding	31
6.2	Fenolhars	32
6.3	Glaswol	32
6.4	Houtvezel	33
6.5	Kleikorrel	36
6.6	Kokos	39
6.7	Lava	44
6.8	Perliet	45
6.9	Poly-urethaan	48
6.10	Puimsteen	53
6.11	Steenwol	56
6.12	Vermiculiet	59
6.13	Veen	60
6.14	Zand	63

7. ADVIESBASIS

7.1	Fysische richtlijnen	65
7.2	Richtwaarden voor chemische samenstelling	84
7.2.1	Algemene richtwaarden voor de samenstelling van het substraatvocht	84
7.2.2	Richtwaarden voor venige substraten op basis van het 1 : 1,5 extract	84
7.2.3	Maximaal toelaatbare waarden voor chemische bepalingen in waterextract	85
7.2.4	Richtlijnen voor maximaal toelaatbare gehalten in het 1:1,5 volume-extract en in extract 3*substraatvocht	85
7.3	Indeling gewassen naar zoutgevoeligheid en gevoeligheid voor vochtgehalte	86
7.3.1	Kamer-, kuip- en perkplanten	86
7.3.2	Snijbloemgewassen	94
7.3.3	Boomkwekerijgewassen	95
7.3.4	Groentegewassen	95
7.3.5	Zaai-, stek- en moerplanten voor snijbloemen en pot- en perkplanten	95
7.4	Indeling gewassen naar fluoridegevoeligheid	96
7.5	Boriumvermaat	96
7.6	Fytosanitaire richtlijnen	97
7.6.1	Nieuwe substraten	97
7.6.2	Bestaande substraten	99

8.	SUBSTRAAT NA DE TEELT	105
-----------	------------------------------	------------

1. INLEIDING

Het gebruik van substraten in de tuinbouw is de afgelopen twintig jaar sterk toegenomen. Enerzijds is dit het gevolg van verbetering van productie en kwaliteit die kan worden bereikt bij de overgang van grond- naar substraatteelt; anderzijds maken tuinders deze overstap in verband met het, door de overheid afgedwongen, beperken van emissie van meststoffen en gewasbeschermingsmiddelen naar grond- en oppervlaktewater. Met de groeiende belangstelling voor substraten nam ook de verscheidenheid toe. Hiermee ontstond de behoefte om richtlijnen op te stellen bij de keuze van substraten in de tuinbouw.

Het doel van deze uitgave is dan ook door rubricering en standaardisering bestaande kennis en informatie beter algemeen toegankelijk te maken voor praktisch gebruik. In deze uitgave is geen bedrijfseconomische evaluatie opgenomen.

De adviesbasis begint met methoden voor bemonstering. Methoden voor fysische, chemische en biologische analyses zijn opgenomen in de hoofdstukken 3-5.

Hierbij is zoveel mogelijk gebruik gemaakt van methoden uit de bodemkunde. Echter doordat vele substraten sterk verschillen van bodems en de teeltwijze vaak anders is dan in grond, zijn vele methoden aangepast dan wel nieuw ontwikkeld. Daarbij is er naar gestreefd om per analyse één methode te ontwikkelen voor alle in gebruik zijnde substraten. Dit was echter niet altijd mogelijk. Er is zoveel mogelijk aansluiting gezocht bij (voorlopige) Nederlandse (NEN, NVN) en Europese (CEN, PREN) normen. Meer informatie over de beschreven methoden en de uitkomsten staan vermeld in Kipp & Wever (1993) en Sonneveld & Mostert (1993).

In hoofdstuk 6 zijn productbeschrijvingen opgenomen van de meeste in Nederland gebruikte substraten. Per type substraat wordt weergegeven wat de karakteristieke eigenschappen zijn. Naast algemene beschrijvingen is zomogelijk een fysische en chemische karakterisering opgenomen aan de hand van gemiddelden en grenzen van belangrijke parameters. Dit was niet voor alle substraten mogelijk omdat er voor een aantal te weinig analyseresultaten beschikbaar waren. Deze weergave is dus slechts een momentopname en geeft voor een aantal substraten niet meer dan een indicatie.

De fysische, chemische en fytosanitaire richtlijnen met betrekking tot gewas, teelt- en irrigatiemethoden zijn opgenomen in hoofdstuk 7. Deze zijn afgeleid van vele teeltproeven die de afgelopen jaren zijn uitgevoerd met een groot aantal gewassen om de geschiktheid van substraten te testen. Daarnaast is in de praktijk veel teeltovername opgedaan met het telen op verschillende materialen. Het is gebleken dat er per teelt vaak meerdere mogelijkheden zijn, hetgeen tot een grote verscheidenheid aan substraatmaterialen heeft geleid. Soms zie je dat bij een bepaald gewas één specifiek substraat relatief veel gebruikt wordt. Dit komt dan meestal niet omdat dit materiaal beter is dan andere maar omdat tuinders systemen van elkaar kopiëren. Dit hoofdstuk geeft de gebruiker dus een instrument in handen om te kunnen beoordelen of het substraat geschikt is voor de beoogde toepassing.

Als sluitstuk wordt in hoofdstuk 8 ingegaan op mogelijkheden voor gebruik van substraat na de teelt. Na gebruik als substraat dient er vaak een bestemming voor het materiaal gezocht te worden. Uiteraard is het verstandig om bij aanschaf van substraat rekening te houden met de in dit hoofdstuk aangegeven mogelijkheden.

Literatuur

Kipp, J.A. & G. Wever, 1993. *Wortelmedia. Informatiereeks 103. Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroente, Naaldwijk*
 Sonneveld C. & J. C. Mostert, 1993. *Plantenvoeding in de glastuinbouw. Informatiereeks 87. Proefstation voor Bloemisterij en Glasgroenten, Naaldwijk.*

2. BEMONSTERING

Inleiding

Het nemen van een voldoende groot monster dat representatief is voor de te bemonsteren hoeveelheid substraat levert zoveel problemen dat het noodzakelijk is een standaardmethode te ontwikkelen. Substraten zijn erg lastig te bemonsteren omdat er een grote verscheidenheid aan materialen worden gebruikt die vaak niet homogeen zijn. Daarnaast kunnen er ook nog verschillende gereedschappen bij het bemonsteren worden gebruikt, moet worden vastgesteld welke hoeveelheid materiaal het monster vertegenwoordigt, welke nauwkeurigheid dient te worden aangehouden in relatie tot de kosten etc. In Nederland zijn normen vastgesteld voor bemonstering van bouw- en afvalmaterialen (NEN 7300, NVN 7302), waarmee dit hoofdstuk is samengesteld. CEN-normen voor substraten zijn nog in voorbereiding (PREN 12579).

Bulkmateriaal

Met een aparte boor (bouwlandboor, diameter > 3 maal de maximale korrelgrootte) worden voldoende diep in de hoop, horizontaal uit de hoop monsters genomen op minimaal 20 plaatsen. Het totaal te verzamelen volume moet overeen komen met datgene wat op een laboratorium als gewenst wordt ervaren. Bij de bemonstering bij tuinder of substraatproductiebedrijf mogen de monsters dus niet zo groot worden, dat er ter plaatse weer submonsters moeten worden gemaakt. Bij grof materiaal kan met de hand of met een schep (met breedte, lengte en hoogte > 3 maal de maximale korrelgrootte) bemonsterd worden. Ontmenging van het materiaal mag niet optreden.

Verpakt substraat

Uit een willekeurige zak wordt voldoende materiaal gehaald. Ontmenging van het materiaal mag niet optreden.

Vast/voorgevormd substraat

Uit een vast substraat wordt van een willekeurige plek een stuk gezaagd. Voor chemische analyse wordt dit van minstens 20 plaatsen gedaan. Dit gehele monster of eventueel na verkleinen kan een submonster in bewerking worden genomen. Voor de fysische analyse worden minstens twee willekeurige plaatsen blokken gesneden, die volledig in bewerking worden genomen.

Literatuur

NEN 7300, 1998. *Leaching characteristics of earthy and stony building materials and waste materials - Sampling - General instructions*. Netherlands Standardization Institute (NNI), Delft, The Netherlands
 NVN 7302, 1998. *Leaching characteristics of earthy and stony building materials and waste materials - Sampling B*
Sampling of granular materials from static heaps. Netherlands Standardization Institute (NNI), Delft, The Netherlands
 CEN draft PrEN 12579, 1998. *Soil improvers and growing media - Sampling*

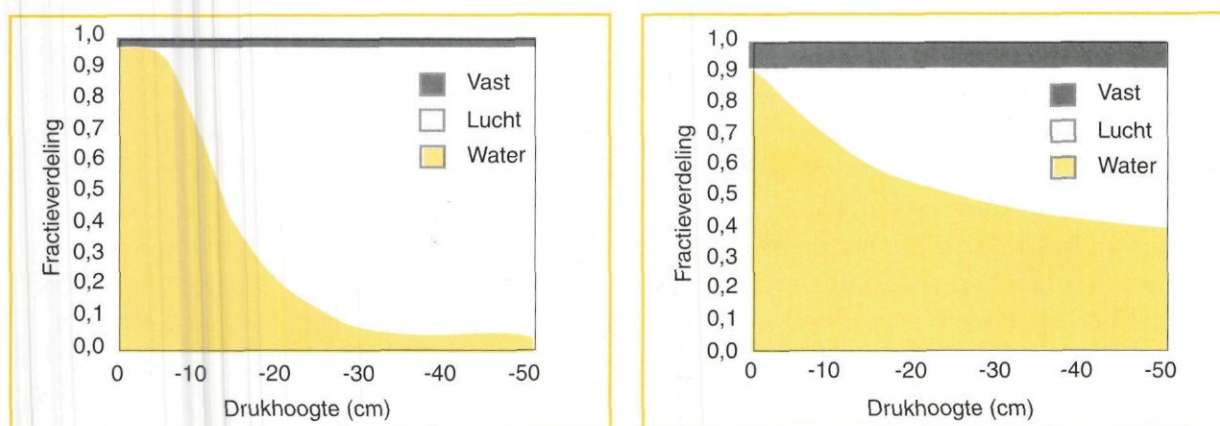
Analyse



3. METHODEN FYSISCH BEPALINGEN

3.1 Inleiding

De water en luchthuishouding (3.4) van het substraat is van groot belang voor de karakterisering van het materiaal. Het bepaalt de bruikbaarheid van een substraat voor bepaalde teeltsystemen. Soms is een droog substraat niet geschikt en soms een nat substraat niet. Daarnaast moet de water- en luchthuishouding constant zijn. Dit betekent dat een product bij aflevering niet veel mag verschillen van een eerder geleverd identiek product. De water- en luchthuishouding wordt gekarakteriseerd door de waterretentiecurve (vroeger pF-curve genoemd). Voorbeelden hiervan zijn weergegeven in fig. 3.1



Figuur 3.1 Waterretentiekarakteristieken voor steenwol (links) en fijn veen (rechts).

Op de horizontale as staat de drukhoogte (h) weergegeven, die een maat is voor de sterkte van de waterbinding in het substraat. Uit de figuur kan de faseverdeling in het substraat bij elke drukhoogte worden afgelezen. In dit hoofdstuk wordt alleen beschreven hoe de faseverdeling bij $h = -10$ cm kan worden bepaald. Dit is gedaan omdat binnen CEN deze drukhoogte is gekozen voor kwaliteitscontrole. In principe kan voor de range van $h = 0$ tot -100 cm elke verdeling worden bepaald met de apparatuur zoals beschreven in 3.4.1.

De opzuigkarakteristiek (3.5) geeft een beeld van de capillaire werking na indrogen van een substraat

Het initieel gravimetrisch watergehalte (3.6) van een substraat is soms van invloed op de verwerkbaarheid en moet daarom aan bepaalde eisen voldoen. Onder watergehalte wordt standaard het volumetrisch watergehalte verstaan, tenzij expliciet anders wordt gesteld. Het organische stofgehalte (3.8) geeft eventueel aan of er bijvoorbeeld bepaalde verontreinigingen zijn van bijvoorbeeld organische delen in minerale substraten.

Om het poriënvolume (3.3) en ook het luchtgehalte te kunnen bepalen moet de dichtheid (3.2) van een medium bepaald worden met een pycnometer. Als de dichtheid eenmaal bekend is en ook constant is, kan met een gemiddelde dichtheid worden volstaan.

Voor granulaire materialen moet de fractieverdeling middels een zeefanalyse worden vastgesteld (3.9). Dit om bijvoorbeeld een norm op te kunnen stellen voor de maximum hoeveelheid stof in een materiaal. Stof kan in bepaalde gevallen het luchtgehalte beïnvloeden en kan verstoppingen veroorzaken in teeltsystemen. De bruikbaarheid van een substraat in een teeltsysteem is ook afhankelijk van de stabiliteit van een product (3.11). Als er met machines over substraten gereden wordt is een zacht materiaal minder geschikt. Niet alleen de hardheid maar ook de stevigheid en elasticiteit zijn van belang. Ook binnen een product moet er voldaan worden aan stabiliteiteisen met betrekking tot constantheid.

3.2 Dichtheden

3.2.1 Dichtheid van de vaste fase

Doel en principe

De dichtheid van de vaste fase (ρ_s), ook wel volumieke massa genoemd, is gedefinieerd als de massa per volume-eenheid van de vaste fase en wordt uitgedrukt in kg m^{-3} . De dichtheid van de vaste fase is dus de denkbeeldige situatie waarbij het substraat geheel gecompriëerd is en er geen water of lucht meer aanwezig is in het materiaal.

Uitvoering

De dichtheid van de vaste fase kan op twee manieren bepaald worden: door meting en door berekening. Bij potgrond en veen kan een berekening gebruikt worden. De dichtheid van de overige materialen moet gemeten worden.

Voor meting van de dichtheid van de vaste fase wordt een pycnometer of een luchtpycnometer gebruikt. Hiermee kan het volume bepaald worden. Een pycnometer is een glazen flesje met een bekend volume waarin het monster gedaan wordt, aangevuld met een hoeveelheid vloeistof. Hieruit kan het volume van het monster bepaald worden. Met de luchtpycnometer kan met behulp van drukmetingen de gasverplaatsing door het monster en daarmee het volume van het monster berekend worden. Uit het gewicht en het volume kan de dichtheid van de vaste fase (kg m^{-3}) berekend worden.

Voor de meeste potgronden en veen kan de dichtheid berekend worden uit de organische stof-fractie. Dit is mogelijk omdat van veen de dichtheid van de vaste fase van de organisch stof in het algemeen constant is.

Berekening:

$$\rho_s = \frac{1}{\frac{f_h}{\rho_h} + \frac{1-f_h}{\rho_m}}$$

Waarin:

ρ_m dichtheid minerale fractie = 2650 kg m^{-3} ,

ρ_h dichtheid organische stoffractie = 1550 kg m^{-3} ,

f_h = organische stoffractie (kg kg^{-1})

ρ_s = de dichtheid van de vaste fase (kg m^{-3}).

Nauwkeurigheid

Met de omschreven methode is nog maar beperkt ervaring opgedaan, zodat nog geen schatting kan worden gegeven van de nauwkeurigheid die met de methode kan worden gehaald.

Literatuur

Klute, A. (ed.), 1986. *Methods for soil analysis. Part 1. Physical and mineralogical methods, second edition. Agronomy Monograph No. 9 (part 1), American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA, 1188 p.*

Wever, G. en M.H. Pon, 1990. *Fysische analysemethoden voor potgrond en veen met aanpassingen 1989. Intern verslag nr. 31, Proefstation voor Tuinbouw onder Glas, Naaldwijk.*

3.2.2 Bulkdichtheid niet gevormde media

Doel en principe

De bulkdichtheid ($^b\rho$) geeft aan hoeveel 1 m^3 droog product weegt, waarbij het volume op gestandaardiseerde wijze is afgepast en wordt uitgedrukt in kg m^{-3} . Naast de term bulkdichtheid bestaat er ook de term bulkgewicht.

Uitvoering

De bulkdichtheid en de water- en luchtverdeling worden in één bepaling vastgesteld. De bulkdichtheid wordt gravimetrisch vastgesteld door een dubbele cilinderset, met een bekend volume, gevuld met substraat te drogen. De cilinderset wordt losjes gevuld met materiaal dat op een drukhoogte van -50 cm is gebracht. Nadat de monsters verzadigd zijn wordt een drukhoogte ingesteld van -10 cm. Hierna worden de ringen gescheiden wat dan het volume vaststelt waarmee later berekeningen worden uitgevoerd. Om het drooggewicht te bepalen wordt de ring in een stoof gedroogd bij 105°C totdat gewichtafname stopt, echter minimaal 24 uur.

Berekening:

$$^b\rho = \frac{m_d}{V}$$

Waarin:

m_d massa monster na droging (kg)
 V volume ledige cilinder (m³)

Toepassingsgebied

De methode kan worden toegepast op alle granulaire materialen waarvan de deeltjes ≤ 25 mm zijn en de vezellengte ≤ 80 mm is.

Nauwkeurigheid

De dupliceerbaarheid van de bulkdichtheid voor potgrond is 13%.

Literatuur

CEN draft PrEN 13041, 1998. *Soil Improvers and Growing Media. Determination of physical properties – Dry bulk density, air volume, water volume, shrinkage and total pore space.*
 Gabriëls, R. and O. Verdonck, 1990. *Physical and chemical characterization of plant substrates: Towards a European standardization. Chronica Horticulturae*, 30 (2), 27-28.
 Wever, G. 1995. *Physical analysis of peat and peat-based growing media. Acta Horticulturae* 401:561-567.

3.2.3 Bulkdichtheid voorgevormde media**Doel en principe**

De bulkdichtheid ($^b\rho$) geeft aan hoeveel 1 m³ droog product weegt, waarbij het volume op gestandaardiseerde wijze is afgepast en wordt uitgedrukt in kg m⁻³.

Uitvoering

De bulkdichtheid en de water- en luchtverdeling worden in één bepaling vastgesteld. De bulkdichtheid wordt gravimetrisch vastgesteld door een blokje van 10 bij 10 cm (lengte x breedte) met onveranderde hoogte te drogen. Nadat het monster verzadigd is wordt ze op een rooster gezet om uit te lekken. Om het drooggewicht te bepalen worden de monsters in een stoof gedroogd bij 105 °C totdat de gewichtsafname stopt, echter minimaal 24 uur.

Berekening:

$$^b\rho = \frac{m_d}{V}$$

Waarin:

m_d massa monster na droging (kg)
 V volume blokje (lengte x breedte x hoogte m³) na uitlekken.

Toepassingsgebied

De methode kan worden toegepast op alle niet granulaire materialen.

Nauwkeurigheid

Met de omschreven methode is nog maar beperkt ervaring opgedaan, zodat nog geen schatting kan worden gegeven van de nauwkeurigheid die met de methode kan worden gehaald.

Literatuur

Wever, G. en C. van Elderen, 1994. *Analysemethoden substraatonderzoek. Intern rapport nr. 28 (voorlopige uitgave)* Proefstation voor Tuinbouw onder Glas.

Wever, G. and J.A. Kipp, 1998. *Characterisation of the hydrophysical behaviour of stonewool. Proc. 16th World Congress of Soil Science.*

3.3 Volumefractie poriën**3.3.1 Volumefractie poriën niet gevormde media (CEN)****Doel en principe**

De volumefractie poriën (ϕ_p) is het volume dat water en lucht in een substraat innemen. De effectieve volumefractie poriën (ϕ_{eff}) is de totale volumefractie poriën verminderd met de volumefractie gesloten poriën.

Uitvoering

De volumefractie poriën en de water- en luchtverdeling worden in één bepaling vastgesteld. Door de bulkdichtheid (3.2.2) te delen door de dichtheid van de vaste fase (3.2.1) wordt het volumefractie poriën vastgesteld.

Door het volume van een gewichtshoeveelheid gemalen en ongemalen product met behulp van een luchtpycnometer te vergelijken kan de volumefractie gesloten poriën vastgesteld worden en daarmee de effectieve volumefractie poriën.

Berekening:

$$\phi_p = 1 - \frac{\rho_p}{\rho_s}$$

Waarin:

ρ_p	bulkdichtheid (kg m ⁻³)
ρ_s	dichtheid vaste delen (kg m ⁻³)

Voor het effectieve poriënvolume wordt de dichtheid van de vaste delen (ρ_s) bepaald van het monster als zodanig. Voor het totale poriënvolume wordt de dichtheid van de vaste delen (ρ_s) bepaald in een gemalen monster.

Toepassingsgebied

De methode kan worden toegepast op alle granulaire materialen waarvan de deeltjes ≤ 25 mm en de vezellengte ≤ 80 mm.

Opmerkingen

Voor het malen bestaat nog geen voorschrift. Belangrijk is dat zo fijn mogelijk gemalen wordt.

Nauwkeurigheid

Met de omschreven methode is nog maar beperkt ervaring opgedaan, zodat nog geen schatting kan worden gegeven van de nauwkeurigheid die met de methode kan worden gehaald.

Literatuur

Gabriëls, R., and O. Verdonck, 1990. *Physical and chemical characterization of plant substrates: Towards a European standardization. Chronica Horticulturae*, 30 (2), 27-28.

3.3.2 Volumefractie poriën voorgevormde media

Doel en principe

De volumefractie poriën (ϕ_p) is het volume dat water en lucht in een substraat innemen. De effectieve volumefractie poriën (ϕ_{peff}) is de totale volumefractie poriën verminderd met het volume gesloten poriën.

Uitvoering

De totale volumefractie poriën en de water- en luchtverdeling worden in één bepaling vastgesteld. Door de bulkdichtheid te delen door de dichtheid van de vaste fase wordt de volumefractie poriën vastgesteld.

Door het volume van een gewichtshoeveelheid gemalen en ongemalen product vast te stellen kan de volumefractie gesloten poriën vastgesteld worden en daarmee de effectieve volumefractie poriën.

Berekening:

$$\phi_p = 1 - \frac{{}^b\rho}{\rho_s}$$

Waarin:

${}^b\rho$	bulkdichtheid (kg m ⁻³)
ρ_s	dichtheid vaste delen (kg m ⁻³)

Voor het effectieve poriënvolume wordt de dichtheid van de vaste delen (ρ_s) bepaald van het monster als zodanig. Voor het totale poriënvolume wordt de dichtheid van de vaste delen (ρ_s) bepaald in een gemalen monster.

Toepassingsgebied

De methode kan worden toegepast op alle niet granulaire materialen.

Nauwkeurigheid

Met de omschreven methode is nog maar beperkt ervaring opgedaan, zodat nog geen schatting kan worden gegeven van de nauwkeurigheid die met de methode kan worden gehaald.

Literatuur

Wever, G. en C. van Elderen, 1994. *Analysemethoden substraatonderzoek. Intern rapport nr. 28 (voorlopige uitgave)* Proefstation voor Tuinbouw onder Glas.

Wever, G. and J.A. Kipp, 1998. *Characterisation of the hydrophysical behaviour of stonewool. Proc. 16th World Congress of Soil Science, Montpellier, France.*

3.4 Water- en luchtverdeling

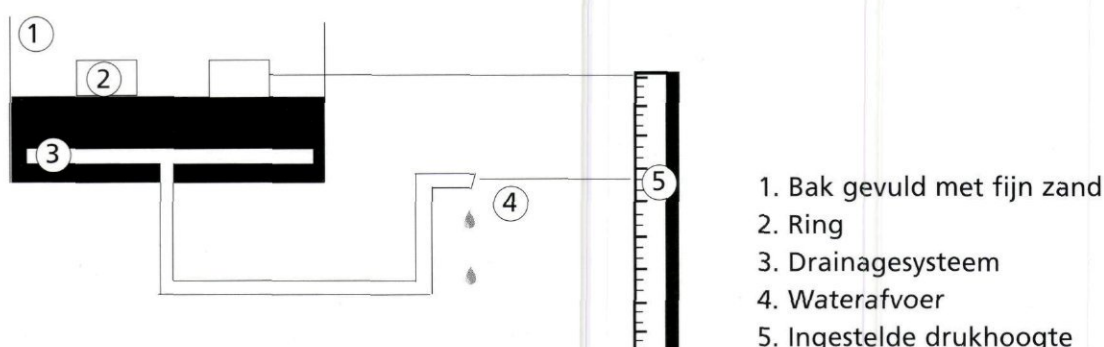
3.4.1 Water- en luchtverdeling niet gevormde media bij drukhoogte -10 cm

Doel en principe

De volumefracties water (θ) en lucht (ϕ_a) geven het volume aan water en lucht weer dat per eenheid volume aanwezig is. De som van θ en ϕ_a is gelijk aan de volumefractie poriën (ϕ_p). De volumefractie water wordt bepaald door de bindingskrachten in het substraat en de zwaartekracht. De som van deze krachten wordt de drukhoogte h genoemd. Hoe groter de bindingskracht, hoe negatiever h wordt. Bij verschillende h horen verschillende θ . ϕ_a wordt berekend als $\phi_a = \phi_p - \theta$. De volumina water en lucht worden als volumefractie weergegeven (m³ m⁻³).

Uitvoering

De bepaling van de water- en luchtverdeling is gekoppeld aan de bepaling van de bulkdichtheid en de volumefractie poriën. De bepaling wordt uitgevoerd op een zandbak (figuur 3.2). Dit is een apparaat waarmee verschillende drukhoogten aangelegd kunnen worden.



Figuur 3.2 Schematische voorstelling van een pF-bak.

Een dubbele cilinderset wordt losjes gevuld met materiaal dat op een drukhoogte van -50 cm is gebracht. Nadat het monster verzadigd is wordt een drukhoogte ingesteld van -10 cm. Hierna worden de cilinders gescheiden; de onderste cilinder bepaalt nu het volume waarmee later berekeningen worden uitgevoerd. De cilinder wordt in een stoof gedroogd bij 105 °C om de hoeveelheid water vast te stellen, waarna ϕ_s berekend kan worden.

Berekening:

Volumefractie water (θ)
$$\theta = \frac{(m_n - m_d) / \rho_w}{V}$$

Waarin:

m_d	massa monster na droging (kg)
m_n	massa monster nat (kg)
ρ_w	dichtheid water (kg m ⁻³)
V	volume ledige cilinder (m ⁻³)

Volumefractie lucht (ϕ_s)

$$\phi_s = \phi_p \cdot \theta$$

Waarin:

ϕ_p	poriënvolume
θ	volumefractie water

Toepassingsgebied

De methode kan worden toegepast op alle granulaire materialen (deeltjes ≤ 25 mm en vezels ≤ 80 mm).

Nauwkeurigheid

De duplicerbaarheid voor potgrond is voor θ 10% voor ϕ_s 31%.

Literatuur

Gabriëls, R., and O. Verdonck, 1990. Physical and chemical characterization of plant substrates: Towards a European standardization. *Chronica Horticulturae*, 30 (2), 27-28.
Wever, G., 1995. Physical analysis of peat and peat-based growing media. *Acta Horticulturae* 401:561-567.

3.4.2 Water- en luchtverdeling voorgevormde media na uitlekken

Doel en principe

De volumefracties water (θ) en lucht (ϕ_a) geven het volume aan water en lucht weer dat per eenheid volume aanwezig is. De som van θ en lucht ϕ_a is gelijk aan de volumefractie poriën (ϕ_p). De volumefractie water wordt bepaald door de bindingskrachten in het substraat. De som van deze krachten wordt de drukhoogte h genoemd. Hoe groter de bindingskracht, hoe negatiever h wordt. Bij verschillende h horen verschillende θ . ϕ_a wordt berekend als: $\phi_a = \phi_p - \theta$. De volumina water en lucht worden als volumefractie weergegeven ($\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$).

Uitvoering

Het volume water wordt gravimetrisch vastgesteld door een blokje van 10 bij 10 cm (lengte x breedte) met onveranderde hoogte te drogen. Nadat het monster verzadigd is wordt het op een rooster gezet om uit te lekken. Het monster wordt in een stoof gedroogd bij 105 °C om de hoeveelheid water vast te stellen, waarna θ berekend kan worden.

Berekening:

$$\text{Volumefractie water } (\theta) = \frac{(m_n - m_d) / \rho_w}{V}$$

Waarin:

m_d	massa monster na droging (kg)
m_n	massa monster nat (kg)
ρ_w	dichtheid water (kg m^{-3})
V	volume ledige cilinder (m^3)

Volumefractie lucht (ϕ_a)

$$\phi_a = \phi_p - \theta$$

Waarin:

ϕ_p	poriënvolume
θ	volumefractie water

Toepassingsgebied

De methode kan worden toegepast op alle niet granulaire materialen.

Nauwkeurigheid

Met de omschreven methode is nog maar beperkt ervaring opgedaan, zodat nog geen schatting kan worden gegeven van de nauwkeurigheid die met de methode kan worden gehaald.

Literatuur

- Wever, G. en C. van Elderen, 1994. *Analysemethoden substraatonderzoek. Intern rapport nr. 28 (voorlopige uitgave)* Proefstation voor Tuinbouw onder Glas.
 Wever, G. and J.A. Kipp, 1998. *Characterisation of the hydrophysical behaviour of stonewool. Proc. 16th World Congress of Soil Science, Montpellier, France.*

3.5 Opzuigkarakteristiek

Doel en principe

Bij de bepaling van de opzuigkarakteristiek wordt van een luchtdroog substraat de snelheid van wateropname door capillaire werking bepaald. De volumefractie water (θ), het volume aan water dat per eenheid volume aanwezig is, wordt tegen de tijd weergegeven. De snelheid van wateropname wordt bepaald door de bindingskrachten in het substraat en de eventueel aanwezige hydrofobie of hydrofielie. In feite is de opzuigkarakteristiek een vereenvoudigde weergave van de onverzadigde waterdoorlatendheid (K) bepaald vanuit luchtdroge toestand. De volumina water worden als volumefractie weergegeven ($\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$).

Uitvoering

Een dubbele cilinderset wordt gevuld met materiaal. Nadat het monster verzadigd is wordt een drukhoogte ingesteld van -100 cm. Hierna worden de cilinders gescheiden; de onderste cilinder bepaalt nu het volume waarmee later berekeningen worden uitgevoerd. De cilinder wordt in een stoof gedroogd bij 40 °C tot constant gewicht. Het monster wordt in een laagje water van 2 mm gezet en wordt op de volgende tijdstippen na inzetten gewogen 0, 1, 2, 4, 8, 15, 30, 60, 120, 240, 360 minuten en 1, 2, 7 dagen.

Na de laatste meting wordt het monster gedroogd in een geforceerde stoof bij 105 °C tot constant gewicht om de hoeveelheid water vast te stellen.

Voor de berekening van de volumefracties zie 3.4.1.

Berekening:

Volumefractie water (θ)

$$\theta = \frac{(m_n - m_d) / \rho_w}{V}$$

m_d massa monster na droging (kg)

m_n massa monster nat (kg)

ρ_w dichtheid water (kg m⁻³)

V Volume ledige cilinder (m³)

Toepassingsgebied

De methode kan worden toegepast op alle granulaire materialen (deeltjes ≤ 25 mm en vezels ≤ 80 mm) en op alle niet granulaire materialen.

Nauwkeurigheid

Met de omschreven methode is nog maar beperkt ervaring opgedaan, zodat nog geen schatting kan worden gegeven van de nauwkeurigheid die met de methode kan worden gehaald.

Literatuur

Wever, G., A.A. van Leeuwen and M.C. van der Meer, 1997. Saturation rate and hysteresis of substrates. *Acta Horticulturae*, 450:287-295.

3.6 Gravimetrisch vochtgehalte**Doel en principe**

Het initieel gravimetrisch vochtgehalte (v) van een door een fabrikant geleverd substraat geeft aan hoeveel water er aanwezig is op versgewichtsbasis. Het gravimetrisch vochtgehalte wordt als gewichtsfractie weergegeven (gram per gram versgewicht).

Uitvoering

Het vochtgehalte wordt gravimetrisch bepaald door een hoeveelheid vers substraat te drogen bij 105 °C tot constant gewicht, echter minimaal 24 uur. Hierdoor verdwijnt het vocht en door weging kan dan het vochtgehalte berekend worden.

Berekening:

$$v = \frac{m_v - m_d}{m_v}$$

Waarin:

m_v gewicht monster vers (kg)

m_d gewicht monster droog (kg)

Toepassingsgebied

De methode kan worden toegepast op alle substraten.

Nauwkeurigheid

De variatiecoëfficiënt van de bepaling van het vochtgehalte is 1.1% bij potgrond.

Literatuur

Leijn-van Dijk, F.M., 1986. Optimalisatie van fysische analysemethoden voor potgrond. Intern verslag nr. 76, Proefstation voor Tuinbouw onder Glas, Naaldwijk.
Wever, G. en M.H. Pon, 1990. Fysische analysemethoden voor potgrond en veen met aanpassingen 1989. Intern verslag nr. 31, Proefstation voor Tuinbouw onder Glas, Naaldwijk.

3.7 Krimp niet gevormde media**Doel en principe**

De krimp geeft aan hoeveel een bevochtigd product krimpt na drogen. De krimp wordt uitgedrukt als volumefractie ten opzicht van het volume bij $h = -10$ cm.

Uitvoering

De krimp (k) en de water- en luchtverdeling worden in één bepaling vastgesteld. De krimp wordt vastgesteld door het volume op te meten van het gedroogde monster. Het verschil met het uitgangsvolume gedeeld door het uitgangsvolume geeft de krimp weer. Het uitgangsvolume en de zetting van het monster worden standaard uitgevoerd door een dubbele cilinderset losjes te vullen met materiaal dat op een drukhoogte van -50 cm is gebracht. Nadat het monster verzaaid is wordt een drukhoogte van -10 cm ingesteld. Hierna worden de cilinders gescheiden; de onderste ring bepaalt nu het volume waarmee later berekeningen worden uitgevoerd. De cilinder wordt in een stoof gedroogd bij 105 °C.

Berekening;

$$k = (1 - \frac{V_d}{V})$$

Waarin:

V_d	volume na drogen (m ³)
V	volume ledige cilinder (m ³)

Toepassingsgebied

De methode kan worden toegepast op alle granulaire materialen (deeltjes ≤ 25 mm en vezels ≤ 80 mm).

Nauwkeurigheid

Met de omschreven methode is nog maar beperkt ervaring opgedaan, zodat nog geen schatting kan worden gegeven van de nauwkeurigheid die met de methode kan worden gehaald.

Literatuur

Gabriëls, R., and O. Verdonck, 1990. Physical and chemical characterization of plant substrates: Towards a European standardization. *Chronica Horticulturae*, 30 (2), 27-28.
Wever, G., 1995. Physical analysis of peat and peat-based growing media. *Acta Horticulturae* 401:561-567.

3.8 Organische stoffractie**Doel en principe**

De organische stoffractie (f_h) geeft op gewichtsbasis aan welk deel van de droge stof organisch is en dus niet mineraal. De organische stoffractie wordt als fractie weergegeven.

Uitvoering

Het gloeiverlies wordt gravimetrisch bepaald door gedroogd substraat (105 °C) bij 550 °C te gloeien. Het gloeiverlies is de gewichtsafname van het monster na verhitting bij 550 °C. Bij deze temperatuur ontwijkt organische koolstof en wordt het ontwijken van anorganische koolstof, in de vorm van carbonaten, vermeden. Er wordt aangenomen dat dit gloeiverlies gelijk is aan de organische stoffractie.

Berekening:

$$f_h = \frac{m_{os}}{m_d}$$

Waarin:

m_{os}	gewicht organische stof monster (kg)
m_d	gewicht monster droog (kg)

Opmerkingen

De methode voldoet niet bij een hoog carbonaatgehalte en/of aanwezigheid van kristalwater.

Toepassingsgebied

De methode kan worden toegepast op alle substraten.

Nauwkeurigheid

De variatiecoëfficiënt van het organische stofgehalte is 2.0% bij potgrond.

Literatuur

Leijn-van Dijk, F.M., 1986. *Optimalisatie van fysische analysemethoden voor potgrond. Intern verslag nr. 76, Proefstation voor Tuinbouw onder Glas, Naaldwijk.*
Wever, G. en M.H. Pon, 1990. *Fysische analysemethoden voor potgrond en veen met aanpassingen 1989. Intern verslag nr. 31, Proefstation voor Tuinbouw onder Glas, Naaldwijk.*

3.9 Fractieverdeling**Doel en principe**

De fractieverdeling van een materiaal geeft aan hoe het materiaal is samengesteld qua deeltjesgrootte. Zeeffracties worden in gewichtfracties droog materiaal weergegeven.

Uitvoering

Na drogen bij 40 °C tot constant gewicht (minimaal 24 uur) wordt het materiaal op een elektromagnetische zeefschudder gezeefd waarbij gravimetrisch de volgende fracties kunnen worden vastgesteld: > 64 mm, 31,5 - 64 mm, 16 - 31,5 mm, 8 - 16 mm, 4 - 8 mm, 2 - 4 mm, 1 - 2 mm, 0,5 - 1 mm, 0,25 - 0,5 mm, 0,125 - 0,25 mm, 0,064 - 0,125 mm, 0 - 0,064 mm.

Opmerking

Er wordt bij 40°C gedroogd en niet bij 105 °C, omdat bij de hoge temperatuur met name veenachtige producten gaan krimpen hetgeen de fractieverdeling zou beïnvloeden.

Toepassingsgebied

De methode kan worden toegepast op niet gevormde materialen die niet te veel verkleven.

Nauwkeurigheid

Met de omschreven methode is nog maar beperkt ervaring opgedaan, zodat nog geen schatting kan worden gegeven van de nauwkeurigheid die met de methode kan worden gehaald.

Literatuur

Wever, G. en C. van Elderen, 1994. *Analysemethoden substraatonderzoek. Intern rapport nr. 28 (voorlopige uitgave) Proefstation voor Tuinbouw onder Glas.*

3.10 Mechanische eigenschappen

Doel en principe

De relatieve indrukbaarheid (%) is een maat voor de hardheid van een substraat. Het volumeverlies (%) is een maat voor de veerkracht van een substraat.

Uitvoering

De relatieve indrukbaarheid en het volumeverlies worden bepaald door een substraat bij verschillende krachten in te drukken en terug te laten veren. Voordat de analyse gestart wordt worden de te testen materialen in een cilinder verzadigd en vervolgens op een drukhoogte van -100 cm gebracht. Dan worden ze ingedrukt met een plunjer (diameter 8 cm) die bevestigd is aan de een druk-trekbank. De hoogte van het substraat is 5 cm behalve bij voorgevormde materialen. Deze behouden hun oorspronkelijke hoogte. Het te testen materiaal wordt ingedrukt met 2, 10, 20 en 150 kPa. Bij elke kracht wordt de indrukking bepaald en wordt gemeten in hoeverre het materiaal weer terugkomt in zijn begin volume (volumeverlies).

Toepassingsgebied

De methode kan worden toegepast op alle substraten.

Bepalingen

Met de methode kan de relatieve indrukking en de elasticiteit van een substraat bepaald worden.

Nauwkeurigheid

Met de omschreven methode is nog maar beperkt ervaring opgedaan, zodat nog geen schatting kan worden gegeven van de nauwkeurigheid die met de methode kan worden gehaald.

Literatuur

- Wever, G. en C. Van Elderen, 1994. *Analysemethoden substraatonderzoek. Intern rapport nr. 28 (voorlopige uitgave)* Proefstation voor Tuinbouw onder Glas.
 Wever, G. en A.A. van Leeuwen, 1995. *Measuring mechanical properties of growing media and the influence of cucumber cultivation on these properties. Acta Horticulturae 401, p-27-34.*

3.11 Radioactiviteit

Doel en principe

De radioactiviteit van een door een fabrikant geleverd substraat geeft aan hoeveel radioactiviteit er aanwezig is op gewichtsbasis. Radioactiviteit wordt weergegeven in het aantal becquerel per kilogram droog materiaal.

Uitvoering

De radioactiviteit wordt uitgevoerd door meting van gammastraling met behulp van halfgeleider gammaspectrometrie.

Toepassingsgebied

De methode kan worden toegepast op alle materialen.

Nauwkeurigheid

Met de omschreven methode is nog maar beperkt ervaring opgedaan, zodat nog geen schatting kan worden gegeven van de nauwkeurigheid die met de methode kan worden gehaald.

Literatuur

- NVN 5623, 1991. *Radioactiviteitsmetingen - Bepaling van de activiteit van gammastraling uitzendende nucliden in een telmonster met behulp van halfgeleider-gammaspectrometrie.*

4. METHODEN CHEMISCHE BEPALINGEN

4.1 Inleiding

Niet alleen door een enorme diversiteit aan materialen, maar ook het grote aantal elementen en verbindingen die van belang zijn, kan in het chemisch substraatonderzoek niet worden volstaan met een enkele extractiemethode. Elke opgenomen extractiemethode is dan ook specifiek gericht op een bepaalde groep elementen/verbindingen of een bepaalde fractie daarvan.

Allereerst dienen de methoden om te bekijken of het substraat hoge concentraties voor de plant schadelijke elementen bevat, bijvoorbeeld natrium. In de tweede plaats mag het substraat geen hoge concentraties elementen bevatten die een gevaar op kunnen leveren voor de consumptie-kwaliteit, bijvoorbeeld zware metalen. Belangrijk hierin is ook hoe snel of hoe gemakkelijk het element vrijkomt uit het substraat.

Zo zijn er de 'mobiele verbindingen' deze zijn oplosbaar in water, waardoor na analyse een indruk verkregen wordt van de direct opneembare hoeveelheid in het substraat (4.2). Naast deze groep zijn er de 'mobiliseerbare verbindingen' die oplosbaar zijn in een waterige oplossing van ammoniumacetaat (4.3) of van een complexvormend reagens (bijvoorbeeld DTPA, 4.4). Veelal wordt het eerstgenoemde extractiemiddel toegepast voor de bepaling van kationen en de tweede voor de bepaling van spoorelementen.

Daarnaast is er de 'totaalbepaling' (4.6) waarbij gebruik wordt gemaakt van geconcentreerde zuren. Hierbij worden zowel de organische als de anorganische matrix ontsloten.

Tevens zijn er nog enkele speciale extractiemethoden opgenomen die veelal beperkt toepasbaar zijn (4.5) of geschikt voor de bepaling van een enkel element (4.7-4.9).

Toelichting op terminologie

In de voorschriften en beschrijvingen in deze uitgave wordt gebruik gemaakt van de term 'substraatvocht'; in grondteelten wordt hiervoor de term 'bodemplossing' gebruikt. Onder substraatvocht in substraten wordt de oplossing verstaan die in een substraat aanwezig is onder teeltomstandigheden. De concentraties van opgeloste stoffen in het substraatvocht hangen nauw samen met de gerealiseerde vochttoestand. Deze is bij substraten onder teeltomstandigheden zeker niet constant, daarom moet voor een definitie worden gekozen voor een vochttoestand die kunstmatig wordt aangebracht, maar voldoende dicht bij de vochttoestand ligt onder teeltomstandigheden.

De fluctuaties die optreden als gevolg van onregelmatigheden in de vochtvoorziening worden daarin uiteraard niet weergegeven, zodat de definitie betrekking heeft op de toestand die in het substraat aanwezig is kort na het gieten en uitdraineren. Bij teelten in substraten wordt veelal echter frequent water gegeven, zodat de fluctuaties in de vochttoestand van enige betekenis tijdens de teelt beperkt blijven.

Onder teeltomstandigheden komen globaal twee situaties voor en wel (1) die substraten waarbij in het monster een geringe negatieve drukhoogte wordt opgebouwd en (2) die welke zich niet lenen voor de opbouw van enige negatieve drukhoogte in de matrix en continu min of meer verzadigd worden gehouden. Voorbeelden van substraten die onder (1) bedoeld worden zijn venige materialen en kokosgruis en voorbeelden van substraten die onder (2) bedoeld worden zijn steenwol, kleikorrels en kunstschuim.

In principe worden twee vochttoestanden gedefinieerd: voor de substraten onder (1) genoemd een vochtgehalte bij een drukhoogte van -10 cm en voor de substraten genoemd bij (2) een vochtgehalte na uitlekken. De drukhoogte waarbij de substraatvocht wordt gedefinieerd, dient voor ieder substraat afzonderlijk te worden aangeduid.

4.2 Waterextractiemethoden

In de glastuinbouw wordt veelal gewerkt met waterige extracties bij het grondonderzoek. De reden van deze keuze is het feit dat bij grondonderzoek voor de tuinbouw onder glas veel waarde wordt gehecht aan de samenstelling van de bodemoplossing. Hierboven is al aangegeven dat in dit boek de term 'substraatvocht' zal worden gebruikt. De belangrijkste parameter van het substraatvocht is de osmotische druk en schattingen hiervan kunnen alleen maar met behulp van waterige extracties worden verkregen. De osmotische druk van het substraatvocht is een belangrijke groeiregelende factor bij teelten onder glas. Een te hoge waarde veroorzaakt groeiremming en een te lage waarde kan leiden tot onvoldoende productkwaliteit en vooral onder lichtarme omstandigheden tot een te weelderige gewasontwikkeling. Osmotische druk in substraatvocht kan worden opgebouwd door zouten te laten accumuleren of door het toedienen van goed oplosbare meststoffen. Op deze wijze zijn de osmotische druk, het zoutgehalte en de bemesting met elkaar verweven. Het is daarom dan ook van belang dat de verschillende parameters voor zout en voeding in eenzelfde waterig extract worden bepaald, om ze ten opzichte van elkaar te kunnen regelen.

De beste methode om de samenstelling van het substraatvocht te leren kennen is de analyse van substraatvocht dat direct uit het groeimedium wordt geëxtraheerd. Bij teelten in steenwol, waar via een simpele afzuiging substraatvocht kan worden verkregen wordt dit ook gedaan. Bij veel andere groeimedia is dit echter niet zo gemakkelijk te realiseren, omdat het water veel sterker aan de matrix is gebonden en dan alleen door uitpersen of verdringing verkregen kan worden. Dergelijke methoden lenen zich niet voor routine onderzoek. Voor routinematig grondonderzoek wordt in dergelijke gevallen dan ook extra water aan het bodemonster toegevoegd om gemakkelijk een extract te kunnen bereiden. Uit de gevonden concentraties aan zout en voedingselementen worden de concentraties aan zout en voedingselementen in het substraatvocht geschat. De schatting verloopt als regel nauwkeuriger, naarmate de verdunning van het substraatvocht geringer is, omdat daardoor de storingen bij deze schattingen als gevolg van verdunnings- en valentie-effecten tot een minimum worden beperkt.

Voor enige substraten wordt het 1:1,5 extract gebruikt; een methode waarbij het volume op gestandaardiseerde wijze wordt afgestapt. Het substraatvocht wordt daarbij ongeveer driemaal verdund. Deze methode leent zich echter niet voor allerlei andere substraatmaterialen, zodat daarvoor naar een andere methode gezocht moest worden. Hiervoor is een extractie met behulp van driemaal substraatvocht ontworpen. Voor deze verhouding is gekozen, omdat bij deze extractie dezelfde verdunning als bij het 1:1,5 extract tot stand komt. Voor alle substraten kan op deze wijze dan een éénduidige interpretatie van analysecijfers verkregen worden. De 1:5 volumemethode, ontworpen door CEN is toegevoegd, omdat deze in de toekomst voor handelsverkeer over de grenzen heen nodig kan zijn. Als voordeel heeft deze methode dat een universele toepassing voor alle groeimedia mogelijk lijkt.

4.2.1 Extractie met water met behulp van de 1:1,5 volumemethode

Doel en principe

Het 1:1,5 volume-extract is bedoeld om de samenstelling van het substraatvocht van enige substraten te kunnen schatten.

Uitvoering

Door middel van visuele schatting wordt het substraat met gedemineraliseerd water op een vochttoestand gebracht overeenkomende met een drukhoogte van ongeveer -30 cm. Het substraatmonster wordt daarbij zodanig met de hand gemengd dat de natuurlijke structuur niet gestoord wordt. Het materiaal wordt in een set van twee op elkaar staande ringen gebracht, waarvan de onderste ring een minimale inhoud heeft van 60 ml bij een hoogte van 5 cm. Het materiaal wordt aangedrukt gedurende 10 sec met een druk van 10 kPa. De bovenste ring wordt

verwijderd door het substraat tussen de twee ringen zorgvuldig door te snijden. De inhoud van de onderste ring wordt gemengd met 1,5 maal dit volume aan gedemineraliseerd water, waarna de suspensie 15 minuten intensief wordt geschud en afgefilterd over een filterpapier dat geen verontreiniging geeft van het extract met de te bepalen elementen. Voor sommige elementen (vooral spoorelementen) wordt gefilterd met een 0,45 μm filter.

Opmerkingen

Voor grove substraten wordt aanbevolen voor het afmeten van het substraat een wijdere ring te gebruiken. Als algemene stelregel zou kunnen gelden dat een diameter van de ring wordt aanbevolen die ongeveer 2,5 maal zo groot is als de grootste delen van het substraat. De hoogte van de ring blijft echter 5 cm.

Toepassingsgebied

De methode kan worden toegepast voor alle substraten die voor 50 volume % of meer uit veen bestaan, of andere organische materialen zoals kokosgruis boomschors en houtvezel.

Bepalingen

In het extract worden EC, NH_4 , Na, K, Ca, Mg, NO_3 , Cl, SO_4 , P, Mn, Fe, Zn, B en Cu gemeten. De pH wordt gemeten in een slurry (bezinksel) na 16 uur wachttijd.

Nauwkeurigheid

Voor het vaststellen van de nauwkeurigheid van de extractbe-reiding wordt de EC van in duplo bereide extracten gemeten. De nauwkeurigheid bij deze bepaling werd verkregen was ongeveer 4% (variatiecoëfficiënt). Bij zeer lage waarden ($<0.5 \text{ mS cm}^{-1}$) zullen procentueel hogere waarden worden gevonden.

Literatuur

Sonneveld C, Van den Ende J and Van Dijk P A 1974. Analysis of growing media by means of a 1:1.5 volume extract. *Comm. Soil Sci. Plant Anal.* 5: 183-202.

Sonneveld C and Van Elderen C 1994. Chemical analysis of peaty growing media by means of water extraction. *Comm. Soil Sci. Plant Anal.* 25: 3199-3208.

4.2.2 Extractie met water met behulp van 3 maal substraatvocht

Doel en principe

Het bereiden van een waterextract voor routinematige doeleinden voor substraatmaterialen van een grote diversiteit. Hierbij is als doel gekozen uitkomsten te verkrijgen die éénduidig interpreteerbaar zijn. De verhouding driemaal substraatvocht is gekozen, omdat deze verdunning ten opzichte van het substraatvocht wordt verkregen vergelijkbaar met het 1:1,5 volume extract.

Uitvoering

Het vochtgehalte van het verse substraat wordt bepaald (zie 3.6). Een ring met een diameter van ongeveer 10 cm diameter en 5 cm hoogte wordt los gevuld met vers substraat, daarna gedurende 2,5 uur verzadigd en daarna gedurende 2,5 uur uitgelekt op een rooster. Aan een nieuw bereid volume substraat wordt daarna zoveel vocht toegevoegd dat het 3 maal de hoeveelheid vocht na het uitlekken bevat. Het afgestane volume van het substraat dient afhankelijk van de grofheid van het substraat te worden gekozen. Bij fijne substraten met een deeltjesgrootte $< 20 \text{ mm}$ is een minimum volume van 100 ml voldoende en substraten met deeltjes $> 20 \text{ mm}$ is een volume van 400 ml aan te bevelen. De suspensie wordt 2 uur end-over-end geschud en blijft daarna gedurende één nacht staan. De schudsnelheid moet dusdanig laag zijn dat de textuur van het substraat niet wordt aangetast. De suspensie wordt gefilterd over een filter dat geen verontreiniging van het extract veroorzaakt met een element dat bepaald moet worden. Voor sommige elementen (vooral spoorelementen) wordt met een 0.45 mm filter gewerkt.

Opmerkingen

De methode is bedoeld voor alle granulaire substraten waarbij de 1:1,5 methode niet kan worden uitgevoerd.

Toepassingsgebied

De methode is beproefd voor de volgende substraten: kleikorrels, perliet, steenwolgranulaat, zand.

Bepalingen

In de extracten worden de volgende bepalingen uitgevoerd: EC, NH₄, Na, K, Ca, Mg, NO₃, Cl, SO₄, HCO₃, P, F, Mn, Fe, Zn, B en Cu.

Nauwkeurigheid

Met de omschreven methode is nog maar beperkt ervaring opgedaan, zodat nog geen schatting kan worden gegeven van de nauwkeurigheid die met de methode kan worden gehaald.

Literatuur

De Kreij, C., C.W. Van Elderen, E.Meinken & P. Fischer. 1995. Extraction methods for chemical quality control of mineral substrates. *Acta Horticulturae* 401:61-70.

4.2.3 Extractie met water met behulp van de 1:5 volumemethode**Doel en principe**

De 1:5 volume methode is door CEN ontwikkeld om substraten en bodemverbeteringsmiddelen met sterk uiteenlopende eigenschappen op eenduidige wijze met water te kunnen extraheren.

Uitvoering

In een cilinder van ongeveer 1 liter inhoud met een hoogte van ongeveer 10 cm, voorzien van een losse kraag van 5 cm wordt substraat afgepast. De cilinder met een gedeelte van de kraag worden gevuld via een rooster dat dient als valbreker en daarna aangedrukt met een druk van 650 Pa. Na het verwijderen van de kraag wordt de cilinder gelijk met de rand afgestreken. Het gewicht van het monster wordt vastgesteld. Voor de extractbereiding wordt nu via weging een bepaald volume benodigd voor de bereiding van het extract vastgesteld en gemengd met 5 maal het volume aan gedemineraliseerd water. Na 60 minuten schudden wordt afgefiltreerd over een filtreerpapier dat geen verontreiniging geeft van het extract met de te bepalen elementen. Voor sommige elementen (spoorelementen) wordt gefiltreerd met een 0.45 µm filter.

Opmerkingen

De methode geeft problemen bij het afmeten van zeer grove en zeer natte aan elkaar klevende materialen. Ook zeer gemakkelijk in te drukken materialen geven problemen bij het aanbren-gen van het gewicht. Voor het behandelen van dergelijke materialen verwijzen, zie CEN TC 223 WG 4 N31A. De methode houdt geen rekening met het verschil in de volumefracties vocht van verschillende materialen, wat voor sommige bepalingen aanpassingen vraagt bij interpretatie van de uitkomsten.

Toepassingsgebied

De methode is bestemd voor alle granulaire substraten, maar heeft enkele beperkingen zoals onder de opmerkingen is vermeld.

Bepalingen

In de extracten worden de volgende bepalingen uitgevoerd: NH₄, Na, K, Ca, Mg, NO₃, Cl, SO₄, HCO₃, P, F, Mn, Fe, Zn, B en Cu.

Literatuur

CEN TC 223 WG 4 N31A, *Soil improvers and growing media. Extraction of water soluble elements. Draft 1998.*

4.3 Extractie met ammoniumacetaat 0,5 M

Doel en principe

De extractie met ammoniumacetaat is bedoeld om in gebufferd licht zuur milieu de hoeveelheid uitwisselbare kationen vast te stellen. Uitwisselbare fracties van deze elementen worden gezien als opneembaar voor de plant. De resultaten van de bepaling geven een schatting van het totaal aan, voor de plant "beschikbare", kationen.

De hoofdelementen worden uitgedrukt in mmol/kg droog materiaal en de spoorelementen in $\mu\text{mol/kg}$ droog materiaal.

Uitvoering

Alvorens de extractie te kunnen toepassen moeten het gravimetrisch watergehalte en de bulkdichtheid volgens PrEN 13040 van het verse substraat bepaald worden. Afhankelijk van de samenstelling van het substraat wordt een gewichthoeveelheid, overeenkomend met 60 ml of 250 ml vers substraat, in bewerking genomen. Voor monsters die voor minstens 80% volumegevocht bestaan uit deeltjes kleiner dan 10 mm kan 60 ml worden aangehouden. Voor alle overige monstertypen moet 250 ml gekozen worden. Het monster wordt, afhankelijk van de hoeveelheid, overgebracht in een polyethyleen fles van 250 ml of 1 liter, waarna 60 ml respectievelijk 250 ml water, verminderd met de hoeveelheid in het substraat aanwezige vocht, wordt toegevoegd. Daarna wordt 60 ml respectievelijk 250 ml ammoniumacetaatoplossing 1,0 M toegevoegd. De suspensie wordt gedurende 1 uur horizontaal, met roteren, geschud bij een snelheid van 180wentelingen per minuut. De suspensie wordt gefiltreerd over een middelfijn papierfilter dat geen verontreiniging van het extract veroorzaakt met een element dat bepaald moet worden. De eerste 10 ml van het filtraat moet weggegooid worden. Wanneer de filtratie te langzaam verloopt of zelfs onmogelijk is, kan van een alternatieve techniek, als centrifugeren, mits geregistreerd bij de analyseresultaten, gebruik gemaakt worden. Wanneer in het extract spoorelementen gemeten worden moet een extra filtratie over 0,45 μm filters uitgevoerd worden.

Toepassingsgebied

De methode is geschikt voor alle niet gevormde materialen.

Bepalingen

In de filtraten worden de volgende bepalingen uitgevoerd: K, Na, Ca, Mg, Mn, Fe, Zn, Cu en Mo.

Opmerking

Voor een juiste interpretatie moeten de fysische parameters - watergehalte, luchtgehalte, bulkdichtheid en fractieverdeling - bepaald worden volgens PrEN 13040.

Literatuur

Page, A.L.(editor). 1982.Methods of Soil Analysis. Agronomy Series No.9.ASA,Inc.Madison, Wisconsin,USA.Part 2;Chemical and Microbiological Properties, page 228-231.

CEN draft PrEN 13040, 1998. Soil Improvers and Growing Media - Sample preparation for chemical and physical tests, determination of dry matter content, moisture content and laboratory compacted bulk density.

4.4 Extractie met calciumchloride/DTPA

Doel en principe

Calciumchloride als extractievloeistof heeft de eigenschap om een bepaalde zoutconcentratie aan te bieden tijdens de extractie.

Daarmee komen zwak geadsorbeerde voorraden vrij. Het gaat dan meestal om hoofdelementen. Dit komt dus overeen met datgene wat in werkelijkheid ook gebeurt bij het toevoegen van meststoffen.

De DTPA is een sterke complexeerder, die de spoorelementen Fe, Mn, Cu en Zn sterk bindt. De

combinatie van calciumchloride en DTPA is dus zowel voor de hoofdelementen als de spoorelementen bedoeld.

Uitvoering

De methode wordt beschreven door CEN/TC 223 WG4 N 34. 1997. Van vochtig substraat wordt een hoeveelheid afgewogen overeenkomend met een bepaald volume, bijvoorbeeld 100 cm³. Hieraan worden vijf volumedelen extractievloeistof toegevoegd, dat is 0,01 M CaCl₂/0,002 M DTPA met pH 2,6. Na één uur schudden wordt gefiltreerd en in het filtraat worden de elementen bepaald.

Toepassingsgebied

Alle niet gevormde substraten

Bepalingen

In het extract worden bepaald NH₄, NO₃, P, SO₄, K, Na, Mg, Fe, Cu, Zn, Mo, Mn, Pb, Cd, en B.

Uitdrukkingswijze

Gehalten worden omgerekend en weergegeven in massa element (g of mg) per volume eenheid substraat (meestal l).

Opmerking

De bulkdichtheid moeten worden bepaald volgens PrEN 13040 het vochtgehalte moeten bekend zijn.

De methode wordt ook wel de CAT-methode genoemd. De bepaling van B kan, afhankelijk van de gebruikte detectiemethode, problemen opleveren wegens de sterke kleuring van het extract. Gezien de lage pH-waarden die in nogal eens in de extractiesuspensie gemeten, wordt betwijfeld of de gemeten hoeveelheden wel goede schatters zijn voor 'plantbeschikbare hoeveelheden'.

Literatuur

CEN/TC 223 WG4 N 34. 1997. *Soil improvers and growing media. Extraction of calcium chloride/DTPA soluble elements.* July 1997. pp 9.

CEN draft PrEN 13040, 1998. *Soil Improvers and Growing Media - Sample preparation for chemical and physical tests, determination of dry matter content, moisture content and laboratory compacted bulk density.*

4.5 Extractie met bariumchloride 0.1 M met behulp van de 1:1.5 volumemethode

Doel en principe

De extractie met bariumchloride is bedoeld om de hoeveelheid uitwisselbare kationen vast te stellen. Barium geeft, doordat het niet natuurlijk in substraten aanwezig is, geen verstoring van de meting van individuele kationen. De resultaten van de bepaling geven een schatting van het totaal aan, voor de plant 'beschikbare', kationen.

Uitvoering

Door middel van een visuele schatting wordt het substraat met gedemineraliseerd water op een vochttoestand gebracht overeenkomende met een drukhoogte van ongeveer -30 cm. Het substraatmonster wordt daarbij zodanig met de hand gemengd dat de natuurlijke structuur niet verstoord wordt. Het materiaal wordt in een set van twee op elkaar staande ringen gebracht, waarvan de onderste een minimale inhoud heeft van 60 ml bij een hoogte van 5 cm. Het materiaal wordt aangedrukt gedurende 10 sec met een druk van 10 kPa. De bovenste ring wordt verwijderd door het substraat tussen de twee ringen zorgvuldig door te snijden. De inhoud van de onderste ring wordt gemengd met 1,5 maal dit volume aan bariumchloride 0,1 M, waarna de suspensie 15 minuten intensief wordt geschud. Na een wachttijd van één uur wordt de suspensie

afgefiltreerd over een filtreerpapier dat geen verontreiniging geeft van het extract met de te bepalen elementen. Voor sommige elementen (vooral spoorelementen) wordt gefiltreerd met een 0,45 μm filter.

Toepassingsgebied

De methode wordt toegepast voor kokosgruis, kokosvezel en kokosbrokjes.

Bepalingen

In het extract worden pH, NH_4 , K, Na, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn en Cu gemeten.

Literatuur

Verhagen, J.B.G.M., 1999. CEC and the saturation of the adsorption complex of coir dust. *Acta Horticulturae* 481:151-155.

4.6 Bepaling mangaan-actief

Doel en principe

In een substraat kan Mn in verschillende vormen voorkomen: a) wateroplosbaar, b) geadsorbeerd of uitwisselbaar, c) gemakkelijk reduceerbaar en d) inert. Het doel van de bepaling van mangaan-actief is na te gaan hoeveel Mn er theoretisch vrij kan komen. Mn-actief is de som van de drie hierboven genoemde Mn-vormen a, b en c. Hiermee kan een voorspelling worden gedaan over de eventuele toxiciteit van Mn.

Uitvoering

Aan een gewichtsdeel luchtdroge grond wordt 20 gewichtsdelen extractievloeistof toegevoegd, dat is hydrochinon (1,4-benzeendiol) bevattende ammoniumacetaat oplossing 1 M met een gestelde pH 7. Na één uur schudden wordt gefiltreerd en in het filtraat wordt Mn bepaald.

Toepassingsgebied

De bepaling wordt aanbevolen bij materialen waarvan wordt verwacht dat zij veel Mn bevatten.

Bepalingen

Mn

Uitdrukkingwijze

Mn wordt uitgedrukt in mg per kg droog materiaal

Opmerking

Eventuele toxiciteit kan met deze bepaling niet worden voorspeld, echter wel de hoeveelheid 'biologisch actief Mn'. Het geeft een indicatie over Mn-hoeveelheden die vrij kunnen komen onder bepaalde omstandigheden, b.v. bij stomen.

Literatuur

Leeper, G.W. 1947. The forms and reactions of manganese in the soil. *Soil Sci.* 63, 79-94.
Sonneveld, C., 1979. Changes in chemical properties of soil caused by steam sterilisation. In: D. Mulder, *Soil desinfestation*: 39-50.

4.7 Stikstofvastlegging

Doel en principe

Voor een groot aantal substraten en grondstoffen is het van belang om voorafgaande aan de toepassing een inschatting te kunnen maken van de mate van stikstofvastlegging die optreedt in de teeltsituatie. Vooral organische materialen kunnen in de eerste weken van toepassing als substraat of als grondstof in potgronden grote hoeveelheden stikstof aan het wortelmilieu onttrek-

ken. Hiertoe is een methode ontwikkeld waarbij de mate van vastlegging wordt bepaald en uitgedrukt in de z.g. Stikstofvastleggings-index (SVI). De methode is afgeleid van methoden beschreven door Handreck (1993) en geschikt voor alle niet gecomposteerde organische materialen.

De SVI geeft aan hoeveel procent van de op dag 0 aanwezige stikstof in een substraat nog aanwezig is na 4 respectievelijk 20 dagen.

Uitvoering

Aan een materiaal wordt 0.1 mmol NO_3 per gram droge stof toegevoegd. Dit gehalte is gelijk aan dat in een gemiddelde potgrond waarin 10 mmol.l⁻¹ NO_3 in het substraatvocht voorkomt. Na vier en na twintig dagen wordt het gehalte NO_3 in oplossing bepaald. Op beide momenten wordt hiermee de Stikstof Vastleggings Index (SVI) bepaald.

Toepassingsgebied

De analyse kan worden toegepast bij alle niet gecomposteerde organische materialen.

Nauwkeurigheid

Met de omschreven methode is nog maar beperkt ervaring opgedaan, zodat nog geen schatting kan worden gegeven van de nauwkeurigheid die met de methode kan worden gehaald.

Literatuur

Handreck, K.A. 1993. Use of nitrogen drawdown index to predict fertilizer nitrogen requirements in soilless potting media. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 24:2137-2151.

4.8 Bepaling van het koolzure kalkgehalte

Doel en principe.

De methode staat bekend als de methode van Scheibler en is ook beschreven in NEN 5751. Het doel is het bepalen van de hoeveelheid carbonaten.

Uitvoering.

Aan een bepaald gewicht luchtdroge grond, bijvoorbeeld 3 g, wordt in een afgesloten ruimte een overmaat aan HCl 4 M toegevoegd, zodat alle carbonaten in het monster reageren tot CO_2 . Aan de toename van de hoeveelheid gas boven het monster wordt berekend wat de hoeveelheid CaCO_3 is.

Toepassingsgebied

Alle substraten

Bepalingen

Carbonaat

Uitdrukkingswijze

De carbonaten worden uitgedrukt alsof het allemaal calciumcarbonaat is; de uitdrukkingswijze is in de fractie CaCO_3 op gewichtsbasis.

Opmerking

Er kunnen ook andere stoffen zijn (bijvoorbeeld organische aromatische zuren), die een ontwikkeling geven van CO_2 of er kan een ander gas (H_2S en/of SO_2) gevormd worden. FeCO_3 lost niet volledig op in zoutzuur. Dit betekent dan een foute weergave van het gehalte aan carbonaat. In de meeste situaties geeft dit geen grote fouten.

Literatuur

NEN 5751. De bepaling van calciumcarbonaat in luchtdroge grond.

4.9 Bepaling van de pH in niet gevormde media

Doel en principe

De bepaling van de zuurgraad van een substraat

Uitvoering.

Breng een gewogen hoeveelheid monster die overeenkomt met een volume van 60 ml of 250 ml in een plastic fles en voeg de benodigde hoeveelheid water toe (300 ml of 1250 ml). Eén uur schudden in horizontale schudmachine. Binnen één uur na schudden wordt de pH gemeten. Aflezen als de waarde niet meer verandert dan 0.1 eenheid gedurende 15 seconden.

Toepassingsgebied

Niet gevormde media

Bepalingen

pH

Uitdrukkingswijze

pH = $-\log[H^+]$ op één decimaal nauwkeurig.

Opmerking

Bij materialen waarin minstens 80% van het volume wordt ingenomen door deeltjes kleiner dan 20 mm wordt het gewichtsequivalent van 60 ml afgewogen, Bij alle andere niet gevormde materialen het gewichtsequivalent van 250 ml.

Nauwkeurigheid

Ten behoeve van CEN is er een internationale ringtest tussen laboratoria gehouden, waarbij de volgende nauwkeurigheden werden bereikt.

	Veen/perlietmengsel	Grove boomschors
Gemiddelde	5.34	6.43
Duplicerbaarheid	0.12	0.18
Reproduceerbaarheid	0.48	0.99

Literatuur

CEN draft PrEN 13040, 1998. *Soil Improvers and Growing Media - Sample preparation for chemical and physical tests, determination of dry matter content, moisture content and laboratory compacted bulk density.*
CEN draft prEN 13037, 1998. *Soil improvers and growing media - Determination of pH.*

4.10 Bepaling van de EC in niet gevormde media

Doel en principe

Het bepalen van de zoutconcentratie in substraten

Uitvoering

Breng een gewogen hoeveelheid monster, die overeenkomt met een volume van 60 ml of 250 ml in een plastic fles en voeg de benodigde hoeveelheid water toe (300 ml of 1250 ml). Eén uur schudden in een schudmachine bij een temperatuur tussen 19 °C en 25 °C. Filtreren door een papieren filter waarbij de eerste 10 ml weggegooid wordt. Binnen één uur wordt de EC in het extract gemeten.

Toepassingsgebied

Niet gevormde media

Bepalingen

EC

Uitdrukkingswijze

mS/m op één decimaal nauwkeurig. Dit is afwijkend van de in Nederland gebruikte eenheid van mS/cm.

Opmerking

Bij materialen waarin met deeltjes kleiner dan 20 mm wordt het gewichtsequivalent van 60 ml afgewogen. Bij de andere niet gevormde materialen met deeltjes kleiner dan 40 mm wordt het gewichtsequivalent van 250 ml afgewogen.

Het volume wordt bepaald volgens CEN draft prEN 13040.

Nauwkeurigheid

Ten behoeve van CEN is er een internationale ringtest tussen laboratoria gehouden, waarbij de volgende nauwkeurigheden werden bereikt.

	Veen/perlietmengsel	Grove boomschors
Gemiddelde EC, mS m ⁻¹	10.18	31.70
Duplicerbaarheid	1.12	2.73
Reproduceerbaarheid	5.71	15.11

Literatuur

CEN draft PrEN 13040, 1998. *Soil Improvers and Growing Media - Sample preparation for chemical and physical tests, determination of dry matter content, moisture content and laboratory compacted bulk density.*

CEN draft prEN 13038, 1998. *Soil improvers and growing media - Determination of electrical conductivity.*

5. BIOLOGISCHE METHODEN**5.1 Inleiding**

Met chemisch onderzoek is het mogelijk om een aantal belangrijke parameters vast te stellen en is het ook mogelijk om bepaalde gevaren met betrekking tot de plantengroei aan te geven. Het is echter praktisch onmogelijk om een materiaal te screenen voor alle stoffen die schade kunnen geven. Om toch een indruk te krijgen of er schadelijke stoffen in een materiaal zitten kan een groeitest uitkomst bieden. Zo'n test geeft ook geen uitsluitsel maar geeft wel meer zekerheid over de geschiktheid als substraat. In een aantal gevallen kan het noodzakelijk zijn om een teeltproef uit te voeren met een substraat. Dit kan bijvoorbeeld voortkomen uit het chemisch onderzoek waarbij "vreemd" hoge gehalten aan bepaalde stoffen worden gevonden. Om te testen of deze stoffen invloed hebben op de plantengroei kan een teeltproef opgezet worden. Ook wanneer bijvoorbeeld al bekend is dat een combinatie van een substraat met een bepaald gewas problemen geeft en de oorzaak niet bekend is, kan voor een dergelijk specifiek probleem een teeltproef opgezet worden. In bepaalde substraten kunnen fytosanitaire problemen te verwachten zijn, bijvoorbeeld met aaltjes of bepaalde virusziekten. Hiervoor zijn testen beschikbaar. Soms kan het ook noodzakelijk zijn om te testen of een proces bij de substraatfabricage (b.v. verhitte) voldoende afdoding geeft voor bepaalde ziektekiemen.

5.2 Onkruidtest

Doel en principe

In de onkruidtest wordt bekeken hoeveel onkruidzaden er onder bepaalde omstandigheden tot ontkieming komen. De hoeveelheid onkruiden wordt als aantal per oppervlakte weergegeven - (aantal per m^2).

Uitvoering

Om te bekijken of een substraat al of niet besmet is met onkruidzaden wordt 20 liter substraat eerst bemest (tot niveau 0,75 kg PG-mix m^3) en eventueel bekalkt (pH 5.5-6.0). Het substraat wordt met schoon water flink vochtig gemaakt. Over tweemaal (duplo) een oppervlakte van 0,25 m^2 wordt een laag substraat uitgespreid met een dikte van 4 cm. Gedurende 4 weken wordt bekeken hoeveel zaden er tot ontkieming komen. De temperatuur mag niet beneden de 18 °C en niet boven de 30 °C komen. De luchtvochtigheid moet hoog gehouden worden door de test onder folie te laten plaats vinden. Gedurende de test moet het substraat vochtig gehouden worden vergelijkbaar met normale teeltcondities.

Opmerkingen

Of zaden tot ontkieming komen hangt van twee factoren af. Ten eerste moet de kiemrust doorbroken worden en ten tweede moeten de kiemingsomstandigheden optimaal zijn. Dit heeft tot gevolg dat de uitkomsten van een kiemtoets, zoals de huidige onkruidtoets, niet altijd aan kan geven hoeveel zaden potentieel tot ontkieming kunnen komen.

Toepassingsgebied

De methode kan worden toegepast op alle substraten.

Bepalingen

Met de methode kan de hoeveelheid kiemkrachtige onkruidzaden worden vastgesteld in het verse substraat.

Literatuur

Zevenhoven, M.A., L.A.J. Jacobs, R.A.W. Keijzer 1997. *Planten in het veen, een selectie. Brochure Stichting R.H.P., Naaldwijk, tweede uitgave*

5.3 Groeitest

Doel en principe

De groeitest is een aanvullende test om te toetsen of er in een substraat schadelijke stoffen vrijkomen. Met de test wordt de kiem- en groeiremming gemeten ten opzichte van een referentie. Met het chemisch onderzoek is het mogelijk om een aantal belangrijke parameters vast te stellen en is het ook mogelijk om bepaalde gevaren met betrekking tot de planten-groei aan te geven. Het is echter praktisch onmogelijk om een materiaal te screenen voor alle stoffen die schade kunnen geven. Om toch een indruk te krijgen of er schadelijke stoffen in een materiaal zitten kan een groeitest uitkomst bieden. Zo'n test geeft ook geen uitsluitsel maar geeft wel een belangrijk stuk extra zekerheid over de geschiktheid als substraat.

Uitvoering

Een cilinder op standaardwijze vullen met het monster. Verzadigen gedurende 24-30 uur bij geconditioneerde omstandigheden. Extraheren met voedingsoplossing, corrigeren op EC, pH en toevoegen aan groeibakjes. Hierop een tray plaatsen waarin tuinkers, koolrabi, sla en vlijtig liesje gezaaid zijn. De groeitest wordt in een groeikast onder geconditioneerde teeltomstandigheden uitgevoerd qua licht en luchtvochtigheid. Als er een bekende vastlegging (bijvoorbeeld stik-

stof) plaatsvindt wordt hiervoor gecorrigeerd. Na verloop van tijd worden de kieming en het plantgewicht vastgesteld.

Toepassingsgebied

De methode kan worden toegepast op alle substraten.

Bepalingen

Met de methode kan de kiem- en groeiremming vastgesteld worden in het verse substraat.

Nauwkeurigheid

Er kan een negatief oordeel uitgesproken bij een kiem- en groeiremming van respectievelijk 20% en 40%. Per test moet een ANOVA toets uitgevoerd worden om vast te stellen of de groeiremming significant is (90% betrouwbaarheidsniveau).

Literatuur

Wever, G. 1995. *Groeitest voor grondstoffen en substraten. PBG laboratoriumvoorschrift.*

5.4 Teeltproef voor niet gevormde media

Doel en principe

Het doel is het beproeven van nieuwe substraten of grondstoffen voor substraten waar weinig of geen ervaring mee bestaat in toepassing in de tuinbouw.

Het te beproeven materiaal wordt in verschillende verhoudingen gemengd met fijn veen (Iers, veentype 3, fractie 0-7mm). Deze veencomponent heeft een goede structuurstabiliteit en een redelijk hoog luchtgehalte gecombineerd met een fijne gradatie. Hierdoor wordt een vergelijkbare fysische structuur tussen de verschillende mengsels gerealiseerd waarbij steeds voldoende vocht en lucht beschikbaar is.

Uitvoering

De proef wordt uitgevoerd met twee weken oude tomatenzaailingen in steenwolpluggen in mengsels oplopend van 0 tot 100% veentoevoeging. Bij de basisbemesting dient rekening te worden gehouden met de chemische eigenschappen

De mengsels worden toegepast in potten op schotels in een eb/vloed systeem.

De totale teeltduur vanaf poten is zes weken. Het gewas wordt regelmatig beoordeeld en bemonsterd. Tevens worden de mengsels fysisch onderzocht en van enkele behandelingen wordt aan het eind de hoofd- en spoorelementen bepaald in 1:1,5 extract (4.1.1), dan wel in 3 x substraatvocht (4.1.2).

De proef wordt opgezet als een blokkenproef met vier herhalingen. Per veld worden 30 planten opgenomen, omsloten door een randrij of een ander veld.

Per meting worden 10 planten dusdanig geoogst dat de plantafstand tussen de resterende waarnemingsplanten gelijk blijft.

Toepassingsgebied

De methode is geschikt voor alle niet gevormde materialen.

Opmerkingen

Voorafgaand aan de proef dienen de volgende analyses te zijn uitgevoerd:

- Stikstofvastlegging (4.7) indien het materiaal organisch is.
- Chemische analyse (1:1,5 extract (4.2.1) of 3 x substraatvocht (4.2.2)).

Eigenschappen



6. PRODUCTKARAKTERISERING

6.1 Inleiding

Per type wortelmedium zijn er te verwachten eigenschappen. In dit hoofdstuk wordt weergegeven wat de karakteristieke eigenschappen zijn van een type substraat. Dit hoofdstuk geeft de gebruiker een instrument in handen om te kunnen bekijken of zijn substraat geschikt is voor de beoogde toepassing. Daarnaast kan bekeken worden of zijn substraat 'normale' eigenschappen heeft. De gegevens in de tabellen zijn zoveel als mogelijk opgesteld op basis van uitgevoerde analyses.

Bij het opstellen van een productkarakterisering is genoteerd hoeveel typen er meegenomen zijn en hoeveel herhalingen er genomen zijn. Van elk type wordt het gemiddelde van indien mogelijk 10 monsters in de tijd genomen. Als er een duidelijke scheiding te maken is binnenin een productgroep, bijvoorbeeld kleikorrels van 4-8 mm en van 8-16 mm, dan kan per groep de verdeling vastgesteld worden. Daarnaast wordt de bandbreedte vastgesteld per type door het gemiddelde plus en min 2 keer de standaardafwijking te nemen. Het gemiddelde wat genoemd wordt per parameter is het gemiddelde van de gemiddelden van de typen. De grenzen worden vastgesteld door alle bandbreedtes naast elkaar te leggen en de laagste en de hoogste waarde te nemen. Bij de ondergrens is dan naar beneden afgerond en bij de bovengrens naar boven. Bij de dichtheid is de waarde afgerond op tientallen.

Als er geen uitgebreide analyses zijn gedaan dan is een schatting gedaan van de eigenschappen. Per type wordt het gemiddelde bepaald van de aanwezige analyses. Dit gemiddelde wordt voor 100% meegenomen bij de bepaling van het totaal gemiddelde. Voor de spreiding wordt de hoogste en de laagste waarde genomen. Er wordt wel op gelet dat er geen 'uitbijters' bijzitten. Dit staat dan gemeld bij de tabel.

Opmerkingen bij de productkarakterisatie

De gebruikte methode voor Fysisch onderzoek van niet voorgevormde materialen komt niet overeen met de methode beschreven in 3.2.2. Er is namelijk gebruik gemaakt van de stempel-methode Wever, 1995) i.p.v. de CEN-methode (3.2.2). Aangezien de methoden een duidelijke correlatie vertonen (Wever, 1995) is besloten de gevonden resultaten wel op te nemen. Tussen de uitkomsten van harde materialen zoals kleikorrels, perliet, kokosbrokjes en puimsteen zullen waarschijnlijk weinig verschillen gevonden worden tussen de methoden. Voor de zachte materialen zoals; veen, poly-urethaan schuimvlokken, kokosgruis en houtvezel zal dit wel het geval zijn. Voor veen is de correlatie bekend (Wever, 1995) en doorberekend. Eigenlijk komt het er op neer dat een zacht materiaal met de CEN-methode een hoger luchtgehalte en een lagere bulkdichtheid geeft dan met de Stempel-methode voor het luchtgehalte en hoe relatief lager voor de bulkdichtheid en het watergehalte.]?

Van de producten fenolhars, glaswol, lava, vermiculiet en zand zijn geen producteigenschappen opgenomen omdat er te weinig gegevens beschikbaar zijn. Enkele eigenschappen van deze producten staan vermeld in de brochure Wortelmedia (Kipp & Wever, 1993)

Literatuur

Kipp, J.A. en G. Wever, 1993. Wortelmedia. Informatiereeks no. 103, PTG-Naaldwijk.
Wever, G. 1995. Physical analysis of peat and peat-based growing media. Acta Horticulturae 401: 561-567.

6.2 Fenolhars

Herkomst en productie

Fenolharsschuim wordt gemaakt door aardolieproducten op te schuimen. Een fenol is een benzeenring met een OH-groep. De grootte van de poriën is te variëren. Oasis brengt tegenwoordig één type op de markt. Het product kan als mat geproduceerd worden maar ook kunnen er brokjes worden gemaakt.

Het granulaat wordt gebruikt bij de teelt van orchideeën en anthuriums. Na fabricage is de pH erg laag (3.5). Daarom wordt voor aflevering het materiaal bekalkt. Voor de eerste watergift is wederom een extra kalkgift (0.5 kg.m³ Dolokal) noodzakelijk. Oasis vindt ook veel toepassing bij het steken van bloemstukken.

Eigenschappen

Fenolharsschuim houdt veel water vast maar in granulaire vorm bevat het veel lucht door de holtes tussen de brokjes. Fenolharsschuim heeft geen buffercapaciteit voor voedingselementen. Het materiaal is vrij zacht en niet flexibel waardoor het na indrukken verpulvert en zijn structuur verliest.

Afvalfase

Het materiaal is te stomen, maar het gaat moeizaam omdat het veel water vasthoudt. Door de geringe draagkracht kan het niet toegepast worden als er met machines over het substraat gereden moet worden.

Fenolharsschuim verkleint bij composteren tot onherkenbare structuren waarbij voor zover bekend geen schadelijke stoffen overblijven.

Opmerking

Van dit product zijn onvoldoende fysische en chemische eigenschappen bekend, zodat geen tabellen hierover zijn opgenomen.

6.3 Glaswol

Herkomst en productie

Glaswol wordt gemaakt door kwartszand te smelten in een elektrische oven bij 1200 °C. Het vloeibare glas stroomt op een ronddraaiend bord en wordt door de perforaties in de rand naar buiten geslingerd. De dunne slierten glas stollen tot vezels. Aan de vezels wordt tevens een bindmiddel toegevoegd waardoor de mat zijn vorm behoudt.

Glaswol wordt veel gebruikt als isolatiemiddel. Als substraat is glaswol in te zetten op alle platen waar ook steenwol ingezet kan worden. Ook wordt sla op glaswol geteeld. Hiervoor wordt een deken van glaswol uitgerold over de kasgrond waar de sla op wordt gepoot.

Eigenschappen

Glaswol bestaat uit lange stevige vezels. In tegenstelling tot steenwol is de vezeldiameter te variëren waardoor drogere of nattere producten te maken zijn. Door bovenin de mat fijnere en onderin grovere vezels aan te brengen is het ook mogelijk een homogene vochtverdeling in de mat te verkrijgen. De huidige glaswol is zeer licht en kan veel water en, zeker in de bovenste laag, veel lucht bevatten. Glaswol is chemisch gezien inert.

Afvalfase

Glaswol lost nauwelijks op onder invloed van zuren en heeft daardoor een grotere structuurstabiliteit dan steenwol. Het is biologisch niet afbreekbaar.

Glaswol wordt door de leverancier teruggenomen en gerecycled tot nieuwe glaswol. De recycling is een pyrolyseprocédé: bij een temperatuur van 500 °C en laag zuurstofgehalte worden glas en organische stoffen gescheiden. De organische stoffen verbranden. De hierbij vrijkomende energie wordt gebruikt om het pyrolyseproces gaande te houden. Het pyrolyseproces is een energievriendelijk proces.

Opmerking

Van dit product zijn onvoldoende fysische en chemische eigenschappen bekend, zodat hierover geen tabellen zijn opgenomen.

6.4 Houtvezel**Herkomst en productie**

Uit hout kan houtvezel geproduceerd worden door het hout te vervezelen bij een temperatuur boven de 100 °C. Meestal gebeurt dit door houtsnippers met een bepaalde techniek door een opening te persen waardoor een hoge druk en temperatuur ontstaat. Hierdoor is het product vrij van plantpathogenen.

Als grondstof wordt meestal hout van dennenbomen gebruikt. De bomen worden geschild. In sommige houtvezelproducten wordt afvalhout gebruikt wat uiteraard vrij moet zijn zijn impregneermiddelen en andere schadelijke stoffen. Toepassing vindt meestal plaats in matten. De vezels zitten dan in een netje met daaromheen wit plastic folie. Maar de vezels kunnen ook gemengd worden met veen in potgrondmengsels.

Eigenschappen

Houtvezelproducten worden zowel van vers als van afvalhout vervaardigd. Er kan een kleine hoeveelheid schors aanwezig zijn als het gebruikte hout niet goed van de schors ontdaan is. Ze zijn vaak erg luchtig en houden weinig water vast. Gedurende de eerste tijd van de teelt wordt er stikstof gebruikt door de intensieve kolonisering van bacteriën. Hierdoor stijgt ook de pH enigszins. Door aanpassing van de voedingsoplossing is dit gedeeltelijk bij te stellen. Veel houtvezelproducten kunnen een hoog Mn-gehalte hebben.

Afvalfase

De standaard matten gaan één teelt mee omdat het gedurende de teelt afgebroken wordt door micro-organismen. Het product is dus niet erg duurzaam. Voor langere teelten zijn iets zwaardere matten op de markt.

Door de korte gebruiksduur is stoombaarheid niet van toepassing. Bij de vertering van het materiaal komt ook CO₂ vrij waardoor ook wat later begonnen kan worden met CO₂-toediening. Sommige mattypen worden teruggenomen en verwerkt als grondstof voor tuingronden in de hobbysfeer.

Tabel 6.1: Fysische eigenschappen van houtvezel.

Parameter	Gemiddelde	Grenzen	Opmerkingen
Organische stof fractie g (ds)⁻¹	0,98	0,92-1.00	
Dichtheid van de vaste fase, kg m⁻³	1440	1200-1680	
Bulkdichtheid, kg m⁻³	87	55-125	

Water-lucht huishouding

Poriënvolume (vol.)	0,95	0,92-0,96	
Poriënvolume effectief (vol.)	0,95	0,92-0,96	
Lucht gehalte uitlek (vol.)	0,23	0,10-0,37	
Lucht gehalte druk-hoogte -10 cm (vol.)	0,62	0,47-0,78	
Water gehalte bij uitlek (vol.)	0,72	0,59-0,86	
Water gehalte drukhoogte -10 cm (vol.)	0,32	0,18-0,48	
Water gehalte drukhoogte -20 cm (vol.)	0,24	0,13-0,27	
Water gehalte drukhoogte -50 cm (vol.)	0,19	0,12-0,27	
Water gehalte drukhoogte -100 cm (vol.)	0,18	0,12-0,26	
Water gehalte herverzadiging -2.5 cm (vol.)	0,59	0,47-0,74	

Fractieverdeling

xx mm; gew. %	-	-	van een aantal houtvezeltypen is de fractieverdeling niet te bepalen dus kan dit niet ingevuld worden
Radio-activiteit, Bq (Cesium 134 Cs 137)	onbekend	onbekend	
Krimp (vol.)	0,06	0-0,13	

Mechanische eigenschappen

Relatieve indrukking 2 kPa (vol.)	0,09	0,05-0,15	
Relatieve indrukking 10 kPa (vol.)	0,27	0,15-0,41	
Relatieve indrukking 20 kPa (vol.)	0,38	0,25-0,53	
Relatieve indrukking 150 kPa (vol.)	0,66	0,53-0,76	
Volumeverlies 2 kPa (vol.)	0,05	0,04-0,06	
Volumeverlies 10 kPa (vol.)	0,16	0,14-0,18	
Volumeverlies 20 kPa (vol.)	0,24	0,21-0,26	
Volumeverlies 150 kPa (vol.)	0,42	0,38-0,46	

Basis tabel 6.1

Van 2 typen houtvezel zijn 10 herhalingen per parameter behalve dichtheid (geen herhaling) van 2 andere typen houtvezel (geen cijfers beschikbaar over de mechanische eigenschappen), waarvan slechts 1 analyse per type beschikbaar was, is gecontroleerd of de uitkomsten binnen de grenzen vallen. Bij organische stof was dit niet het geval. Voor deze parameter is het gemiddelde bepaald van de 4 typen houtvezel; de grenzen zijn opgesteld op basis van de standaardafwijking van deze berekening.

Basis tabel 6.2

De gemiddelden zijn gebaseerd op 3 onbemeste houtvezel substraten. Van 1 type waren 10 analyses 3 maal substraatvocht beschikbaar en van de andere twee typen slechts 1 analyse. Het gemiddelde is opgesteld door het gemiddelde van de 3 types te nemen. De bandbreedte is opgesteld op basis van +/- 2 maal de standaardafwijking van de 10 analyses en als het andere monsters er dan buiten lag is de bandbreedte ruimer gesteld door de standaardafwijking van de 3 gemiddelden te bepalen en +/- 2 maal deze standaardafwijking van het gemiddelde te nemen. Bij de extractie met ammoniumacetaat is er per materiaal slechts 1 waarneming. Van de drie is het gemiddelde genomen en de standaardafwijking van deze berekening is gebruikt om de grenzen vast te stellen. De waarden genoemd bij de HCl extractie zijn op basis van 1 materiaal waar 3 waarnemingen gedaan zijn. Bij stikstofbinding zijn van 1 materiaal 5 analyses uitgevoerd na 4 en na 8 dagen. Van de andere materialen is in enkelvoud na 4 en 10 dagen de stikstofbinding vastgesteld.

Tabel 6.2: Chemische eigenschappen van houtvezel.

Parameter	Gemiddelde	Grenzen	Opmerkingen
Extractie 3 x substraatvocht			
EC, mS cm ⁻¹	0,2	0-0,5	
pH	4,8	3,8-5,4	
NH ₄ , mmol l ⁻¹	<0,2	0-0,2	
K, mmol l ⁻¹	0,9	0-2,9	
Na, mmol l ⁻¹	0-0,8	0-0,24	
Ca, mmol l ⁻¹	0-42	0-1,44	
Mg, mmol l ⁻¹	0-3	0-1,0	
NO ₃ , mmol l ⁻¹	<0,1	0-0,16	
NO ₂ , mmol l ⁻¹	0,03	0,0-0,05	
Cl, mmol l ⁻¹	0,11	0-0,3	
SO ₄ , mmol l ⁻¹	0,05	0-0,3	
HCO ₃ , mmol l ⁻¹	0,41	0-1,42	
P, mmol l ⁻¹	0,11	0-0,27	
Fe, µmol l ⁻¹	5,2	0-16,7	
Mn, µmol l ⁻¹	14,1	0-35,7	
Zn, µmol l ⁻¹	4,3	0-14,8	
B, µmol l ⁻¹	27	0-70	
Cu, µmol l ⁻¹	0,3	0-0,4	
Br, µmol l ⁻¹	<0,01	0-0,01	
F, mmol l ⁻¹	0,03	0-0,08	
Mo µmol l ⁻¹	<0,01	0-0,1	
Al, µm-ol l ⁻¹	9	0-18	
Si, mmol l ⁻¹	0,1	0-0,19	

Extractie 0.5 M NH₄Ac, 1:2

K, mmol l ⁻¹	1,66	0-5,12	
Na, mmol l ⁻¹	0,12	0-0,33	
Ca, mmol l ⁻¹	2,9	0-9,48	
Mg, mmol l ⁻¹	1,64	0-5,09	
Fe, µmol l ⁻¹	15,8	0-55,8	
Mn, µmol l ⁻¹	87	0-191	
Zn, µmol l ⁻¹	25,3	0-79,3	
B, µmol l ⁻¹	17,7	0-40,8	
Cu, µmol l ⁻¹	0,46	0-0,79	

HCl 1.0 M

Cd, mg kg ⁻¹	<0,3	0-0,3	
Cr, mg kg ⁻¹	3	0-7	
Cu, mg kg ⁻¹	<2	0-2	
Hg, mg kg ⁻¹	<0,02	0-0,02	
Hg, mg kg ⁻¹	<2	0-2	
Pb, mg kg ⁻¹	<5	0-5	
Zn, mg kg ⁻¹	9	6-11	
As, mg kg ⁻¹	<5	0-5	

Stikstofbinding

na 4 d, mmol g ⁻¹	0,05	0-0,10	
na 8 d, mmol g ⁻¹	0,08	0-0,11	
na 20 d, mmol g ⁻¹	0,04	0-0,11	

6.5 Kleikorrel

Herkomst en productie

Kleikorrels worden verkregen door zware klei te laten expanderen. Bij het bakken van droge klei bij 1100 °C komt een gas vrij waardoor de klei expandeert. De gassen komen vrij doordat ijzersulfiden omgezet worden. Het is van groot belang dat alleen speciale kleisoorten met een laag gehalte aan wateroplosbare zouten voor de fabricage worden gebruikt en dat tijdens het proces geen stoffen, zoals kalk, worden toegevoegd. Deze kunnen anders tijdens de teelt vrij komen en vooral in gesloten systemen veel problemen veroorzaken. Het kan namelijk voorkomen dat bij de fabricage een extra hoeveelheid sulfiden worden toegevoegd om er zeker van te zijn dat er genoeg gassen vrijkomen bij het bakken. Kleikorrels met een zeer lage bulkdichtheid zijn daarom verdacht.

Naast verschillende fracties zijn er ook gebroken kleikorrels. In de tuinbouw wordt de kleikorrel sinds 1936 gebruikt. Ze worden toegepast bij hydrocultuur en verder in goten of emmers bij verschillende gewassen.

Eigenschappen

De gebakken kleikorrel heeft een gering gewicht en een poreuze structuur. Kleikorrels bevatten dan ook over het algemeen zeer veel lucht en weinig water. Meestal wordt daarom een frequente watergift in combinatie met een constante waterlaag in het substraat geadviseerd. De pH is ongeveer 7 en de EC laag, er van uitgaande dat een zoutarme klei is gebruikt en er geen chemicaliën zijn toegevoegd die tijdens de teelt in oplossing kunnen komen.

Er is aangetoond dat kleikorrels na vijf jaar intensief telen geen veranderingen in fysische samenstelling -vertonen. Kleikorrels zijn zeer geschikt voor meerjarig gebruik omdat ze sterk en goed stoombaar zijn.

Afvalfase

Kleikorrels kunnen vele jaren mee. Gebruikte kleikorrels kunnen worden gewassen en opnieuw gebruikt worden. Ook zijn er mogelijkheden voor toepassing in de bouw.

Tabel 6.3: Fysische eigenschappen van gebakken kleikorrels

Parameter	Gemiddelde	Grenzen	Opmerkingen
Organische stof fractie g g(ds) ⁻¹	0	-	
Dichtheid van de vaste fase, kg m ⁻³	1870		
Bulkdichtheid, kg m ⁻³	489	345-661	
Water-lucht huishouding			
Poriënvolume (vol.)	0,82	0,75-0,87	
Poriënvolume effectief (vol.)	0,74	0,65-0,82	berekening op basis van gemiddelde dichtheid
Lucht gehalte uitlek (vol.)	0,62	0,45-0,76	
Lucht gehalte druk-hoogte -10 cm (vol.)	0,69	0,60-0,77	
Water gehalte bij uitlek (vol.)	0,19	0,11-0,32	
Water gehalte drukhoogte -10 cm (vol.)	0,13	0,10-0,16	
Water gehalte drukhoogte -20 cm (vol.)	0,12	0,9-0,15	
Water gehalte drukhoogte -50 cm (vol.)	0,12	0,9-0,15	
Water gehalte drukhoogte -100 cm (vol.)	0,11	0,8-0,15	
Water gehalte herverzadiging -2.5 cm (vol.)	0,250,	0,16-0,36	aangezien kleikorrels een lange verzadigingsduur hebben is deze waarde hoger dan het watergehalte bij uitlek.
Fractieverdeling			
Radio-activiteit, Bq (Cesium 134 Cs 137)			
Krimp (vol.)			
Mechanische eigenschappen			
Relatieve indrukking 2 kPa (vol.)			
Relatieve indrukking 10 kPa (vol.)			
Relatieve indrukking 20 kPa (vol.)			
Relatieve indrukking 150 kPa (vol.)			
Volumeverlies 2 kPa (vol.)			
Volumeverlies 10 kPa (vol.)			
Volumeverlies 20 kPa (vol.)			
Volumeverlies 150 kPa (vol.)			

Basis tabel 6.3

3 types, 2 herhalingen, m.u.v. 1 type waren er geen herhalingen

Basis tabel 6.4

De gemiddelden zijn gebaseerd op 3 types

Extractie 3x substraatvocht van 1 type zijn 3 herhalingen; de andere 2 zijn in enkelvoud per parameter van 1 type zijn geen NO₂, F, Br en Mo bepalingen gedaan

Tabel 6.4: Chemische eigenschappen van gebakken kleikorrels.

Parameter	Gemiddelde	Grenzen	Opmerkingen
Extractie 3 x substraat-vocht			
EC, mS cm ⁻¹	1,3	1,0-1,6	
pH,	8,1	7,0-8,6	
NH ₄ , mmol l ⁻¹	0,0	-	
K, mmol l ⁻¹	0,3	0,1-0,4	
Na, mmol l ⁻¹	0,8	0,3-1,5	
Ca, mmol l ⁻¹	5,3	3,4-7,3	
Mg, mmol l ⁻¹	1,4	0,6-1,9	
NO ₃ , mmol l ⁻¹	0,0	0,0-0,1	
NO ₂ , mmol l ⁻¹	0,0	-	
Cl, mmol l ⁻¹	0,1	-	
SO ₄ , mmol l ⁻¹	6,6	4,9-9,1	
HCO ₃ , mmol l ⁻¹	0,4	-	
P, mmol l ⁻¹	0,0	-	
Fe, μmol l ⁻¹	1,6	0,0-2,5	
Mn, μmol l ⁻¹	0,1	0,0-0,3	
Zn, μmol l ⁻¹	0,3	0,0-1,3	
B, μmol l ⁻¹	10,4	0,0-17,0	
Cu, μmol l ⁻¹	0,1	0,0-0,3	
Br, μmol l ⁻¹	0,0	-	
F, mmol l ⁻¹	0,1	0,1-0,2	
Mo, μmol l ⁻¹	0,3	0,2-0,4	
Al, μmol l ⁻¹	5,5		
Si, mmol l ⁻¹	0,0		

Extractie 0.5 M NH₄OAc, 1:2

K, mmol l ⁻¹	0,1	0,1-0,2	
Na, mmol l ⁻¹	0,3	-	
Ca, mmol l ⁻¹	4,7	1,5-9,3	
Mg, mmol l ⁻¹	1,3	0,6-1,9	
Fe, μmol l ⁻¹	123,1	50,6-243,0	
Mn, μmol l ⁻¹	13,5	5,0-27,0	
Zn, μmol l ⁻¹	4,7	1,3-6,4	
B, μmol l ⁻¹	17,7	7,0-29,0	
Cu, μmol l ⁻¹	1,3	1,1-1,5	

HCl 1.0 M

Cd, mg kg ⁻¹			
Cr, mg kg ⁻¹			
Cu, mg kg ⁻¹			
Hg, mg kg ⁻¹			
Ni, mg kg ⁻¹			
Pb, mg kg ⁻¹			
Zn, mg kg ⁻¹			
As, mg kg ⁻¹			

Stikstofbinding

na 4 d, mmol g ⁻¹			
na 8 d, mmol g ⁻¹			
na 20 d, mmol g ⁻¹			

6.6 Kokos

Herkomst en productie

Er zijn een aantal kokosproducten op de markt: kokosgruis, kokosbrokjes en kokosvezel. Alle producten zijn afkomstig van kokosnoten en worden geïmporteerd uit tropische landen zoals Sri Lanka en Vietnam. De kokosnoot is de grote vrucht van de kokospalm (*Cocos nucifera*). In de bast zit ongeveer 125 gram vezel en ongeveer 250 gram gruis. Ook kan de bast van de noot gemalen of versneden worden tot brokjes.

Eigenschappen

De kokosvezels bevatten veel lucht en weinig water; kokosgruis bevat veel water en relatief een geringe hoeveelheid lucht. Bij kokosgruis en mogelijk ook bij brokjes wordt een kleine hoeveelheid stikstof vastgelegd. Kokos heeft een pH van ongeveer 5 à 6. Toch is een lichte bekalking noodzakelijk om de pH te bufferen. Kokosproducten zijn niet inert, reageren dus met meststoffen en hebben een hoog bufferingsvermogen voor voedingselementen. Doordat kokospalmen vaak aan de kust staan bestaat de kans dat het zoutgehalte te hoog is. De oorzaak van een eventueel hoog zoutgehalte is tweeledig. De kokospalm kan zonder nadelige gevolgen Na, K en Cl opnemen en gebruikt de noot als opslagorgaan voor dit zout. Daarnaast wordt kokos vaak onvoldoende schoongespoeld in het land van productie. Bovendien bevat vers materiaal nog schadelijke stoffen. Daarom moet substraat van kokos voor gebruik gecomposteerd of gedurende 4 maanden bewaard worden, het materiaal moet gespoeld zijn en voor gebruik voorbehandeld worden. Om kokos zonder problemen toe te kunnen passen is een voorbehandeling met een Ca/Mg zout te adviseren. Bij deze voorbehandeling worden K en Na van het adsorptie-complex verdrongen zodat K en Na tijdens de teelt niet meer vrij zullen komen.

Over de duurzaamheid en het hergebruik bestaat nog weinig kennis. De activiteit van micro-organismen is bij toepassing als substraat hoog, zodat de duurzaamheid wellicht minder is dan bij andere toepassingen. Teeltresultaten laten zien dat de vezel mogelijk minder stabiel is. Ook over de stoombaarheid is weinig bekend.

Afvalfase

Het product kan na gebruik gecomposteerd worden.

Tabel 6.5: Fysische eigenschappen van kokosbrokjes.

Parameter	Gemiddelde	Grenzen	Opmerkingen
Organische stof fractie $g\ g(ds)^{-1}$	0,98	-	
Dichtheid van de vaste fase, $kg\ m^{-3}$			
Bulkdichtheid, $kg\ m^{-3}$	77	72-82	

Water-lucht huishouding

Poriënvolume (vol.)	0,95	-	
Poriënvolume effectief (vol.)			
Lucht gehalte uitlek (vol.)	0,55	-	
Lucht gehalte druk-hoogte -10 cm (vol.)	0,62	0,61-0,63	
Water gehalte bij uitlek (vol.)	0,40	-	
Water gehalte drukhoogte -10 cm (vol.)	0,33	0,32-0,34	
Water gehalte drukhoogte -20 cm (vol.)	0,32	0,30-0,33	
Water gehalte drukhoogte -50 cm (vol.)	0,30	0,29-0,31	
Water gehalte drukhoogte -100 cm (vol.)	0,30	0,28-0,31	
Water gehalte herverzadiging -2.5 cm (vol.)	0,45	0,43-0,46	

Fractieverdeling

>16 mm; (vol.)	0,61		
8-16 mm; (vol.)	0,25		
4-8 mm; (vol.)	0,7		
2-4 mm; (vol.)	0,3		
1-2 mm; (vol.)	0,4		
0.5-1 mm; (vol.)			
<0.5 mm; (vol.)			

Radio-activiteit, Bq (Cesium 134 Cs 137)

Krimp (vol.)			
--------------	--	--	--

Mechanische eigenschappen

Relatieve indrukking 2 kPa (vol.)			
Relatieve indrukking 10 kPa (vol.)			
Relatieve indrukking 20 kPa (vol.)			
Relatieve indrukking 150 kPa (vol.)			
Volumeverlies 2 kPa (vol.)			
Volumeverlies 10 kPa (vol.)			
Volumeverlies 20 kPa (vol.)			
Volumeverlies 150 kPa (vol.)			

Basis tabel 6.5

1 type, 2 herhalingen, zeefanalyse in enkelvoud

Basis tabel 6.6

De gemiddelden zijn gebaseerd op
 Extractie 3x substraatvocht
 Extractie 0.5 M NH_4Ac

- 1 type
- 2 herhalingen per parameter, m.u.v. Al en Si geen herhalingen.
- 2 herhalingen

Tabel 6.6: Chemische eigenschappen van kokosbrokjes.

Parameter	Gemiddelde	Grenzen	Opmerkingen
Extractie 3 x substraat-vocht			
EC, mS cm ⁻¹	0,5	0,2-0,9	
pH	5,7	5,4-6,1	
NH ₄ , mmol l ⁻¹	0,0	-	
K, mmol l ⁻¹	1,3	0,6-2,3	
Na, mmol l ⁻¹	2,8	0,9-4,6	
Ca, mmol l ⁻¹	0,1	0,0-0,1	
Mg, mmol l ⁻¹	0,3	0,0-0,6	
NO ₃ , mmol l ⁻¹	0,0	0,0-0,1	
NO ₂ , mmol l ⁻¹			
Cl, mmol l ⁻¹	2,5	0,0-1,6	
SO ₄ , mmol l ⁻¹	0,0	-	
HCO ₃ , mmol l ⁻¹	0,1	0,0-0,2	
P, mmol l ⁻¹	0,1	0,0-0,3	
Fe, µmol l ⁻¹	3,9	0,3-10,8	
Mn, µmol l ⁻¹	0,3	0,0-0,8	
Zn, µmol l ⁻¹	1,5	0,3-3,7	
B, µmol l ⁻¹	5,0	0,0-15,0	
Cu, µmol l ⁻¹	2,3	0,0-3,7	
Br, µmol l ⁻¹			
F, mmol l ⁻¹			
Mo, µmol l ⁻¹			
Al, µmol l ⁻¹	5,0		
Si, mmol l ⁻¹	0,0		
Extractie 0.5 M NH₄Ac, 1:2			
K, mmol l ⁻¹	1,8	1,2-2,5	
Na, mmol l ⁻¹	2,3	1,3-3,4	
Ca, mmol l ⁻¹	1,4	1,4-1,5	
Mg, mmol l ⁻¹	2,3	1,3-3,3	
Fe, µmol l ⁻¹	1,7	0,8-2,5	
Mn, µmol l ⁻¹	9,5	8,8-10,2	
Zn, µmol l ⁻¹	7,1	5,6-8,5	
B, µmol l ⁻¹	10,0	6,0-14,0	
Cu, µmol l ⁻¹	0,4	0,0-0,7	
HCl 1.0 M			
Cd, mg kg ⁻¹			
Cr, mg kg ⁻¹			
Cu, mg kg ⁻¹			
Hg, mg kg ⁻¹			
Ni, mg kg ⁻¹			
Pb, mg kg ⁻¹			
Zn, mg kg ⁻¹			
As, mg kg ⁻¹			
Stikstofbinding			

Tabel 6.7: Fysische eigenschappen van kokosgruis.

Parameter	Gemiddelde	Grenzen	Opmerkingen
Organische stof fractie $g\ g(ds)^{-1}$	0,92	0,81-0,95	
Dichtheid van de vaste fase, $kg\ m^{-3}$	1360	-	
Bulkdichtheid, $kg\ m^{-3}$	85	73-116	
Water-lucht huishouding			
Poriënvolume (vol.)	0,95	0,93-0,95	
Poriënvolume effectief (vol.)	0,94	0,91-0,95	berekening op basis van gemiddelde dichtheid
Lucht gehalte uitlek (vol.)	0,3	0,2-0,6	
Lucht gehalte druk-hoogte -10 cm (vol.)	0,28	0,18-0,34	
Water gehalte bij uitlek (vol.)	0,91	0,90-0,93	
Water gehalte drukhoogte -10 cm (vol.)	0,67	0,61-0,77	
Water gehalte drukhoogte -20 cm (vol.)	0,50	0,46-0,54	
Water gehalte drukhoogte -50 cm (vol.)	0,41	0,36-0,44	
Water gehalte drukhoogte -100 cm (vol.)	0,40	0,33-0,43	
Water gehalte herverzuiging -2.5 cm (vol.)	0,82	0,79-0,84	
Fractieverdeling			
>16 mm; (vol.)	0	-	
8-16 mm; (vol.)	0,2	0-0,6	
4-8 mm; (vol.)	0,4	0,3-0,5	
2-4 mm; (vol.)	0,8	0,5-0,12	
1-2 mm; (vol.)	0,25	0,18-0,33	
0.5-1 mm; (vol.)	0,33	0,28-0,38	
<0.5 mm; (vol.)	0,27	0,19-0,42	
Radio-activiteit, Bq (Cesium 134 Cs 137)			
Krimp (vol.)	0,16	0,9-0,22	
Mechanische eigenschappen			
niet bekend			
Relatieve indrukking 10 kPa (vol.)			
Relatieve indrukking 20 kPa (vol.)			
Relatieve indrukking 150 kPa (vol.)			
Volumeverlies 2 kPa (vol.)			
Volumeverlies 10 kPa (vol.)			
Volumeverlies 20 kPa (vol.)			
Volumeverlies kPa (vol.)			

Basis tabel 6.7

De gemiddelden zijn gebaseerd op 2 types, 4 en 3 herhalingen, dichtheid en het effectieve poriënvolume in enkelvoud; zeefanalyse in 4 en 2 herhalingen en krimp in 2 en 3 herhalingen.

Basis tabel 6.8

De gemiddelden zijn gebaseerd op 2 types
Extractie 3x substraatvocht - 2 herhalingen per parameter, m.u.v. Al 1 type in 2 herhalingen.
Extractie 0.5 M NH₄Ac - in enkelvoud

Tabel 6.8: Chemische eigenschappen van kokosgruis.

Parameter	Gemiddelde	Grenzen	Opmerkingen
Extractie 3 x substraatvocht			
EC, mS cm ⁻¹	0,3	0,2-0,4	
pH	6,2	6,0-6,7	
NH ₄ , mmol l ⁻¹	0,0	-	
K, mmol l ⁻¹	1,4	0,9-1,6	
Na, mmol l ⁻¹	1,1	0,8-1,4	
Ca, mmol l ⁻¹	0,0	0,0-0,1	
Mg, mmol l ⁻¹	0,0	0,0-0,1	
NO ₃ , mmol l ⁻¹	0,5	0,0-1,4	
NO ₂ , mmol l ⁻¹			
Cl, mmol l ⁻¹	1,3	0,7-2,1	
SO ₄ , mmol l ⁻¹	0,1	0,0-0,1	
HCO ₃ , mmol l ⁻¹	0,1	0,0-0,2	
P, mmol l ⁻¹	0,1	0,0-0,1	
Fe, μmol l ⁻¹	2,9	1,2-5,2	
Mn, μmol l ⁻¹	0,0	0,0-0,1	
Zn, μmol l ⁻¹	0,2	0,0-0,6	
B, μmol l ⁻¹	4,0	2,5-5,5	
Cu, μmol l ⁻¹	0,1	0,0-0,2	
Br, μmol l ⁻¹			
F, mmol l ⁻¹			
Mo, μmol l ⁻¹	0,0	0,0-0,1	
Al, μmol l ⁻¹	7,5	7,0-8,0	
Si, mmol l ⁻¹	0,1	-	
Extractie 0.5 M NH₄OAc, 1:2			
K, mmol l ⁻¹	5,2	4,7-5,7	
Na, mmol l ⁻¹	3,9	3,7-4,0	
Ca, mmol l ⁻¹	3,4	2,5-4,3	
Mg, mmol l ⁻¹	2,0	1,5-2,4	
Fe, μmol l ⁻¹	2,1	1,4-2,8	
Mn, μmol l ⁻¹	21,4	14,8-28,0	
Zn, μmol l ⁻¹	7,4	6,6-8,1	
B, μmol l ⁻¹	6,5	6,0-7,0	
Cu, μmol l ⁻¹	0,1	0,0-0,1	
HCl 1.0 M			
Cd, mg kg ⁻¹			
Cr, mg kg ⁻¹			
Cu, mg kg ⁻¹			
Hg, mg kg ⁻¹			
Ni, mg kg ⁻¹			
Pb, mg kg ⁻¹			
Zn, mg kg ⁻¹			
As, mg kg ⁻¹			
Stikstofbinding			

6.7 Lava

Herkomst en productie

Lava is een vulkanisch product. Het stroomt als magma tijdens een uitbarsting uit de vulkaan, waarna het langzaam stolt tot een vast gesteente. Gebroken lava wordt onder andere in de Eifel afgegraven, gebroken en gezeefd. Lava wordt ook gebruikt in de weg- en waterbouw, bij sportvelden, als sierstenen in de tuin, als wortel- beluchting en in oxydatie-bedden voor rioolzuiveringsinstallaties.

Lava kan in principe voor veel gewassen gebruikt worden mits er niet met de hand ingewerkt moet worden. Door de geringe waterbuffer zal er wel vaak watergegeven moeten worden. Lava is geschikt om te gebruiken voor dunne substraatlagen. Het wordt momenteel toegepast voor de anthuriumteelt in containers.

Eigenschappen

Gebroken lava is een zwaar product met een matige hoeveelheid poriën. Door zijn korrelvorm is het wel luchtig maar houdt weinig water vast. Het product is vrij scherp en is dus minder geschikt als er veel met de handen in gewerkt moet worden. Daarnaast is lava heel hoekig. Daardoor zal bij het uittrekken van planten een hoeveelheid substraat aan de wortels blijven hangen. Overigens zijn er ook minder scherpe lavasoorten te verkrijgen. Doordat lava gebroken en gezeefd wordt is een constante samenstelling gewaarborgd.

Lava heeft geen buffercapaciteit voor voedingselementen en heeft een pH van 7 à 8.

Afvalfase

Lava is zowel chemisch als biologisch niet afbreekbaar en de structuurstabiliteit is groot. Lava is dus zeer duurzaam. Ook is het goed stoombaar.

De afvalfase is bij lava minder van belang omdat het veel jaren mee kan. Het materiaal kan eventueel gebruikt worden als steenfundering voor de wegenbouw.

Opmerking

Van dit product zijn onvoldoende fysische en chemische eigenschappen bekend, zodat geen tabellen hierover zijn opgenomen.

6.8 Perliet

Herkomst en productie

Perliet is een glasachtig vulkanisch gesteente dat op allerlei plaatsen in de wereld wordt gevonden. Het wordt gemalen, gezeefd en daarna bij circa 1000 °C 'gepoft'. In het perliet zit namelijk mineraalwater opgesloten. Bij de hoge temperatuur in de oven gaat dit water over in gasvorm. Hierdoor expandeert het perliet tot ongeveer 20 maal het oorspronkelijke volume. Perliet wordt veel in potgrondmengsels gebruikt. Ook als substraat vindt het steeds meer opgang.

Eigenschappen

Perliet is zeer poreus en licht en kan gelijktijdig veel water en veel lucht bevatten. De pH is vrij neutraal tussen 6.5 en 7.5 en het product heeft een lage EC (0.1). Perliet kan geen voedingsstoffen bufferen. Het kan veel gesloten poriën bevatten dus niet alle luchtgevulde poriën doen mee bij gas uitwisseling.

Perliet is bros en kan bij een lage druk verpulverd worden. Bij normaal gebruik is dit geen probleem.

Afvalfase

Afgezien van de eerder genoemde geringe draagkracht is het materiaal stabiel. Perliet is goed stoombaar en de stabiliteit wordt weinig aangetast door zuren of micro-organismen.

Perliet is, bij juiste behandeling, meerdere jaren te gebruiken. Het materiaal zelf is niet te composteren maar het perliet kan wel gebruikt worden als toevoeging bij het composteringsproces.

Tabel 6.9: Fysische eigenschappen van perliet
(de zeer fijne typen perliet zijn buiten beschouwing gelaten)

Parameter	Gemiddelde	Grenzen	Opmerkingen
Organische stof fractie g g(ds)⁻¹	0,1	0-0,2	
Dichtheid van de vaste fase, kg m⁻³	900	520-2540	
Bulkdichtheid, kg m⁻³	105	42-147	
Water-lucht huishouding			
Poriënvolume (vol.)	0,96	0,94-0,98	
Poriënvolume effectief (vol.)	0,88	0,84-0,95	berekening op basis van gemiddelde dichtheid
Lucht gehalte uitlek (vol.)	0,52	0,33-0,62	
Lucht gehalte druk-hoogte -10 cm (vol.)	0,64	0,46-0,76	
Water gehalte bij uitlek (vol.)	0,44	0,33-0,64	
Water gehalte drukhoogte -10 cm (vol.)	0,31	0,19-0,51	
Water gehalte drukhoogte -20 cm (vol.)	0,28	0,19-0,43	
Water gehalte drukhoogte -50 cm (vol.)	0,23	0,15-0,33	
Water gehalte drukhoogte -100 cm (vol.)	0,21	0,13-0,29	
Water gehalte herverzadiging -2.5 cm (vol.)	0,53	0,38-0,76	aangezien perliet een zeer lange verzadigingsduur heeft is deze waarde hoger dan het watergehalte bij uitlek
Fractieverdeling			
>16 mm; (vol.)	0	-	
8-16 mm; (vol.)	0	-	
4-8 mm; (vol.)	0,12	0-0,28	
2-4 mm; (vol.)	0,47	0,5-0,76	
1-2 mm; (vol.)	0,28	0,3-0,69	
0.5-1 mm; (vol.)	0,6	0-0,23	
<0.5 mm; (vol.)			
Radio-activiteit, Bq (Cesium 134 Cs 137)			niet bekend
Krimp (vol.)	0	-	
Mechanische eigenschappen			
Relatieve indrukking 2 kPa (vol.)			niet bekend
Relatieve indrukking 10 kPa (vol.)			
Relatieve indrukking 20 kPa (vol.)			
Relatieve indrukking 150 kPa (vol.)			
Volume-verlies 2 kPa (vol.)			
Volume-verlies 10 kPa (vol.)			
Volume-verlies 20 kPa (vol.)			
Volume-verlies kPa (vol.)			

Basis tabel 6.9

De gemiddelden zijn gebaseerd op 2 types - 10 en 6 herhalingen, m.u.v. de dichtheid waarvan 1 type in 6 herhalingen is geanalyseerd.

Basis tabel 6.10

De gemiddelden zijn gebaseerd op 3 types

- Extractie 3x substraatvocht - 2 typen in 6 herhalingen en 1 type in 3 herhalingen per parameter, m.u.v. NO₂, F, --Br, Al, Si en Mo, waarvan 2 typen in enkelvoud zijn geanalyseerd.
- Extractie 0.5 M NH₄Ac - 2 typen in 2 herhalingen en 1 type in enkelvoud

Tabel 6.10: Chemische eigenschappen van perliet
(de zeer fijne typen perliet zijn buiten beschouwing gelaten)

Parameter	Gemiddelde	Grenzen	Opmerkingen
Extractie 3 x substraat-vocht			
EC, mS cm ⁻¹	0,1	0,0-0,4	
pH	6,3	5,2-7,7	
NH ₄ , mmol l ⁻¹	0,0	0,0-0,1	
K, mmol l ⁻¹	0,0	0,0-0,2	
Na, mmol l ⁻¹	0,1	0,0-0,3	
Ca, mmol l ⁻¹	0,0	0,0-0,0	
Mg, mmol l ⁻¹	0,0	0,0-0,0	
NO ₃ , mmol l ⁻¹	0,1	0,0-0,4	
NO ₂ , mmol l ⁻¹	0,0	0,0-0,0	
Cl, mmol l ⁻¹	0,1	0,0-0,2	
SO ₄ , mmol l ⁻¹	0,0	0,0-0,1	
HCO ₃ , mmol l ⁻¹	0,1	0,0-0,8	
P, mmol l ⁻¹	0,0	-	
Fe, µmol l ⁻¹	0,1	0,0-0,8	
Mn, µmol l ⁻¹	0,1	0,0-1,3	
Zn, µmol l ⁻¹	0,1	0,0-0,3	
B, µmol l ⁻¹	11,0	0,0-47,0	
Cu, µmol l ⁻¹	0,0	0,0-0,2	
Br, µmol l ⁻¹	0,0	-	
F, mmol l ⁻¹	0,0	-	
Mo, µmol l ⁻¹	0,0	-	
Al, µm-ol l ⁻¹	1,5	0,0-3,0	
Si, mmol l ⁻¹	0,1	-	
Extractie 0,5 M NH₄OAc, 1:2			
K, mmol l ⁻¹	0,1	0,0-0,2	
Na, mmol l ⁻¹	0,5	0,3-0,9	
Ca, mmol l ⁻¹	0,1	0,0-0,2	
Mg, mmol l ⁻¹	0,0	-	
Fe, µmol l ⁻¹	20,9	9,0-42,0	
Mn, µmol l ⁻¹	1,7	0,8-2,1	
Zn, µmol l ⁻¹	0,4	0,0-1,2	
B, µmol l ⁻¹	6,0	4,0-8,0	
Cu, µmol l ⁻¹	0,1	0,0-0,2	
HCl 1.0 M			
Cd, mg kg ⁻¹			
Cr, mg kg ⁻¹			
Cu, mg kg ⁻¹			
Hg, mg kg ⁻¹			
Ni, mg kg ⁻¹			
Pb, mg kg ⁻¹			
Zn, mg kg ⁻¹			
As, mg kg ⁻¹			
Stikstofbinding			

6.9 Poly-urethaan

Herkomst en productie

Poly-urethaan wordt geproduceerd door aardolieproducten te mengen, waardoor er reacties optreden. Bij de bereiding van dit kunststofschuim reageert een diisocyaanaat met een glycol. De overmaat diisocyaanaat groepen in het polymeer reageert met water waardoor CO₂ ontstaat en het polymeer opschuimt. Het materiaal wordt vervaardigd voor de meubelindustrie. De snijresten worden toepasbaar gemaakt voor substraatteelt. Eerst worden snijresten tot vlokken vermalen. Om matten te verkrijgen worden de vlokken met chemicaliën in een vorm samengeperst tot een bepaalde dichtheid is bereikt. Hierdoor verlijmen de vlokken en ontstaat een mat. Tijdens het proces wordt gedurende een bepaalde tijd stoom doorgeblazen met een temperatuur van 140 °C. Poly-urethaan vindt toepassing in matrassen, meubels, voetvormen voor skieschoenen en ondertapijt. Als substraat wordt polyurethaan in België veel toegepast. In Nederland in mindere mate en dan voornamelijk bij tomaat, komkommer, paprika, aubergine, anjer, gerbera en roos. Het granulaat wordt toegepast bij anjer, orchidee en cymbidium. Vaak worden mengsels gebruikt van poly-urethaan schuim met bijvoorbeeld steenwolgranulaat. Voor de afvalfase is dit wel een probleem omdat de producten dan weer gescheiden moeten worden.

Eigenschappen

Poly-urethaan bevat meestal veel lucht en weinig water. Er zal dus frequent water gegeven moeten worden.

In het verleden zijn er problemen geweest met matten van poly-urethaan omdat er schadelijke stoffen in het schuim zaten. Tegenwoordig hebben de producenten dit goed in de hand waardoor dergelijke problemen bijna niet meer voorkomen. Poly-urethaan is flexibel, heeft een lage EC en een pH van 6.

Afvalfase

Poly-urethaan gaat zeer lang mee, zeker 10 jaar. Het is niet afbreekbaar door inwerking van zuren of microorganismen. Het is ook goed stoombaar. Er zijn zeer goede resultaten verkregen met gebruikte matten.

Poly-urethaan gaat lang mee en daarom is de afvalfase minder van belang. Het product wordt door de producent teruggenomen en hergebruikt voor het aanleggen van daktuinen. Het product is goed te verbranden.

Tabel 6.11: Fysische eigenschappen van PU-schuimmatten.

Parameter	Gemiddelde	Grenzen	Opmerkingen
Organische stof fractie g (ds) ⁻¹	0,99	0,98-0,99	
Dichtheid van de vaste fase, kg m ⁻³	1190	1140-1260	
Bulkdichtheid, kg m ⁻³	78	54-84	

Water-lucht huishouding

Poriënvolume (vol.)	0,95	0,94-0,96	
Poriënvolume effectief (vol.)	0,93	0,93-0,95	berekening op basis van gemiddelde dichtheid
Lucht gehalte uitlek (vol.)	0,35	0,12-0,52	
Lucht gehalte druk-hoogte -10 cm (vol.)	0,89	0,84-0,92	
Water gehalte bij uitlek (vol.)	0,60	0,44-62	
Water gehalte drukhoogte -10 cm (vol.)	0,6	0,3-0,8	
Water gehalte drukhoogte -20 cm (vol.)	0,4	0,3-0,5	
Water gehalte drukhoogte -50 cm (vol.)	0,4	0,3-0,5	
Water gehalte drukhoogte -100 cm (vol.)	0,4	0,2-0,4	
Water gehalte herverzadiging -2.5 cm (vol.)	0,46	0,35-0,46	

Fractieverdeling

xx mm; gew. %			niet van toepassing bij voorgevormde materialen
---------------	--	--	---

Radio-activiteit, Bq (Cesium 134 Cs 137)			
Krimp (vol.)	0	-	

Mechanische eigenschappen

Relatieve indrukking 2 kPa (vol.)			
Relatieve indrukking 10 kPa (vol.)			
Relatieve indrukking 20 kPa (vol.)			
Relatieve indrukking 150 kPa (vol.)			
Volume-verlies 2 kPa (vol.)			
Volume-verlies 10 kPa (vol.)			
Volume-verlies 20 kPa (vol.)			
Volume-verlies 150 kPa (vol.)			

Basis tabel 6.11

De gemiddelden zijn gebaseerd op 2 types - 10 en 6 herhalingen, m.u.v. de dichtheid waarvan 1 type in 6 herhalingen is geanalyseerd.

Basis tabel 6.12

De gemiddelden zijn gebaseerd op 2 types

Extractie 3x substraatvocht	- 9 en 5 herhalingen per parameter, m.u.v. NO ₂ , F, Br, Al waarvan één type in 3 herhalingen is geanalyseerd en de andere in enkelvoud
	- Mo is in 3 en 5 herhalingen geanalyseerd
	- Al en Si zijn in 1 type in enkelvoud geanalyseerd.
Extractie 0.5 M NH ₄ Ac	- één type in enkelvoud, de andere in 2 herhalingen
Extractie 1.0 M Hcl	- beide typen zijn in 2 herhalingen geanalyseerd

Tabel 6.12: Chemische eigenschappen van PU-schuimmatten.

Parameter	Gemiddelde	Grenzen	Opmerkingen
Extractie 3 x substraat-vocht			
EC, mS cm ⁻¹	0,0	-	
pH	6,6	4,7-8,9	
NH ₄ , mmol l ⁻¹	0,1	0,0-0,5	
K, mmol l ⁻¹	0,0	0,0-0,1	
Na, mmol l ⁻¹	0,1	0,0-0,3	
Ca, mmol l ⁻¹	0,1	0,0-0,2	
Mg, mmol l ⁻¹	0,1	0,0-0,7	
NO ₃ , mmol l ⁻¹	0,1	0,0-0,4	
NO ₂ , mmol l ⁻¹	1,0	0,0-1,9	
Cl, mmol l ⁻¹	0,1	0,0-0,2	
SO ₄ , mmol l ⁻¹	0,0	0,0-0,2	
HCO ₃ , mmol l ⁻¹	0,1	0,0-0,7	
P, mmol l ⁻¹	0,0	-	
Fe, μmol l ⁻¹	0,3	0,0-2,0	
Mn, μmol l ⁻¹	0,0	0,0-0,1	
Zn, μmol l ⁻¹	0,7	0,0-3,1	
B, μmol l ⁻¹	1,6	0,0-9,0	
Cu, μmol l ⁻¹	0,1	0,0-0,3	
Br, μmol l ⁻¹	0,1	0,0-0,2	
F, mmol l ⁻¹	0,0	-	
Mo, μmol l ⁻¹	0,0	-	
Al, μmol l ⁻¹	3,2	2,0-4,0	
Si, mmol l ⁻¹	0,0	-	
Extractie 0,5 M NH₄Ac, 1:2			
K, mmol l ⁻¹	0,0	-	
Na, mmol l ⁻¹	0,0	0,0-0,1	
Ca, mmol l ⁻¹	0,4	0,1-1,3	
Mg, mmol l ⁻¹	0,0	-	
Fe, μmol l ⁻¹	4,7	3,4-6,4	
Mn, μmol l ⁻¹	0,2	0,0-0,5	
Zn, μmol l ⁻¹	3,0	1,5-4,3	
B, μmol l ⁻¹	15,3	3,0-25,0	
Cu, μmol l ⁻¹	0,2	0,0-0,3	
HCl 1,0 M			
Cd, mg kg ⁻¹	<2	-	
Cu, mg kg ⁻¹	<0,02	-	
Ni, mg kg ⁻¹	<5	-	
Zn, mg kg ⁻¹	7,5	0,0-15,0	
As, mg kg ⁻¹	<5		
Stikstofbinding			

Tabel 6.13: Fysische eigenschappen van PU-schuimvlokken.

Parameter	Gemiddelde	Grenzen	Opmerkingen
Organische stof fractie $g\ g(ds)^{-1}$	1	0,99-1	
Dichtheid van de vaste fase, $kg\ m^{-3}$			
Bulkdichtheid, $kg\ m^{-3}$	56	44-67	

Water-lucht huishouding

Poriënvolume (vol.)	0,96	0,95-0,97	
Poriënvolume effectief (vol.)			
Luchtgehalte uitlek (vol.)	0,38	0,35-0,41	
Luchtgehalte drukhoogte -10 cm (vol.)	0,89	0,86-0,92	
Watergehalte bij uitlek (vol.)	0,58	0,55-0,62	
Watergehalte bij drukhoogte -10 cm (vol.)	0,7	0,5-0,10	
Watergehalte bij drukhoogte -20 cm (vol.)	0,4	0,3-0,5	
Watergehalte bij drukhoogte -50 cm (vol.)	0,4	0,3-0,5	
Watergehalte bij drukhoogte -100 cm (vol.)	0,4	0,3-0,5	
Watergehalte herverzadiging -2.5 cm (vol.)	0,630,	0,57-0,68	bij herverzadiging is het vochtgehalte hoger dan bij uitlek dit kan veroorzaakt zijn doordat het meetvolume afneemt tijdens de analyse, het materiaal zakt in, en grove poriën worden ingedrukt waardoor meer water gebonden kan worden.

Fractieverdeling

>16 mm; (vol.)	0,9	0,2-0,12	
8-16 mm; (vol.)	0,51	0,33-0,60	
4-8 mm; (vol.)	0,32	0,25-0,47	
2-4 mm; (vol.)	0,6	0,2-0,12	
1-2 mm; (vol.)	0,1	0-0,2	
0.5-1 mm; (vol.)	1	0-0,3	
<0.5 mm; (vol.)			

Radio-activiteit, Bq (Cesium 134 Cs 137)

Krimp (vol.)			
--------------	--	--	--

Mechanische eigenschappen

Relatieve indrukking 2 kPa (vol.)			
Relatieve indrukking 10 kPa (vol.)			
Relatieve indrukking 20 kPa (vol.)			
Relatieve indrukking 150 kPa (vol.)			
Volumeverlies 2 kPa (vol.)			
Volumeverlies 10 kPa (vol.)			
Volumeverlies 20 kPa (vol.)			
Volumeverlies 150 kPa (vol.)			

Basis tabel 6.13

De gegevens zijn afkomstig van 1 type in 10 herhalingen, m.u.v. de zeefanalyse die in 9 herhalingen is uitgevoerd

Basis tabel 6.14

De gemiddelden zijn gebaseerd op 1 type

Extractie 3x substraatvocht - 9 herhalingen per parameter, m.u.v. NO₂, F, Br, Al, Mo, Si die in enkelvoud zijn uitgevoerd

Extractie 1.0 M HCl - in enkelvoud

Tabel 6.14: Chemische eigenschappen van PU-schuimvlokken.

Parameter	Gemiddelde	Grenzen	Opmerkingen
Extractie 3 x substraat-vocht			
EC, mS cm ⁻¹	0,0	-	
pH	6,3	5,1-6,8	
NH ₄ , mmol l ⁻¹	0,0	0,0-0,3	
K, mmol l ⁻¹	0,0	-	
Na, mmol l ⁻¹	0,0	0,0-0,1	
Ca, mmol l ⁻¹	0,0	-	
Mg, mmol l ⁻¹	0,0	0,0-0,1	
NO ₃ , mmol l ⁻¹	0,0	-	
NO ₂ , mmol l ⁻¹	0,0		
Cl, mmol l ⁻¹	0,1	0,0-0,2	
SO ₄ , mmol l ⁻¹	0,0	0,0-0,1	
HCO ₃ , mmol l ⁻¹	0,0	0,0-0,2	
P, mmol l ⁻¹	0,0	0,0-0,1	
Fe, μmol l ⁻¹	0,1	0,0-0,6	
Mn, μmol l ⁻¹	0,0	0,0-0,1	
Zn, μmol l ⁻¹	0,2	0,0-1,2	
B, μmol l ⁻¹	10,9	0,0-22,0	
Cu, μmol l ⁻¹	0,0	0,0-0,2	
Br, μmol l ⁻¹	0,0		
F, mmol l ⁻¹	0,0		
Mo, μmol l ⁻¹	0,0		
Al, μmol l ⁻¹	4,0		
Extractie 0.5 M NH₄OAc, 1:2			
K, mmol l ⁻¹			
Na, mmol l ⁻¹			
Ca, mmol l ⁻¹			
Mg, mmol l ⁻¹			
Fe, μmol l ⁻¹			
Mn, μmol l ⁻¹			
Zn, μmol l ⁻¹			
B, μmol l ⁻¹			
HCl 1.0 M			
Cd, mg kg ⁻¹	<0,3		
Cr, mg kg ⁻¹	<2		
Cu, mg kg ⁻¹	<2		
Hg, mg kg	<0,02		
Ni, mg kg ⁻¹	<2		
Pb, mg kg ⁻¹	<5		
Zn, mg kg ⁻¹	<5		
As, mg kg ⁻¹	<5		
Stikstofbinding			

6.10 Puimsteen

Herkomst en productie

Puimsteen is een vulkanisch product. Het ontstaat als gloeiend materiaal bij een vulkaanuitbarsting wordt weggeslingerd, waarbij het in de lucht snel stolt. Hierdoor worden luchtbellensloten wat het materiaal een poreuze structuur geeft.

Eigenschappen

Puimsteen heeft de laagste bulkdichtheid van de vulkanisch gesteenten. Het kan zowel veel water als lucht bevatten. In Nederland is puimsteen beschikbaar van verschillende herkomsten. De belangrijkste bronnen zijn IJsland en Duitsland. Onbewerkt Duits puimsteen (flugsand) is niet geschikt als substraat omdat het materiaal onder bouwland wordt gewonnen en daardoor ziektekiemen en onkruidzaden kan bevatten. Bovendien zitten in Duits puimsteen zeer veel fijne delen (klei) waardoor het luchtgehalte laag is en er verstoppingen in het drainsysteem kunnen ontstaan. Wanneer de fijne delen eruit worden gehaald en het vrij gemaakt is van ziektekiemen, heeft het dezelfde eigenschappen als het IJslandse puimsteen. Het bewerkte product is als 'waszand' op de markt. De pH-waarde van puimsteen is 6.5 tot 8.0 en puimsteen heeft een zeer lage EC.

Afvalfase

Puimsteen is een stabiel gesteente en daardoor zeer duurzaam. Het kan meerdere jaren worden toegepast en gestoomd worden. Het is niet composteerbaar.

Tabel 6.15: Fysische eigenschappen van puimsteen (fijn, basalt-arm).

Parameter	Gemiddelde	Grenzen	Opmerkingen
Organische stof fractie g g(ds)⁻¹	0,3	-	
Dichtheid van de vaste fase, kg m⁻³	2000	1930-2070	
Bulkdichtheid, kg m⁻³	431	403-458	
Water-lucht huishouding			
Poriënvolume (vol.)	0,83	0,82-0,84	
Poriënvolume effectief (vol.)	0,78	0,77-0,80	berekening op basis van gemiddelde dichtheid
Luchtgehalte uitlek (vol.)	0,26	0,20-0,34	
Luchtgehalte drukhoogte -10 cm (vol.)	0,44	0,41-0,48	
Watergehalte bij uitlek (vol.)	0,58	0,48-0,63	
Watergehalte bij drukhoogte -10 cm (vol.)	0,40	0,35-0,41	
Watergehalte bij drukhoogte -20 cm (vol.)	0,38	0,37-0,39	
Watergehalte bij drukhoogte -50 cm (vol.)	0,37	0,36-0,38	
Watergehalte bij drukhoogte -100 cm (vol.)	0,37	0,36-0,38	
Watergehalte herverzadiging -2.5 cm (vol.)	0,60	0,55-0,65	aangezien puimsteen een zeer lange verzadigingsduur heeft is deze waarde hoger dan het watergehalte bij uitlek
Fractieverdeling			
>16 mm;	0	-	
8-16 mm;	0	-	
4-8 mm;	0,12	0,11-0,13	
2-4 mm;	0,56	0,54-0,58	
1-2 mm;	0,27	0,25-0,29	
0.5-1 mm;	0,4	0,3-0,5	
<0.5 mm;	0,1	0,1-0,2	
Radio-activiteit, Bq (Cesium 134 Cs 137)			
Krimp (vol.)	0	-	
Mechanische eigenschappen			
Relatieve indrukking 2 kPa (vol.)			
Relatieve indrukking 10 kPa (vol.)			
Relatieve indrukking 20 kPa (vol.)			
Relatieve indrukking 150 kPa (vol.)			
Volumeverlies 2 kPa (vol.)			
Volumeverlies 10 kPa (vol.)			
Volumeverlies 20 kPa (vol.)			
Volumeverlies 150 kPa (vol.)			

Basis tabel 6.15

De gegevens zijn afkomstig van 1 type in 9 herhalingen, m.u.v. dichtheid en het effectieve poriënvolume die in 5 herhalingen en de zeefanalyse die 3 herhalingen is uitgevoerd.

Basis tabel 6.16

De gemiddelden zijn gebaseerd op 1 type

- Extractie 3x substraatvocht - 5 herhalingen per parameter, m.u.v. NO₂, F, --Br en Mo die in enkelvoud zijn uitgevoerd, Al in 3 en Si in 2 herhalingen.
- Extractie 0.5 M NH₄Ac - van 1 type geen herhalingen

Tabel 6.16: Chemische eigenschappen van puimsteen (fijn, basalt-arm).

Parameter	Gemiddelde	Grenzen	Opmerkingen
Extractie 3 x substraat-vocht			
EC, mS cm ⁻¹	0,2	0,1-0,5	
pH	6,3	4,7-7,6	
NH ₄ , mmol l ⁻¹	0,1	0,0-0,5	
K, mmol l ⁻¹	0,7	0,0-2,9	
Na, mmol l ⁻¹	0,5	0,2-0,9	
Ca, mmol l ⁻¹	0,1	0,0-0,2	
Mg, mmol l ⁻¹	0,1	0,0-0,2	
NO ₃ , mmol l ⁻¹	0,4	0,0-0,9	
NO ₂ , mmol l ⁻¹	0,0	-	
Cl, mmol l ⁻¹	0,2	0,0-0,3	
SO ₄ , mmol l ⁻¹	0,2	0,0-0,4	
HCO ₃ , mmol l ⁻¹	0,1	0,0-0,5	
P, mmol l ⁻¹	0,2	0,0-0,9	
Fe, μmol l ⁻¹	1,9	0,0-4,0	
Mn, μmol l ⁻¹	11,3	0,0-56,4	
Zn, μmol l ⁻¹	1,3	0,0-3,1	
B, μmol l ⁻¹	15,8	0,0-42,0	
Cu, μmol l ⁻¹	2,3	0,0-11,1	
Br, μmol l ⁻¹	0,0	-	
F, mmol l ⁻¹	0,0	-	
Mo, μmol l ⁻¹	0,0	-	
Al, μmol l ⁻¹	57,0	0,0-159,0	
Si, mmol l ⁻¹	0,2	0,1-0,3	
Extractie 0.5 M NH ₄ OAc, 1:2			
K, mmol l ⁻¹	2,8		
Na, mmol l ⁻¹	2,3		
Ca, mmol l ⁻¹	3,0		
Mg, mmol l ⁻¹	1,9		
Fe, μmol l ⁻¹	24,4		
Mn, μmol l ⁻¹	8,8		
Zn, μmol l ⁻¹	3,3		
B, μmol l ⁻¹	5		
Cu, μmol l ⁻¹	1,1		
HCl 1.0 M			
Cd, mg kg ⁻¹			
Cr, mg kg ⁻¹			
Cu, mg kg ⁻¹			
Hg, mg kg ⁻¹			
Ni, mg kg ⁻¹			
Pb, mg kg ⁻¹			
Zn, mg kg ⁻¹			
As, mg kg ⁻¹			
Stikstofbinding			

6.11 Steenwol

Herkomst en productie

Steenwol wordt geproduceerd door basalt en kalksteen na toevoeging van cokes te smelten bij 1600 °C. In plaats van kalksteen wordt ook gerecyclede steenwol in de vorm van briketten toegepast, die overigens ook veel kalksteen bevatten. De vloeibare massa wordt op een snel ronddraaiende schijf gegoten. Daardoor wordt de vloeibare massa weggeslingerd en vervezelt, waarna de vezels stollen. Voor de productie van steenwolmatten worden binders (voor de stevigheid) en vaak uitvloeiers (voor de wateropname) toegevoegd. Soms wordt ook synthetische olie toegevoegd om steenwol waterafstotend te maken.

Eigenschappen

Steenwol wordt geleverd in de vorm van matten, plantblokken, pluggen, blokjes of als granulaat. Steenwolmatten worden geleverd voor één en meerjarige toepassing. De vochtkenmerk wordt voornamelijk bepaald door vezelstructuur en vezelpositionering. Steenwol is basisch. Bij lage pH waarden (< 5.0) lost steenwol op.

Steenwolmatten zijn over het algemeen na volledige verzadiging erg nat. Het meeste water kan worden onttrokken met lage zuigspanningen. Als een steenwolmat geheel is uitgedroogd is deze moeilijk her te bevochtigen.

Plantblokken en pluggen lijken qua structuur en eigenschappen erg op steenwolmatten en worden op vergelijkbare wijze geproduceerd.

Steenwolgranulaat wordt veelal toegepast als grondstof in potgrondmengsels. Het wordt geleverd in wateropnemende en waterafstotende vorm.

Steenwolblokjes hebben een vastere structuur dan de andere steenwolproducten. Deze blokjes zijn geïntroduceerd als vervangers voor potgrond.

Afvalfase

Voor steenwol is een systeem van recycling ontwikkeld. Steenwol hoeft in principe niet meer te worden gestort. Ook is steenwol na stomen vaak nog te gebruiken.

Tabel 6.17: Fysische eigenschappen van eenjarige steenwolmatten.

Parameter	Gemiddelde	Grenzen	Opmerkingen
Organische stof fractie g g(ds) ⁻¹	0,2	0-0,3	
Dichtheid van de vaste fase, kg m ⁻³	1900	1780-1960	
Bulkdichtheid, kg m ⁻³	49	41-53	
Water-lucht huishouding			
Poriënvolume (vol.)	0,98	-	
Poriënvolume effectief (vol.)	0,97	0,97-0,98	
Luchtgehalte uitlek (vol.)	0,4	0-0,10	
Luchtgehalte druk-hoogte -10 cm (vol.)	0,56	0,40-0,78	
Watergehalte bij uitlek (vol.)	0,94	0,88-0,98	
Watergehalte bij drukhoogte -10 cm (vol.)	0,42	0,20-0,58	
Watergehalte bij drukhoogte -20 cm (vol.)	0,7	0,3-0,11	
Watergehalte drukhoogte -50 cm (vol.)	0,2	0,1-0,3	
Watergehalte drukhoogte -100 cm (vol.)	0,1	0-0,2	
Watergehalte herverzadiging -2.5 cm (vol.)	0,32	0,27-0,41	
Fractieverdeling			
xx mm; gew. %			niet van toepassing bij voorgevormde materialen
Radio-activiteit, Bq (Cesium 134 Cs 137)			
Krimp (vol.)	0,1	0-0,6	
Mechanische eigenschappen			
Relatieve indrukking 2 kPa (vol.)			
Relatieve indrukking 10 kPa (vol.)			
Relatieve indrukking 20 kPa (vol.)			
Relatieve indrukking 150 kPa (vol.)			
Volumeverlies 2 kPa (vol.)			
Volumeverlies 10 kPa (vol.)			
Volumeverlies 20 kPa (vol.)			
Volumeverlies 150 kPa (vol.)			

Basis tabel 6.17
 2 types 10 en 4 herhalingen, m.u.v. - de dichtheid 1 type 5 herhalingen.

Basis tabel 6.18
 De gemiddelden zijn gebaseerd op
 Extractie 3x substraatvocht

 Extractie 0.5 M NH₄Ac
 Extractie 1.0 M HCl

- 2 types
 - 9 en 4 herhalingen per parameter, m.u.v. --NO₂, F, Br van één type 2 en van de andere geen herhalingen, Mo 2x2 herhalingen en Al en Si 1 type geen herhalingen.
 - geen en 2 herhalingen
 - geen herhalingen

Tabel 6.18: Chemische eigenschappen van steenwolmatten

Parameter	Gemiddelde	Grenzen	Opmerkingen
Extractie 3 x substraat-vocht			
EC, mS cm ⁻¹	0,0	-	
pH	6,2	5,2-7,8	
NH ₄ , mmol l ⁻¹	0,0	-	
K, mmol l ⁻¹	0,0	0,0-0,1	
Na, mmol l ⁻¹	0,0	-	
Ca, mmol l ⁻¹	0,0	-	
Mg, mmol l ⁻¹	0,0	-	
NO ₃ , mmol l ⁻¹	0,0	0,0-0,2	
NO ₂ , mmol l ⁻¹	0,0	-	
Cl, mmol l ⁻¹	0,0	-	
SO ₄ , mmol l ⁻¹	0,0	-	
HCO ₃ , mmol l ⁻¹	0,0	-	
P, mmol l ⁻¹	0,0	-	
Fe, µmol l ⁻¹	0,1	0,0-0,7	
Mn, µmol l ⁻¹	0,0	0,0-0,1	
Zn, µmol l ⁻¹	0,0	0,0-0,5	
B, µmol l ⁻¹	2,1	0,0-25,0	
Cu, µmol l ⁻¹	0,0	0,0-0,2	
Br, µmol l ⁻¹	0,0	-	
F, mmol l ⁻¹	0,0	-	
Mo, µmol l ⁻¹	0,0	-	
Al, µmol l ⁻¹	0,0	0,0-3,0	
Si, mmol l ⁻¹	0,0	-	
Extractie 0.5 M NH₄OAc, 1:2			
K, mmol l ⁻¹	0,0	0,0-0,1	
Na, mmol l ⁻¹	0,1	0,1-0,3	
Ca, mmol l ⁻¹	4	0,1-0,9	
Mg, mmol l ⁻¹	0,6	0,1-1,5	
Fe, µmol l ⁻¹	207,5	35,6-434,7	
Mn, µmol l ⁻¹	4,2	0,6-9,1	
Zn, µmol l ⁻¹	0,4	0,3-0,5	
B, µmol l ⁻¹	<2	-	
Cu, µmol l ⁻¹	0,4	0,3-0,5	
HCl 1,0 M			
Cd, mg kg ⁻¹	<0,3		
Cr, mg kg ⁻¹	140		
Cu, mg kg ⁻¹	25		
Hg, mg kg ⁻¹	<0,02		
Ni, mg kg ⁻¹	35		
Pb, mg kg ⁻¹	<5		
Zn, mg kg ⁻¹	40		
As, mg kg ⁻¹	8		
Stikstofbinding			

6,12 Vermiculiet

Herkomst en productie

Vermiculiet wordt op soortgelijke wijze geproduceerd als perliet, alleen heeft dit materiaal een gelaagde structuur. Tussen de laagjes bevindt zich mineraalwater.

Als het erts in een oven gebracht wordt van 1000 °C dan gaat het water over in dampvorm waardoor de laagjes uit elkaar gedrukt worden. Vermiculiet bestaat daardoor uit harmonikavormige korrels.

Bij lelie en tulp zijn een paar proeven gedaan met vermiculiet. Het gewas groeide hier goed op. Wel waren er problemen met oogsten omdat het materiaal te weinig stevigheid bood waardoor naburige bollen meekwamen met oogsten. Vermiculiet wordt ook gebruikt als zaaimedium en bij het afstrooien van zaaimedia.

Eigenschappen

Vermiculiet is zeer poreus en licht en kan veel water en veel lucht bevatten.

De pH is neutraal (7.0) en de EC is laag.

Vermiculiet is meestal minder geschikt als substraat omdat de structuurstabiliteit niet groot is.

Afvalfase

Vermiculiet zakt makkelijk in. Hierdoor verslechteren de fysische eigenschappen wat meerjarig gebruik als substraat twijfelachtig maakt. Er zijn over meerjarig gebruik geen proeven bekend.

Wel is bekend dat het materiaal niet stoombaar is want vermiculiet verweert door verhitting.

Mogelijk dat het meegecomposteerd mag worden met groenafval.

Opmerking

Van dit product zijn onvoldoende fysische en chemische eigenschappen bekend, zodat geen tabellen hierover zijn opgenomen.

6.13 Veen

Herkomst en productie

Veen ontstaat als door plaatselijke omstandigheden plantenresten niet of nauwelijks verteren. Die omstandigheden kunnen klimatologisch zijn (koud) en hydrologisch (slechte ontwatering). Veen wordt gewonnen in onder meer Duitsland, Ierland, de Scandinavische landen, de Baltische staten en Canada.

Eigenschappen

Er zijn vele verschillende kwaliteiten op de markt: van weinig verteerd (veen/mosveen en turfstrooisel) tot sterk verteerd (tuinturf) met grote verschillen in deeltjesgrootte. Met de term deeltjesgrootte wordt wat anders bedoeld dan wat in de Bodemkunde gebruikelijk is. Een brokje veen wordt bij veen ook als een deeltje gezien. Ook de winningsmethode bepaald de kwaliteit in grote mate de kwaliteit. Veen kan gewonnen worden door het te frezen "freesturf", door het te "steken" en daarna de turven te breken of door het te baggeren en te persen tot "persturf". Door het enorme scala aan mogelijkheden is ook het toepassingsgebied breed. Van groot belang is dat er 'maagdelijke' veenproducten gebruikt worden zodat er geen plantenziekten en onkruiden voorkomen in het veen. Veen bevat meestal veel water. Het luchtgehalte is sterk afhankelijk van de fijnheid van het product.

Bij toepassing als substraat is basisbemesting noodzakelijk. Daarnaast moet bij meerjarige toepassing extra aandacht besteed worden aan de bemesting met spoorelementen omdat deze voor een deel worden vastgelegd door het veen; vooral koper. De mate van vastleggen is sterk afhankelijk van de soort veen. Weinig verteerd veen legt weinig vast. Veen heeft van nature een lage pH, tussen 3.5 en 4.0, en zal bekalkt moeten worden alvorens het kan worden toegepast. Bij veen kan in de tijd de deeltjesgrootte afnemen (afbraak). De mate van verfijning is mede afhankelijk van mechanische bewerking en bodemleven. Ook de verteringsgraad bepaalt voor een belangrijk deel de structuurstabiliteit.

Op basis van de fysische eigenschappen wordt de grondstof veen geclassificeerd in veentypen. De indeling wordt uitgevoerd op het Veenvochtgetal (g g^{-1} (org.st.)) van het veen volgens tabel 6.19 en bepaald volgens de Aangepaste Veenmethode zoals beschreven door Wever en Pon, 1990.

Tabel 6.19 Specifieke eisen veentypen.

Veentype	Veenvochtgetal g g^{-1} (org.st.)
1	>9,0
2	7,6-9,0
3	6,1-7,5
4	4,1-6,0
5	3,6-4,0
6	<3,6

Afvalfase

Stomen blijkt niet of nauwelijks invloed te hebben op de structuur en de fractieverdeling van veen.

Veen is composteerbaar en kan wellicht als bodemverbeteraar toegepast worden of worden opgewerkt tot tuingrond in de hobbyseer.

Tabel 6.20: Fysische eigenschappen van veen

Parameter	Gemiddelde	Grenzen	Opmerkingen
Organische stof fractie (g g(ds)⁻¹)	0,96	0,89-1,00	
Dichtheid van de vaste fase, kg m⁻³	1580	1550-1630	
Bulkdichtheid, kg m⁻³	113	47-290	
Water-lucht huishouding			
Poriënvolume (vol.)	0,93	0,81-0,97	
Poriënvolume effectief (vol.)	0,93	0,89-0,97	
Lucht gehalte uitlek (vol.)			
Lucht gehalte druk-hoogte -10 cm (vol.)	0,14	0,00-0,45	
Water gehalte bij uitlek (vol.)			
Water gehalte drukhoogte -10 cm (vol.)	0,79	0,50-0,96	
Water gehalte drukhoogte -20 cm (vol.)			
Water gehalte drukhoogte -50 cm (vol.)			
Water gehalte drukhoogte -100 cm (vol.)			
Water gehalte herverzadiging -2.5 cm (vol.)			
Fractieverdeling			
xx mm; gew. %	-	-	de fractieverdeling is afhankelijk van hoe het materiaal behandeld is; er is dus geen standaardwaarde in te vullen.
Radio-activiteit, Bq (Cesi-um 134 Cs 137)			
Krimp (vol.)	0,31	0,12-0,50	
Mechanische eigenschappen			
Hardheid 2 kPa (vol.)			
Hardheid 10 kPa (vol.)			
Hardheid 20 kPa (vol.)			
Hardheid 150 kPa (vol.)			
Volume-verlies 2 kPa (vol.)			
Volume-verlies 10 kPa (vol.)			
Volume-verlies 20 kPa (vol.)			
Volume-verlies 150 kPa (vol.)			

Basis tabel 6.20

54 monsters veen (methode: Aangepaste veenmethode 1989, Wever, G. en M.H. Pon, 1990. Fysische analysemethoden voor potgrond en veen met aanpassing 1989, Intern verslag nr. 31 Proefstation Naaldwijk)

Basis tabel 6.21

De gemiddelden zijn gebaseerd op

Extractie 3x substraatvocht

- 3 typen
- van 2 typen 4 herhalingen en van 1 type 5 herhalingen per parameter, m.u.v. --Mo 2 typen, 5 en 4 herhalingen.

Tabel 6.21: Chemische eigenschappen van veen

Parameter	Gemiddelde	Grenzen	Opmerkingen
Extractie 1:1,5			
EC, mS cm ⁻¹	0,2	0,1-0,3	
pH	3,9	3,4-4,4	
NH ₄ , mmol l ⁻¹	0,3	0,0-1,1	
K, mmol l ⁻¹	0,0	0,0-0,2	
Na, mmol l ⁻¹	0,6	0,5-0,8	
Ca, mmol l ⁻¹	0,1	0,0-0,3	
Mg, mmol l ⁻¹	0,1	0,0-0,3	
NO ₃ , mmol l ⁻¹	0,3	0,1-0,5	
NO ₂ , mmol l ⁻¹			
Cl ₂ , mmol l ⁻¹	0,4	0,2-0,7	
SO ₄ , mmol l ⁻¹	0,1	0,0-0,5	
HCO ₃ , mmol l ⁻¹	<0,1	-	
P, mmol l ⁻¹	0,0	0,0-0,1	
Fe, µmol l ⁻¹	1,1	0,2-2,8	
Mn, µmol l ⁻¹	0,5	0,0-2,3	
Zn, µmol l ⁻¹	0,3	0,0-0,7	
B, µmol l ⁻¹	2,5	1,4-5,8	
Cu, µmol l ⁻¹	0,1	0,0-0,2	
Br, µmol l ⁻¹			
F, mmol l ⁻¹			
Mo, µmol l ⁻¹	<0,1	-	
Al, µmol l ⁻¹			
Si, mmol l ⁻¹			

Extractie 0.5 M NH₄OAc, 1:2

K, mmol l ⁻¹			
Na, mmol l ⁻¹			
Ca, mmol l ⁻¹			
Mg, mmol l ⁻¹			
Fe, µmol l ⁻¹			
Mn, µmol l ⁻¹			
Zn, µmol l ⁻¹			
B, µmol l ⁻¹			
Cu, µmol l ⁻¹			

HCl 1.0 M

Cd, mg kg ⁻¹			
Cr, mg kg ⁻¹			
Cu, mg kg ⁻¹			
Hg, mg kg ⁻¹			
Ni, mg kg ⁻¹			
Pb, mg kg ⁻¹			
Zn, mg kg ⁻¹			
As, mg kg ⁻¹			

Stikstofbinding			
-----------------	--	--	--

6.13 Zand

Herkomst en productie

Zand is de verzamelnaam voor granulaire materialen die voor het grootste deel uit kwarts bestaan en qua korrelgrootte liggen tussen 0.05 en 2 mm. In Nederland wordt voornamelijk rivierzand gebruikt. Duinzand mag tegenwoordig niet meer gewonnen worden en kan daarom als substraat alleen lokaal worden toegepast. Het meest gebruikte zand is afkomstig uit afzettingen uit het Laat Pleistoceen (10.000-150.000 jaar geleden). In Noord en West Europa heerste toen gedurende enige perioden een ijstijd waarbij het landijs zich tot in onze streken uitstreckte. Aan de randen van de ijskap ontstonden bij temperaturen boven nul grote smeltwaterstromen die allerlei gesteentemateriaal met zich meevoerden. In deze zogenaamde vlechtende systemen wisselde de stroomsnelheden van het water sterk, waardoor het materiaal dat werd afgezet ook sterk van korrelgrootte wisselde. Vandaar dat het zand afkomstig uit deze lagen meestal niet uniform van kwaliteit is.

Voor de asfaltindustrie wordt tegenwoordig zogenaamd 'brekerzand' geproduceerd. Bij dit procédé wordt grind met een breker verkleind tot materiaal met een uniforme korrelgrootteverdeling. Wellicht dat dit materiaal voor toepassing als substraat geschikt is.

Er zijn heel veel verschillende zandproducten op de markt. Veelal worden deze afgegraven of gezogen bij de rivieren uit de zogenoemde 'zandgaten'.

Anjers, chrysanten, lelie's, Freesia's, sla en radijs zijn proefgewijs met succes geteeld op zand. In de praktijk wordt het alleen nog maar voor anjer gebruikt (4-5 ha).

Eigenschappen

Zand is erg zwaar, heeft een kleine waterbuffer en vaak een laag luchtgehalte. Dit komt doordat zand weinig grove poriën bevat. In dunne lagen bevat het namelijk, evenals de meeste kasgronden, te weinig lucht. Voor substraat komt daarom grof zand het meest in aanmerking.

Een probleem van zand is dat het meestal niet in een bepaalde fractie te koop is. Dat betekent dat per partij de grofheid kan veranderen. Aangezien de grofheid het luchtgehalte bepaalt, kan per partij het luchtgehalte sterk variëren. Het product is dus niet in een constante kwaliteit te verkrijgen. Momenteel wordt onderzoek verricht naar gezeefde en gebroken zandsoorten die uniformer zijn. Uiteraard is dit materiaal duurder.

Zand is inert. De pH varieert afhankelijk van het kalkgehalte. De EC loopt uiteen afhankelijk van de herkomst.

Zand kan gebruikt worden in lagen vanaf 10 cm. Het is onverstandig om zuurstofgevoelige gewassen op dit substraat te telen, tenzij het zand weinig fijne delen bevat.

Afvalfase

Zand is goed te stomen. Bij dunne lagen moet er wel rekening mee gehouden worden dat de poriën snel vollopen met water wat het stomen moeilijker maakt.

Zand is niet afbreekbaar en dus niet composteerbaar. Mogelijk dat het in de wegebouw nog een toepassing kan vinden.

Verder is zand zeer duurzaam doordat het zowel chemisch als biologisch niet aantastbaar is.

Opmerking

Van dit product zijn onvoldoende fysische en chemische eigenschappen bekend, zodat geen tabellen hierover zijn opgenomen.

Advies



7. ADVIESBASIS

7.1 Fysische richtlijnen

Per teelt zijn adviezen op te stellen waaraan fysisch gezien een substraat moet voldoen. Per gewas en teeltsysteem zijn de adviezen ingevuld. Waar nodig worden adviezen per eigenschap ingevuld. Met de nadruk op "waar nodig". Als er namelijk geen goede redenen zijn om iets in te vullen dan gebeurt dat ook niet. Bijvoorbeeld de dichtheid is meestal niet van belang voor een goede plantengroei. Het is dan ook niet zinvol hiervoor een advies op te stellen. Ook kan het zinvol zijn een norm in te vullen maar dat de waarden nog niet precies bekend zijn, ook dan wordt de norm niet opgenomen.

Onderstaand volgt een opsomming van de opgenomen gewassen en teeltsystemen. Bij de substraatkeuze zal ook de teeltduur in ogenschouw genomen moeten worden. Bij een lange teeltduur verdienen stabiele materialen de voorkeur.

Tabel 7.1: Overzicht van de gewassen en teeltsystemen die in volgende tabellen zijn uitgewerkt. Het nummer in de laatste kolom verwijst naar het tabelnummer waar gedetailleerde informatie staat.

Gewas	Substraat	Watergeefstelsysteem	Teeltsysteem	Dikte (cm)	Nr.
Bloementeel					
Algemeen bloemen	veen	beregening	zaaibakken	4-15	A1
Algemeen bloemen	veen	beregening	stekbakken	4-15	A2
Chrysanten e.d.	veen	beregening	perspotten	2.5-15	A1
Perkplanten	veen	beregening	setjes en potjes	2.5-15	A1
Perkplanten	veen	beregening	perspotten	2.5-15	A1
Snijbloemen	niet-gevormde	druppelaars	bakken/containers	5-15	A3
Snijbloemen	niet-gevormde	eb-vloed	bakken/containers	10-20	A4
Snijbloemen	gevormde	druppelaars	matten	5-15	A5
Potplanten					
Potplanten gevoelig voor lucht	organisch of veen	beregening/ druppelbevloeiing	containers	5-50	A6
Potplanten niet gevoelig	organisch of veen	beregening/ druppelbevloeiing	containers	5-50	A7
Potplanten gevoelig voor droogte	organisch of veen	beregening/ druppelbevloeiing	containers	5-50	A7
Potplanten gevoelig voor lucht	organisch of veen	eb-vloed/ capillaire mat	containers	5-50	A8
Potplanten niet gevoelig	organisch of veen	eb-vloed/ capillaire mat	containers	5-50	A16
Potplanten gevoelig voor droogte	organisch of veen	eb-vloed/ capillaire mat	containers	5-50	A6
Orchideeën	niet-gevormde, organisch en/of veen en/of mineraal	beregening/ druppelbevloeiing	containers	5-20	A10
Boomteelt					
Coniferen	veen	beregening/ druppelbevloeiing	containers	5-30	A8
Sterk groeiende bladverliezende heesters	veen	beregening/ druppelbevloeiing	containers	5-30	A7

Gewas	Substraat	Watergeefstelsysteem	Teeltsysteem	Dikte (cm)	Nr.
Boomteelt (vervolg)					
Zwak groeiende bladverliezende heesters (gevoelig voor lucht)	veen	beregening/ druppelbevloeiing	containers	5-30	A8
Bladhoudende heesters (gevoelig voor lucht)	veen	beregening/ druppelbevloeiing	containers	5-30	A9
Ericaceeën (gevoelig voor droogte)	veen	beregening/ druppelbevloeiing	containers	5-30	A6
Coniferen	veen	eb-vloed/ capillaire mat	containers	5-20	A9
Sterk groeiende coniferen	veen	eb-vloed/ capillaire mat	containers	5-20	A7
Sterk groeiende bladverliezende heesters	veen	eb-vloed/ capillaire mat	containers	5-20	A8
Zwak groeiende bladverliezende heesters en bladhoudende heesters (gevoelig voor lucht)	veen	eb-vloed/ capillaire mat	containers	5-30	A9
Ericaceeën m.u.v. Pieris	veen	eb-vloed/ capillaire mat	containers	5-20	A9
Pieris	veen	eb-vloed/ capillaire mat	containers	5-20	A9
Coniferen	veen	waternevel- (bevloeiingsmat)	teeltplaten, zaaibakken en stekkisten	4-15	A6
Sterk groeiende bladverliezende heesters	veen	waternevel- (bevloeiingsmat)	teeltplaten, zaaibakken en stekkisten	4-15	A16
Zwak groeiende bladverliezende heesters en Blad houdende heesters	veen	waternevel- (bevloeiingsmat)	teeltplaten, zaaibakken en stekkisten	4-15	A8
Ericaceeën (gevoelig voor droogte)	veen	waternevel- (bevloeiingsmat)	teeltplaten, zaaibakken en stekkisten	4-15	A17
Groententeelt					
Algemeen groenten	veen	beregening	perspotten	2.5-15	A1
Aardbeien	veen	druppelbevloeiing	zakken/emmers	10-20	A16
Algemeen	veen	beregening	zaaibakken	4-15	A1
Vruchtdragende groentegewassen Tomaat, aubergine, meloen, snijbonen	niet gevormde en gevormde	druppelaars	matten/bakken en containers	5-15	A11
Vruchtdragende groentegewassen (gevoelig voor lucht) Komkommer, courgette, paprika	niet gevormde en gevormde	druppelaars	matten/bakken en containers	5-15	A12
Eenmalig oogstbare groenten, sla, spinazie, koolrabi	niet gevormde en gevormde	beregening/ druppelbevloeiing	substraatbed	5-20	A13
Bolbloemen					
Hyacint, amaryllis, narcis, bijgoed, tulp, lelie	veen	beregening/ druppelbevloeiing	bloeitrekken in kisten	4-15	A1
Hippeastrum (Amaryllis)	niet gevormde	beregening/ druppelbevloeiing	substraatbed	10-20	A14
Freesia	niet gevormde	beregening/ druppelbevloeiing	substraatbed	15-20	A15

Tabel A1 Fysische normen.

Parameter	Te laag	Advies	Te hoog	Opmerkingen
Gravimetrisch vochtgehalte (gew.)		0,50 - 75	>0,80	
Organische stof fractie	<0,15	> 0,40		
Dichtheid van de vaste fase, kg m ⁻³				
Bulkdichtheid, kg m ⁻³		60-250		
Krimp		<0,35	>0,40	

Water-lucht huishouding

Poriënvolume (beschikbaar)		0,85 - 0,95		
Luchtgehalte bij drukhoogte -10 cm	<0,10	0,15-0,20	>0,25	voorheen potgrondsoort 4-5
Watergehalte bij uitlek, %				
Watergehalte bij drukhoogte -10 cm,	<0,60	0,70-80	>0,85	
Watergehalte bij drukhoogte -20 cm,				
Watergehalte bij drukhoogte -50 cm,				
Watergehalte bij drukh. -100 cm,				
Watergehalte bij herverz. -2.5 cm,				
Water tussen -10 en -50 cm,		0,30-0,40		

**Water-lucht huishouding
(3x Substr.vocht)**

Luchtgehalte bij uitlek,				
Watergehalte bij uitlek,				

Fractieverdeling

<4 mm; (gew.)		>0,75		
---------------	--	-------	--	--

Mechanische eigenschappen

Indrukbaarheid 2 kPa,				
Indrukbaarheid 10 kPa,				
Indrukbaarheid 20 kPa,				
Indrukbaarheid 150 kPa,				
Volumeverlies 2 kPa,				
Volumeverlies 10 kPa,				
Volumeverlies 20 kPa,				
Volumeverlies 150 kPa,				

Tabel A2 Fysische normen.

Parameter	Te laag	Advies	Te hoog	Opmerkingen
Gravimetrisch vochtgehalte (gew.)		0,50 - 75	>0,80	
Organische stof fractie	<0,15	>0,40		
Dichtheid van de vaste fase, kg m ⁻³				
Bulkdichtheid, kg m ⁻³		60-250		
Krimp		<0,35	>0,40	

Water-lucht huishouding

Poriënvolume (beschikbaar)		0,85 - 0,95		
Luchtgehalte bij drukhoogte -10 cm	<0,10	0,15 - 0,65	>0,70	voorheen potgrondsoort 1-2-3-4
Watergehalte bij uitlek,				
Watergehalte bij drukhoogte -10 cm,	< 0,15	0,35 - 0,80	>0,85	
Watergehalte bij drukhoogte -20 cm,				
Watergehalte bij drukhoogte -50 cm,				
Watergehalte bij drukh. -100 cm,				
Watergehalte bij herverz. -2.5 cm,				
Water tussen -10 en -50 cm,		0,20-0,30		

Water-lucht huishouding
(3x Substraatvocht)

Luchtgehalte bij uitlek,				
Watergehalte bij uitlek,				

Fractieverdeling

... mm; (gew.)				
----------------	--	--	--	--

Mechanische eigenschappen

Indrukbaarheid 2 kPa,				
Indrukbaarheid 10 kPa,				
Indrukbaarheid 20 kPa,				
Indrukbaarheid 150 kPa,				
Volumeverlies 2 kPa,				
Volumeverlies 10 kPa,				
Volumeverlies 20 kPa,				
Volumeverlies 150 kPa,				

Tabel A3 Fysische normen.

Parameter	Te laag	Advies	Te hoog	Opmerkingen
Gravimetrisch vochtgehalte (gew.)				
Organische stof fractie				
Dichtheid van de vaste fase, kg m^{-3}				
Bulkdichtheid, kg m^{-3}		30-1400		
Krimp				

Water-lucht huishouding

Poriënvolume (beschikbaar)		0,45-0,99		
Luchtgehalte bij drukhoogte -10 cm	<0,10	0,10-0,60	>0,80	
Watergehalte bij uitlek,		0,30-0,80		
Watergehalte bij drukhoogte -10 cm,		0,20-0,75		
Watergehalte bij drukhoogte -20 cm,		0,15-0,65		
Watergehalte bij drukhoogte -50 cm,		0,5-0,55		
Watergehalte bij drukh. -100 cm,		0,5-0,50		
Watergehalte bij herverz. -2.5 cm,				
Water tussen -10 en -50 cm,		0,10-0,40		

**Water-lucht huishouding
(3x Substraatvocht)**

Luchtgehalte bij uitlek,		0,10-0,80		
Watergehalte bij uitlek,		0,20-0,80		

Fractieverdeling

.... mm; (gew.)				
-----------------	--	--	--	--

Mechanische eigenschappen

Indrukbaarheid 2 kPa,				
Indrukbaarheid 10 kPa,				
Indrukbaarheid 20 kPa,				
Indrukbaarheid 150 kPa,				
Volumeverlies 2 kPa,				
Volumeverlies 10 kPa,				
Volumeverlies 20 kPa,				
Volumeverlies 150 kPa,				

Tabel A4 Fysische normen.

Parameter	Te laag	Advies	Te hoog	Opmerkingen
Gravimetrisch vochtgehalte (gew.)				
Organische stof fractie				
Dichtheid van de vaste fase, kg m⁻³				
Bulkdichtheid, kg m⁻³		30-1400		
Krimp				

Water-lucht huishouding

Poriënvolume (beschikbaar)		0,75-0,99		
Luchtgehalte bij drukhoogte -10 cm	<0,30	0,40-0,90		
Watergehalte bij uitlek,		0,35-0,80		
Watergehalte bij drukhoogte -10 cm,		0,20-0,75		
Watergehalte bij drukhoogte -20 cm,		0,15-0,65		
Watergehalte bij drukhoogte -50 cm,		0,5-0,55		
Watergehalte bij drukh. -100 cm,		0,5-0,50		
Watergehalte bij herverz. -2.5 cm,				
Water tussen -10 en -50 cm,		0,5-0,40		

**Water-lucht huishouding
(3x Substraatvocht)**

Luchtgehalte bij uitlek,		0,30-0,80		
Watergehalte bij uitlek,		0,20-0,80		

Fractieverdeling

.... mm; (gew.)				
Mechanische eigen-schap-pen				
Indrukbaarheid 2 kPa,				
Indrukbaarheid 10 kPa,				
Indrukbaarheid 20 kPa,				
Indrukbaarheid 150 kPa,				
Volumeverlies 2 kPa,				
Volumeverlies 10 kPa,				
Volumeverlies 20 kPa,				
Volumeverlies 150 kPa,				

Tabel A5 Fysische normen.

Parameter	Te laag	Advies	Te hoog	Opmerkingen
Gravimetrisch vochtgehalte (gew.)				
Organische stof fractie				
Dichtheid van de vaste fase, kg m⁻³				
Bulkdichtheid, kg m⁻³		30-150		
Krimp				

Water-lucht huishouding

Poriënvolume (beschikbaar)		0,90-0,99		
Luchtgehalte bij drukhoogte -10 cm	<0,15%	0,15-0,80		
Watergehalte bij uitlek,		0,30-0,95		
Watergehalte bij drukhoogte -10 cm,		0,15-0,85		
Watergehalte bij drukhoogte -20 cm,				
Watergehalte bij drukhoogte -50 cm,				
Watergehalte bij drukh. -100 cm,				
Watergehalte bij herverz. -2.5 cm,				
Water tussen -10 en -50 cm,				

**Water-lucht huishouding
(3x Substraatvocht)**

Luchtgehalte bij uitlek,	<0,5%	0,5-0,70		
Watergehalte bij uitlek,		0,30-0,95		

Fractieverdeling

.... mm; (gew.)				
-----------------	--	--	--	--

Mechanische eigenschappen

Indrukbaarheid 2 kPa,				
Indrukbaarheid 10 kPa,				
Indrukbaarheid 20 kPa,				
Indrukbaarheid 150 kPa,				
Volumeverlies 2 kPa,				
Volumeverlies 10 kPa,				
Volumeverlies 20 kPa,				
Volumeverlies 150 kPa,				

Tabel A6 Fysische normen.

Parameter	Te laag	Advies	Te hoog	Opmerkingen
Gravimetrisch vochtgehalte (gew.)		0,50 - 75	>0,80	
Organische stof fractie	<0,15	>0,40		
Dichtheid van de vaste fase, kg m⁻³				
Bulkdichtheid, kg m⁻³		60 - 250		
Krimp		<0,30	>0,35	

Water-lucht huishouding

Poriënvolume (beschikbaar)		0,85 - 0,95		
Luchtgehalte bij drukhoogte -10 cm	<0,15	0,20 - 0,30	> 0,35	voorheen potgrondsoort 3
Watergehalte bij uitlek,				
Watergehalte bij drukhoogte -10 cm,	< 0,50	0,65 - 0,75	> 0,80	
Watergehalte bij drukhoogte -20 cm,				
Watergehalte bij drukhoogte -50 cm,				
Watergehalte bij drukh. -100 cm,				
Watergehalte bij herverz. -2.5 cm,				
Water tussen -10 en -50 cm,		0,30-0,40		

**Water-lucht huishouding
(3x Substraatvocht)**

Luchtgehalte bij uitlek,				
Watergehalte bij uitlek,				

Fractieverdeling

.... mm; (gew.)				
-----------------	--	--	--	--

Mechanische eigenschappen

Indrukbaarheid 2 kPa,				
Indrukbaarheid 10 kPa,				
Indrukbaarheid 20 kPa,				
Indrukbaarheid 150 kPa,				
Volumeverlies 2 kPa,				
Volumeverlies 10 kPa,				
Volumeverlies 20 kPa,				
Volumeverlies 150 kPa,				

Tabel A7 Fysische normen.

Parameter	Te laag	Advies	Te hoog	Opmerkingen
Gravimetrisch vochtgehalte (gew.)		0,50 - 0,75	>0,80	
Organische stof fractie	<0,15	>0,40		
Dichtheid van de vaste fase, kg m ⁻³				
Bulkdichtheid, kg m ⁻³		60 - 250		
Krimp		<0,35	>0,40	

Water-lucht huishouding

Poriënvolume (beschikbaar)		0,85- 0,95		
Luchtgehalte bij drukhoogte -10 cm	<0,10	0,15 - 0,30	>0,35	voorheen potgrondsoort 3-4
Water gehalte bij uitlek,				
Watergehalte bij drukhoogte -10 cm,	<0,50	0,70 - 0,80	>0,85	
Watergehalte bij drukhoogte -20 cm,				
Watergehalte bij drukhoogte -50 cm,				
Watergehalte bij drukh. -100 cm,				
Watergehalte bij herverz. -2.5 cm,				
Water tussen -10 en -50 cm,		0,30-0,40		

Water-lucht huishouding
(3x Substraat-vocht)

Luchtgehalte bij uitlek,				
Watergehalte bij uitlek,				

Fractieverdeling

.... mm; (gew.)				
-----------------	--	--	--	--

Mechanische eigenschappen

Indrukbaarheid 2 kPa,				
Indrukbaarheid 10 kPa,				
Indrukbaarheid 20 kPa,				
Indrukbaarheid 150 kPa,				
Volumeverlies 2 kPa,				
Volumeverlies 10 kPa,				
Volumeverlies 20 kPa,				
Volumeverlies 150 kPa,				

Tabel A8 Fysische normen.

Parameter	Te laag	Advies	Te hoog	Opmerkingen
Gravimetrisch vochtgehalte (gew.)		0,50 - 0,75	>0,80	
Organische stof fractie	<0,15	>0,40		
Dichtheid van de vaste fase, kg m ⁻³				
Bulkdichtheid, kg m ⁻³		60 - 250		
Krimp		<0,30	>0,35	

Water-lucht huishouding

Poriënvolume (beschikbaar)		0,85- 0,95		
Luchtgehalte bij drukhoogte -10 cm	<0,15	0,20 - 0,40	>0,45	voorheen potgrondsoort 2-3
Watergehalte bij uitlek,				
Watergehalte bij drukhoogte -10 cm,	<0,40	0,60- 0,75	>0,80	
Watergehalte bij drukhoogte -20 cm,				
Watergehalte bij drukhoogte -50 cm,				
Watergehalte bij drukh. -100 cm,				
Watergehalte bij herverz. -2.5 cm,				
Water tussen -10 en -50 cm,		0,25-0,35		

Water-lucht huishouding
(3x Substraatvocht)

Luchtgehalte bij uitlek,				
Watergehalte bij uitlek,				

Fractieverdeling

.... mm; (gew.)				
-----------------	--	--	--	--

Mechanische eigenschappen

Indrukbaarheid 2 kPa,				
Indrukbaarheid 10 kPa,				
Indrukbaarheid 20 kPa,				
Indrukbaarheid 150 kPa,				
Volumeverlies 2 kPa,				
Volumeverlies 10 kPa,				
Volumeverlies 20 kPa,				
Volumeverlies 150 kPa,				

Tabel A9 Fysische normen.

Parameter	Te laag	Advies	Te hoog	Opmerkingen
Gravimetrisch vochtgehalte (gew.)	0,50 - 0,75	>0,80		
Organische stof fractie	<0,15	>0,40		
Dichtheid van de vaste fase, kg m ⁻³				
Bulkdichtheid, kg m ⁻³		60 - 250		
Krimp		<0,25	>0,30	

Water-lucht huishouding

Poriënvolume (beschikbaar)		0,85 - 0,95		
Luchtgehalte bij drukhoogte -10 cm	<0,25	0,30 - 0,40	> 0,45	voorheen potgrondsoort 2
Watergehalte bij uitlek,				
Watergehalte bij drukhoogte -10 cm,	<0,40	0,55 - 0,65	>0,70	
Watergehalte bij drukhoogte -20 cm,				
Watergehalte bij drukhoogte -50 cm,				
Watergehalte bij drukh. -100 cm,				
Watergehalte bij herverz. -2.5 cm,				
Water tussen -10 en -50 cm,		0,25-0,35		

Water-lucht huishouding
(3x Substraat-vocht)

Luchtgehalte bij uitlek,				
Watergehalte bij uitlek,				

Fractieverdeling

.... mm; (gew.)				
-----------------	--	--	--	--

Mechanische eigenschappen

Indrukbaarheid 2 kPa,				
Indrukbaarheid 10 kPa,				
Indrukbaarheid 20 kPa,				
Indrukbaarheid 150 kPa,				
Volumeverlies 2 kPa,				
Volumeverlies 10 kPa,				
Volumeverlies 20 kPa,				
Volumeverlies 150 kPa,				

Tabel A10 Fysische normen.

Parameter	Te laag	Advies	Te hoog	Opmerkingen
Gravimetrisch vochtgehalte (gew.)		0,50-0,75	>0,80	
Organische stof fractie				
Dichtheid van de vaste fase, kg m ⁻³				
Bulkdichtheid, kg m ⁻³		30 - 250		
Krimp		<0,20	>0,25	

Water-lucht huishouding

Poriënvolume (beschikbaar)		0,85-0,95		
Luchtgehalte bij drukhoogte -10 cm	<0,35	0,40-0,65	>0,70	Voorheen potgrondsoort 1
Watergehalte bij uitlek,				
Watergehalte bij drukhoogte -10 cm,	<0,15	0,45-0,55	>0,60	
Watergehalte bij drukhoogte -20 cm,				
Watergehalte bij drukhoogte -50 cm,				
Watergehalte bij drukh. -100 cm,				
Watergehalte bij herverz. -2.5 cm,				
Water tussen -10 en -50 cm,		0,20-0,30		

Water-lucht huishouding
(3x Substraatvocht)

Luchtgehalte bij uitlek,				
Watergehalte bij uitlek,				

Fractieverdeling

.... mm; (gew.)				
-----------------	--	--	--	--

Mechanische eigenschappen

Indrukbaarheid 2 kPa,				
Indrukbaarheid 10 kPa,				
Indrukbaarheid 20 kPa,				
Indrukbaarheid 150 kPa,				
Volumeverlies 2 kPa,				
Volumeverlies 10 kPa,				
Volumeverlies 20 kPa,				
Volumeverlies 150 kPa,				

Tabel A11 Fysische normen.

Parameter	Te laag	Advies	Te hoog	Opmerkingen
Gravimetrisch vochtgehalte (gew.)				
Organische stof fractie				
Dichtheid van de vaste fase, kg m^{-3}				
Bulkdichtheid, kg m^{-3}		30-1400		

Krimp**Water-lucht huishouding (CEN)**

Poriënvolume (beschikbaar),		0,45-0,99		
Lucht druk-hoogte -10 cm,	<0,10	0,10-0,80		
Watergehalte bij uitlek,		0,30-0,95		
Watergehalte bij drukhoogte -10 cm,		0,15-0,90		
Watergehalte bij drukhoogte -20 cm,				
Watergehalte bij drukhoogte -50 cm,				
Watergehalte bij drukh. -100 cm,				
Watergehalte bij herverz. -2.5 cm,				
Water tussen -10 en -50 cm,				

**Water-lucht huishouding
(3x Substraatvocht)**

Luchtgehalte bij uitlek,	<0,5	0,5-0,70		
Watergehalte bij uitlek,		0,30-0,95		

Fractieverdeling

.... mm; (gew.)				
-----------------	--	--	--	--

Mechanische eigenschappen

Indrukbaarheid 2 kPa,				
Indrukbaarheid 10 kPa,				
Indrukbaarheid 20 kPa,				
Indrukbaarheid 150 kPa,				
Volumeverlies 2 kPa,				
Volumeverlies 10 kPa,				
Volumeverlies 20 kPa,				
Volumeverlies 150 kPa,				

Tabel A12 Fysische normen.

Parameter	Te laag	Advies	Te hoog	Opmerkingen
Gravimetrisch vochtgehalte (gew.)				
Organische stof fractie				
Dichtheid van de vaste fase, kg m ⁻³				
Bulkdichtheid, kg m ⁻³		30-1400		
Krimp				

Water-lucht huishouding

Poriënvolume (beschikbaar		0,45-0,99		
Luchtgehalte bij drukhoogte -10 cm	<0,15	0,20-0,80		
Watergehalte bij uitlek,		0,30-0,95		
Watergehalte bij drukhoogte -10 cm,		0,15-0,85		
Watergehalte bij drukhoogte -20 cm,				
Watergehalte bij drukhoogte -50 cm,				
Watergehalte bij drukh. -100 cm,				
Watergehalte bij herverz. -2.5 cm,				
Water tussen -10 en -50 cm,				

Water-lucht huishouding
(3x Substraatvocht)

Luchtgehalte bij uitlek,		<0,5	0,5-0,70	
Watergehalte bij uitlek,		0,30-0,95		

Fractieverdeling

.... mm; (gew.)				
-----------------	--	--	--	--

Mechanische eigenschappen

Indrukbaarheid 2 kPa,				
Indrukbaarheid 10 kPa,				
Indrukbaarheid 20 kPa,				
Indrukbaarheid 150 kPa,				
Volumeverlies 2 kPa,				
Volumeverlies 10 kPa,				
Volumeverlies 20 kPa,				
Volumeverlies 150 kPa,				

Tabel A13 Fysische normen.

Parameter	Te laag	Advies	Te hoog	Opmerkingen
Gravimetrisch vochtgehalte (gew.)				
Organische stof fractie				
Dichtheid van de vaste fase, kg m ⁻³				
Bulkdichtheid, kg m ⁻³		30-1400		
Krimp				

Water-lucht huishouding

Poriënvolume (beschikbaar)		0,45-0,99		
Luchtgehalte bij drukhoogte -10 cm	<0,10	0,10-0,60	>0,80	
Wategehalte bij uitlek,		0,30-0,80		
Watergehalte bij drukhoogte -10 cm,		0,20-0,75		
Watergehalte bij drukhoogte -20 cm,		0,15-0,65		
Watergehalte bij drukhoogte -50 cm,		0,5-0,55		
Watergehalte bij drukh. -100 cm,		0,5-0,55		
Watergehalte bij herverz.g -2.5 cm,				
Water tussen -10 en -50 cm,		0,10-0,40		

**Water-lucht huishouding
(3x Substraatvocht)**

Luchtgehalte bij uitlek,		0,10-0,80		
Wategehalte bij uitlek,		0,20-0,80		

Fractieverdeling

.... mm; (gew.)				
-----------------	--	--	--	--

Mechanische eigenschappen

Indrukbaarheid 2 kPa,				
Indrukbaarheid 10 kPa,				
Indrukbaarheid 20 kPa,		0,0-0,10		geldt alleen voor lichte mechanische belasting (bijv. lopen)
Indrukbaarheid 150 kPa,		0,0-0,10		geldt alleen voor zware mechanische belasting (bijv. tractor)
Volumeverlies 2 kPa,				
Volumeverlies 10 kPa,				
Volumeverlies 20 kPa,				
Volumeverlies 150 kPa,				

Tabel A14 Fysische normen.

Parameter	Te laag	Advies	Te hoog	Opmerkingen
Gravimetrisch vochtgehalte (gew.)				
Organische stof fractie		<0,10		
Dichtheid van de vaste fase, kg m⁻³				
Bulkdichtheid, kg m⁻³		400-1400		
Krimp				

Water-lucht huishouding

Poriënvolume (beschikbaar)		0,45-0,85		
Luchtgehalte bij drukhoogte -10 cm	<10	0,10-0,60		
Watergehalte bij uitlek,		0,30-0,80		
Watergehalte bij drukhoogte -10 cm,		0,20-0,75		
Watergehalte bij drukhoogte -20 cm,		0,15-0,65		
Watergehalte bij drukhoogte -50 cm,		0,5-0,55		
Watergehalte bij drukh. -100 cm,		0,5-0,55		
Watergehalte bij herverz. -2,5 cm,				
Water tussen -10 en -50 cm,		0,10-0,40		

**Water-lucht huishouding
(3x Substraatvocht)**

Luchtgehalte bij uitlek,				
Watergehalte bij uitlek,				

Fractieverdeling

<4 mm; (gew.)		>0,75		Het materiaal moet te zeven zijn d.w.z. rul
---------------	--	-------	--	---

Mechanische eigenschappen

Indrukbaarheid 2 kPa,				
Indrukbaarheid 10 kPa,				
Indrukbaarheid 20 kPa,		0,0-0,10		geldt alleen voor lichte mechanisch belasting (bijv. lopen)
Indrukbaarheid 150 kPa,				
Volumeverlies 2 kPa,				
Volumeverlies 10 kPa,				
Volumeverlies 20 kPa,				
Volumeverlies 150 kPa,				

Tabel A15 Fysische normen.

Parameter	Te laag	Advies	Te hoog	Opmerkingen
Gravimetrisch vochtgehalte (gew.)				
Organische stof fractie				
Dichtheid van de vaste fase, kg m^{-3}				
Bulkdichtheid, kg m^{-3}		150-1400		
Krimp				

Water-lucht huishouding

Poriënvolume (beschikbaar)		0,45-0,95		
Luchtgehalte bij drukhoogte -10 cm	<0,10	0,10-0,60		
Watergehalte bij uitlek,		0,30-0,80		
Watergehalte bij drukhoogte -10 cm,		0,20-0,75		
Watergehalte bij drukhoogte -20 cm,		0,15-0,65		
Watergehalte bij drukhoogte -50 cm,		0,5-0,55		
Watergehalte bij drukh. -100 cm,		0,5-0,55		
Watergehalte bij herverzg -2.5 cm,				
Water tussen -10 en -50 cm,		0,10-0,40		

**Water-lucht huishouding
(3x Substraatvocht)**

Luchtgehalte bij uitlek,				
Watergehalte bij uitlek,				

Fractieverdeling

<4 mm; (gew.)		>0,75		
---------------	--	-------	--	--

Mechanische eigenschappen

Indrukbaarheid 2 kPa,				
Indrukbaarheid 10 kPa,				
Indrukbaarheid 20 kPa,		0,0-0,10		geldt alleen voor lichte mechanische belasting (bijv. lopen)
Indrukbaarheid 150 kPa,				
Volumeverlies 2 kPa,				
Volumeverlies 10 kPa,				
Volumeverlies 20 kPa,				
Volumeverlies 150 kPa,				

Tabel A16 Fysische normen.

Parameter	Te laag	Advies	Te hoog	Opmerkingen
Gravimetrisch vochtgehalte (gew.)		0,50 - 0,75	>0,80	
Organische stof fractie	<0,15	>0,40		
Dichtheid van de vaste fase, kg m⁻³				
Bulkdichtheid, kg m⁻³		60 - 250		
Krimp		<0,35	>0,40	

Water-lucht huishouding

Poriënvolume (beschikbaar)		0,85 - 0,95		
Luchtgehalte bij drukhoogte -10 cm	<0,10	0,15 - 0,40	>0,50	voorheen potgrondsoort 2-3-4
Watergehalte bij uitlek,				
Watergehalte bij drukhoogte -10 cm,	< 0,35	0,55 - 0,80	>0,85	
Watergehalte bij drukhoogte -20 cm,				
Watergehalte bij drukhoogte -50 cm,				
Watergehalte bij drukh. -100 cm,				
Watergehalte bij herverz. -2.5 cm,				
Water tussen -10 en -50 cm,		0,25-0,35		

**Water-lucht huishouding
(3x Substraatvocht)**

Luchtgehalte bij uitlek,				
Watergehalte bij uitlek,				

Fractieverdeling

.... mm; (gew.)				
-----------------	--	--	--	--

Mechanische eigenschappen

Indrukbaarheid 2 kPa,				
Indrukbaarheid 10 kPa,				
Indrukbaarheid 20 kPa,				
Indrukbaarheid 150 kPa,				
Volumeverlies 2 kPa,				
Volumeverlies 10 kPa,				
Volumeverlies 20 kPa,				
Volumeverlies 150 kPa,				

Tabel A17 Fysische normen.

Parameter	Te laag	Advies	Te hoog	Opmerkingen
Gravimetrisch vochtgehalte (gew.)		0,50 - 0,75	>0,80	
Organische stof fractie	<0,15	>0,40		
Dichtheid van de vaste fase, kg m^{-3}				
Bulkdichtheid, kg m^{-3}		60 - 250		
Krimp		<0,25	>0,30	

Water-lucht huishouding

Poriënvolume (beschikbaar)		0,85 - 0,95		
Luchtgehalte bij drukhoogte -10 cm	<0,25	0,30 - 0,65	> 0,70	voorheen potgrondsoort 1 - 2
Watergehalte bij uitlek,				
Watergehalte bij drukhoogte -10 cm,	<0,15	0,35 - 0,65	>0,70	
Watergehalte bij drukhoogte -20 cm,				
Watergehalte bij drukhoogte -50 cm,				
Watergehalte bij drukh. -100 cm,				
Watergehalte bij herverz. -2.5 cm,				
Watertussen -10 en -50 cm,		0,20-0,30		

**Water-lucht huishouding
(3x Substraat-vocht)**

Luchtgehalte bij uitlek,				
Watergehalte bij uitlek,				

Fractieverdeling

.... mm; (gew.)				
-----------------	--	--	--	--

Mechanische eigenschappen

Indrukbaarheid 2 kPa,				
Indrukbaarheid 10 kPa,				
Indrukbaarheid 20 kPa,				
Indrukbaarheid 150 kPa,				
Volumeverlies 2 kPa,				
Volumeverlies 10 kPa,				
Volumeverlies 20 kPa,				
Volumeverlies 150 kPa,				

7.2 Richtwaarden voor chemische samenstelling

7.2.1 Algemene richtwaarden voor de samenstelling van substraatvocht

Niet gewasspecifiek

Bepaling	Lage voedingstoestand	Normale voedingstoestand	Hoge voedingstoestand
EC dS/m	1,4	2,0	4,0
NH ₄ mmol/l	<0,5	<0,5	<0,5
K	4	5	8
Na	<3	<5	<10
Ca	3	4,5	10
Mg	2	2,5	5
NO ₃ mmol/l	8	12	25
Cl	<3	<5	<10
SO ₄	1,75	3	5,75
P	0,5	1	1,5
Fe µmol/l	25	25	25
Mn	5	5	5
Zn	5	5	5
B	30	30	30
Cu	1	1	1
Mo	0,5	0,5	0,5

7.2.2 Richtwaarden voor venige substraten op basis van het 1 : 1.5 volume-extract

Bepaling	Onbemest	Licht bemest	Matig bemest	Zwaar bemest
EC dS/m	< 0,3	0,5	1,0	1,5
NO ₃ mmol/l	< 0,7	2,0	3,2	4,0
NH ₄	< 0,3	1,0	1,8	2,5
K	< 0,3	1,1	1,8	2,5
Na	< 1,7	<1,7	<1,7	<1,7
Ca *)	< 0,7	0,7	1,0	1,8
Mg	< 0,6	0,7	1,0	1,8
Cl	< 1,7	<1,7	<1,7	<1,7
SO ₄	< 0,9	0,9	1,2	1,5
P	< 0,13	0,5	0,75	1,0

*) Ca is relatief laag, omdat veel Ca wordt geadsorbeerd aan het adsorptiecomplex bij venige substraten en omdat bij de bereiding veelal CaCO₃ wordt toegevoegd, waaruit later nog Ca vrijkomt.

7.2.3 Maximaal toelaatbare waarden voor chemische bepalingen in water-extract

In bijgaande tabel zijn normen weergegeven voor chemische bepalingen in 1 : 1,5 volume-extract en 3 maal substraatvocht water-extracten. De normen zijn in drie klassen ingedeeld en lopen niet synchroon voor de verschillende bepalingen. Dus een gewas dat gevoelig is voor zout is niet altijd ook gevoelig voor bijvoorbeeld een hoog mangaangehalte. De gevoeligheid voor bepaalde elementen is niet voor alle gewassen bekend en kan dan ook niet worden ingevuld. Voor een aantal elementen zal bij hoge gehalten niet direct schade optreden door vergiftiging. Wel wordt bij hoge gehalten aan deze elementen de EC zodanig verhoogd dat zoutschade zal optreden. Dit is alleen het geval voor bepaalde hoofdelementen. Deze zijn gemerkt met een * in de tabel. Ook kan het voorkomen dat een element op zich niet schadelijk is, maar dat de opname van andere elementen gestoord wordt door een hoog gehalte van dat element. Dit is bijvoorbeeld het geval bij een onevenwichtige verdeling van de kationen, waarbij ook een hoog ammoniumgehalte een rol kan spelen. Dit laatste doet zich bijvoorbeeld weer voor als de nitrificatie in het substraat verstoord is. Ook een onevenwichtige verhouding tussen metaalpoorelementen kan de opname van deze elementen verstoren. Een hoog zinkgehalte zal bijvoorbeeld in veel gevallen eerder de ijzeropname verstoren dan zinkvergiftiging geven.

7.2.4 Richtlijnen voor maximaal toelaatbare gehalten in het 1:1,5 volume-extract en in extract 3*substraatvocht

Element	Gehalten in extract 3 * substraatvocht en in 1:1,5 volume-extract		
	Gevoelig	Matig gevoelig	Tolerant
EC, mS/cm	< 0,6	<1,2	<1,6
pH	4-9	4,9	4,9
NH ₄ , mmol/l	< 2	n.b.	n.b.
K, *) mmol/l	< 6	<6	<6
Na, mmol/l	< 1,7	<2,5	<3,5
Ca*), mmol/l	< 3	<6	<6
Mg*), mmol/l	< 3	<3	<3 *)
Cl, mmol/l	< 1,7	<2,5	<3,5
SO ₄ *), mmol/l	< 3	<6	<6
NO ₃ *), mmol/l	< 6	<6	<6
P, mmol/l	< 1,5	<1,5	<1,5
F, mmol/l	< 0,05	<0,05	<0,20
Br**) µmol/l	< 25		
Fe, µmol/l	< 20	<20	<40
Mn, µmol/l	< 3	<5	<10
Zn, µmol/l	< 6	<8	<10
B, µmol/l	< 10	<30	<40
Cu, µmol/l	< 3	<3	<3
Mo, µmol/l	n.b.	n.b.	n.b.

*) In deze gevallen geeft een hoog gehalte aan dit element niet direct overmaatverschijnselen. Zie verder bovenstaande tekst.
**) Voor bromide zijn alleen overmaatverschijnselen bekend bij anjer. Voor consumptiegewassen gelden echter normen uit het oogpunt van volksgezondheid. Hiervoor geldt dat het gehalte beneden 25 µmol/l moet zijn.
n.b.: niet bekend

7.3 Indeling gewassen naar zoutgevoeligheid en gevoeligheid voor vochtgehalte

7.3.1 Kamer-, kuip- en perkplanten

Gewaskeuze volgens lijst VBN 1996.

EC-gevoeligheid 1=gevoelig, 2=matig gevoelig, 3=tolerant.

Gewasnaam	EC-gevoelig (code 1-3)	L(ucht)gevoelig D(roogte)gevoelig N(ormaal)gevoelig (code L,D,N)	Teeltsysteem eb-vloed/capillaire mat (tabel substraatadvies)	Teeltsysteem regenleiding/ druppelaars (tabel substraatadvies)
Abutilon	2	N	A16	A7
Acacia	2	N	A16	A7
Acalypha	2	N	A16	A7
Achimenes	1	N	A16	A7
Acorus	2	N	A16	A7
Actiniopterus	2	N	A16	A7
Adenium	3	L	A8	A6
Adiantum	1	D	A6	A7
Aechmea	2	N	A16	A7
Aeonium	3	L	A8	A6
Aeschynanthus	1	N	A16	A7
Agapanthus	2	N	A16	A7
Agave	3	L	A8	A6
Ageratum	2	N	A16	A7
Aglaia	2	N	A16	A7
Aglaonema	2	N	A16	A7
Albizia	2	N	A16	A7
Allamanda	2	N	A16	A7
Alocasia	2	N	A16	A7
Aloe	3	L	A8	A6
Alpinia	2	N	A16	A7
Alsobia	1	N	A16	A7
Alyogine	2	N	A16	A7
Ampelopsis	2	N	A16	A7
Ananas	2	N	A16	A7
Andromeda	1	N	A16	A7
Anigozanthos	2	N	A16	A7
Anisodonteia	2	N	A16	A7
Anthurium	1	L	A8	A6
Antirrhinum	2	N	A16	A7
Aphelandra	2	N	A16	A7
Aptenia	2	L	A8	A6
Arachnioides	1	N	A16	A7
Araucaria	2	N	A16	A7
Archontophoenix	2	N	A16	A7
Ardisia	2	N	A16	A7
Areca	2			
Argyranthemum	3	N	A16	A7
Asclepias	2	L	A8	A6
Asparagus	2	N	1A6	A7
Aspidistra	2	N	A16	A7
Asplenium	1	N	A16	A7
Aster	2	N	A16	A7
Asteriscus	2	N	A16	A7

Gewasnaam	EC-gevoelig (code 1-3)	L(ucht)gevoelig D(roogte)gevoelig N(ormaal)gevoelig (code L,D,N)	Teeltsysteem eb-vloed/capillaire mat (tabel substraatadvies)	Teeltsysteem regenleiding/ druppelaars (tabel substraatadvies)
Astilbe	2	N	A16	A7
Aucuba	2	N	A16	A7
Azalia	2			
Bambusa	2	N	A16	A7
Basella	2	N	A16	A7
Beaucarnea	3	L	A8	A6
Begonia	2	N	A16	A7
Begonia (perkpl.)	2	N	A16	A7
Beloperone	2	N	A16	A7
Bidens	2	N	A16	A7
Billbergia	2	N	A16	A7
Blechnum	1	N	A16	A7
Bonsai-gewassen	1	N	A16	A7
Boronia	2	N	A16	A7
Bougainvillea	2	N	A16	A7
Bouvardia	2	N	A16	A7
Brachychiton	3	L	A8	A6
Brachyscome	2	L	A8	A6
Breynia	2	N	A16	A7
Browallia	2	N	A16	A7
Brunfelsia	2	N	A16	A7
Bulbine	2	N	A16	A7
Cactus-gewassen	3	L	A8	A6
Caladium	2	N	A16	A7
Calathea	2	N	A16	A7
Calceolaria	1	N	A16	A7
Calceolaria (perkpl.)	2	N	A16	A7
Callisia	2	N	A16	A7
Callistemon	2	N	A16	A7
Callistephus	2	L	A8	A6
Camellia	2	N	A16	A7
Campanula	2	N	A16	A7
Canna	2	N	A16	A7
Capsicum	2	N	A16	A7
Carex	2	N	A16	A7
Carmona	2	N	A16	A7
Caryota	2	N	A16	A7
Catharanthus	2	N	A16	A7
Cattleya	1	L	A8	A6
Celosia (perkpl.)	2	N	A16	A7
Celosia (potpl.)	2	N	A16	A7
Centaurea	2	N	A16	A7
Centradenia	2	N	A16	A7
Cereus	3	L	A8	A6
Ceropegia	3	L	A8	A6
Chamaecereus	3	L	A8	A6
Chamaedorea	2	N	A16	A7
Chamaerops	2	N	A16	A7
Chlorophytum	2	N	A16	A7

Gewasnaam	EC-gevoelig (code 1-3)	L(ucht)gevoelig D(roogte)gevoelig N(ormaal)gevoelig (code L,D,N)	Teeltsysteem eb-vloed/capillaire mat (tabel substraatadvies)	Teeltsysteem regenleiding/ druppelaars (tabel substraatadvies)
Chrysalidocarpus	2	N	A16	A7
Chrysothemis	1	N	A16	A7
Cissus	2	N	A16	A7
Citrofortunella	2	N	A16	A7
Cleome	2	N	A16	A7
Clerodendrum	2	N	A16	A7
Cleyera	2	N	A16	A7
Clivia	2	L	A8	A6
Clusia	2	N	A16	A7
Cocos	2	N	A16	A7
Codiaeum	2	N	A16	A7
Codonanthus	1	N	A16	A7
Coffea	1	N	A16	A7
Coleus	2	N	A16	A7
Columnea	1	N	A16	A7
Convollaria	2	N	A16	A7
Convolvulus	2	N	A16	A7
Coprosma	2	N	A16	A7
Cordyline	2	N	A16	A7
Corokia	2	N	A16	A7
Corynocarpus	2	N	A16	A7
Cousapoa	2	N	A16	A7
Crassula	3	L	A8	A6
Crinodendron	2	N	A16	A7
Crinum	2	N	A16	A7
Crossandra	2	N	A16	A7
Cryptanthus	2	N	A16	A7
Cryptomeria	1	N	A16	A7
Ctenante	2	N	A16	A7
Cuphea	2	N	A16	A7
Cupressus (Gold Crest)	2	N	A16	A7
Curcuma	2	N	A16	A7
Cycas	3	L	A8	A6
Cyclamen	2	N	A16	A7
Cymbidium	1	L	A8	A6
Cyperus	2	D	A6	A7
Cyrtomium	1	N	A16	A7
Cytisus	2	N	A16	A7
Dahlia	2	N	A16	A7
Datura	2	N	A16	A7
Davallia	1	N	A16	A7
Dendranthema	2	N	A16	A7
Dendrobium	1	L	A8	A6
Dianthus	2	N	A16	A7
Diascia	1	N	A16	A7
Dichorisandra	2	N	A16	A7
Dictyosperma	2	N	A16	A7
Didymochlaena	1	N	A16	A7
Dieffenbachia	2	N	A16	A7

Gewasnaam	EC-gevoelig (code 1-3)	L(ucht)gevoelig D(roogte)gevoelig N(ormaal)gevoelig (code L,D,N)	Teeltsysteem eb-vloed/capillaire mat (tabel substraatadvies)	Teeltsysteem regenleiding/ druppelaars (tabel substraatadvies)
Dimorphoteca	3	N	A16	A7
Dionaea	1	D	A6	A7
Dipladenia	2	N	A16	A7
Dischidia	3	L	A8	A6
Dizygotheca	2	N	A16	A7
Doropteris	1	D	A6	A7
Dorotheanthus	2	N	A16	A7
Dracaena	2	N	A16	A7
Drosera	1	D	A6	A7
Dryopteris	1	N	A16	A7
Duchesnea	2	N	A16	A7
Echeveria	3	L	A8	A6
Echinocactus	3	L	A8	A6
Eichornia	3	D	A6	A7
Elettaria	2	N	A16	A7
Epiphyllum	3	L	A8	A6
Epipremnum	2	N	A16	A7
Episcia	1	N	A16	A7
Erica	1	D	A6	A7
Erythrina	3	N	A16	A7
Eucalyptus	3	N	A16	A7
Eucomis	2	N	A16	A7
Euodia	2	N	A16	A7
Euonymus	2	N	A16	A7
Eupatorium	2	N	A16	A7
Euphorbia (succ.)	3	L	A8	A6
Euphorbia millii	3	N	A16	A7
Euphorbia pulcherrima	2	N	A16	A7
Euryops	2	N	A16	A7
Eustoma	2	N	A16	A7
Euterpe	2	N	A16	A7
Exacum	2	N	A16	A7
Fatshedera	2	N	A16	A7
Fatsia	2	N	A16	A7
Faucaria	3	L	A8	A6
Felicia	2	N	A16	A7
Ficus	2	N	A16	A7
Ficus (pumila)	1	N	A16	A7
Fittonia	1	N	A16	A7
Freesia	2	N	A16	A7
Fremontodendron	2	N	A16	A7
Fritillaria	2	N	A16	A7
Fuchsia	2	N	A16	A7
Galanthus	2	N	A16	A7
Gardenia	1	N	A16	A7
Gazania	2	N	A16	A7
Gerbera	2	N	A16	A7
Gesneria	1	N	A16	A7
Glechoma	2	N	A16	A7

Gewasnaam	EC-gevoelig (code 1-3)	L(ucht)gevoelig D(roogte)gevoelig N(ormaal)gevoelig (code L,D,N)	Teeltsysteem eb-vloed/capillaire mat (tabel substraatadvies)	Teeltsysteem regenleiding/ druppelaars (tabel substraatadvies)
Globba	2	N	A16	A7
Gloriosa	2	N	A16	A7
Gloxinia	1	N	A16	A7
Gomphrena	2	N	A16	A7
Grevillea	2	N	A16	A7
Guzmania	2	N	A16	A7
Gynura	2	N	A16	A7
Harpephyllum	2	N	A16	A7
Hatiora	3	L	A8	A6
Haworthia	3	L	A8	A6
Hebe	2	N	A16	A7
Hedera	2	N	A16	A7
Hedychium	2	N	A16	A7
Helianthus	2	N	A16	A7
Helichrysum	2	N	A16	A7
Heliconia	2	N	A16	A7
Heliotropium	2	N	A16	A7
Helleborus	2	N	A16	A7
Hemigraphis	2	N	A16	A7
Hemionitis	1	N	A16	A7
Hibiscus	2	N	A16	A7
Hippeastrum	2	N	A16	A7
Hohenbergia	2	N	A16	A7
Homalomena	2	N	A16	A7
Howea	2	N	A16	A7
Hoya	2	L	A8	A6
Hyacinthus	2	N	A16	A7
Hydnophytum	3	L	A8	A6
Hydrangea (blauw)	2	N	A16	A7
Hydrangea (roze)	2	N	A16	A7
Hymenocallis	2	N	A16	A7
Hypoestes	2	N	A16	A7
Impatiens	2	N	A16	A7
Ipomoea	2	N	A16	A7
Iresine	2	N	A16	A7
Ismene	2	N	A16	A7
Ixora	1	N	A16	A7
Jacaranda	2	N	A16	A7
Jacobinia	2	N	A16	A7
Jasminum	2	N	A16	A7
Jatropha	3	L	A8	A6
Juanulloa	2	N	A16	A7
Kalanchoe	2	N	A16	A7
Kochia	2	N	A16	A7
Kohleria	1	N	A16	A7
Laccospadix	2	N	A16	A7
Lagerstroemia	2	N	A16	A7
Lantana	2	N	A16	A7
Laurus	2	N	A16	A7

Gewasnaam	EC-gevoelig (code 1-3)	L(ucht)gevoelig D(roogte)gevoelig N(ormaal)gevoelig (code L,D,N)	Teeltsysteem eb-vloed/capillaire mat (tabel substraatadvies)	Teeltsysteem regenleiding/ druppelaars (tabel substraatadvies)
Leea	2	N	A16	A7
Leptospermum	2	N	A16	A7
Leucothoe	2	N	A16	A7
Licuala	2	N	A16	A7
Liriope	2	N	A16	A7
Livistona	2	N	A16	A7
Lobelia	2	N	A16	A7
Lobularia	2	N	A16	A7
Ludisia	1	L	A8	A6
Lysimachia	2	N	A16	A7
Malpighia	3	L	A8	A6
Mammillaria	3	L	A8	A6
Manettia	2	N	A16	A7
Maranta	2	N	A16	A7
Mascarena	2	N	A16	A7
Medinilla	2	N	A16	A7
Metrosideros	2	N	A16	A7
Microcoelum	1	N	A16	A7
Microlepia	1	N	A16	A7
Mikania	2	N	A16	A7
Miltonia	1	L	A8	A6
Mirabilis	2	N	A16	A7
Monstera	2	N	A16	A7
Muehlenbeckia	2	N	A16	A7
Murraya	2	N	A16	A7
Musa	2	N	A16	A7
Muscari	2	N	A16	A7
Myosotis	2	N	A16	A7
Myrmecodia	2	L	A8	A6
Myrtus	2	N	A16	A7
Nandina	2	N	A16	A7
Nautilocalyx	1	N	A16	A7
Nematanthus	1	N	A16	A7
Nemesia	2	N	A16	A7
Neodopsis	2	N	A16	A7
Neoregelia	2	N	A16	A7
Nepenthes	2	N	A16	A7
Nephrolepis	2	N	A16	A7
Nerium	3	N	A16	A7
Nertera	1	N	A16	A7
Nicotiana	2	N	A16	A7
Olearia	3	N	A16	A7
Oncidium	1	L	A8	A6
Operculicarya	3	N	A16	A7
Ophiopogon	2	N	A16	A7
Opuntia	3	L	A8	A6
Osmoxylon	2	N	A16	A7
Osteospermum	2	N	A16	A7
Oxalis	2	N	A16	A7

Gewasnaam	EC-gevoelig (code 1-3)	L(ucht)gevoelig D(roogte)gevoelig N(ormaal)gevoelig (code L,D,N)	Teeltsysteem eb-vloed/capillaire mat (tabel substraatadvies)	Teeltsysteem regenleiding/ druppelaars (tabel substraatadvies)
Pachira	2	N	A16	A7
Pachypodium	2	L	A8	A6
Pachystachys	2	N	A16	A7
Pandanus	2	N	A16	A7
Pandorea	2	N	A16	A7
Paphiopedilum	1	L	A8	A6
Parthenocissus	2	N	A16	A7
Passiflora	2	N	A16	A7
Pedilanthus	2	L	A8	A6
Pelargonium (perkpl.)	3	N	A16	A7
Pelargonium (potpl.)	3	N	A16	A7
Pellaea	1	N	A16	A7
Penstemon	2	N	A16	A7
Peperomia	2	N	A16	A7
Petunia	2	N	A16	A7
Phalaenopsis	1	L	A8	A6
Philodendron	2	N	A16	A7
Phlebodium	1	N	A16	A7
Phoenix	3	N	A16	A7
Phormium	2	N	A16	A7
Phygellus	2	N	A16	A7
Phyllanthus	2	N	A16	A7
Pilea	1	N	A16	A7
Pinus (Silver Crest)	2	N	A16	A7
Pisonia	2	N	A16	A7
Pistia	2	D	A6	A7
Pittosporum	2	N	A16	A7
Platynerium	1	N	A16	A7
Plectranthus	2	N	A16	A7
Plumbago	2	N	A16	A7
Podocarpus	2	N	A16	A7
Pogonatherum	2	N	A16	A7
Polyscias	2	N	A16	A7
Portulaca	2	L	A8	A6
Primula (obconica)	1	N	A16	A7
Primula (vulgaris)	2	N	A16	A7
Prostanthera	2	N	A16	A7
Pseudopanax	2	N	A16	A7
Pteris	1	N	A16	A7
Punica	2	N	A16	A7
Radermachera	2	N	A16	A7
Ranunculus	2	N	A16	A7
Ravenea	2	N	A16	A7
Rebutia	3	L	A8	A6
Reinwardtia	2	N	A16	A7
Rhapis	2	N	A16	A7
Rhipsalidopsis	3	L	A8	A6
Rhipsalis	3	L	A8	A6
Rhodochiton	2	N	A16	A7

Gewasnaam	EC-gevoelig (code 1-3)	L(ucht)gevoelig D(roogte)gevoelig N(ormaal)gevoelig (code L,D,N)	Teeltsysteem eb-vloed/capillaire mat (tabel substraatadvies)	Teeltsysteem regenleiding/ druppelaars (tabel substraatadvies)
Rhododendron	1	N	A16	A7
Rhoeo	2	N	A16	A7
Rhopalostylis	2	N	A16	A7
Rivina	2	N	A16	A7
Rochea	3	L	A8	A6
Rosa	2	N	A16	A7
Roscoea	2	N	A16	A7
Ruellia	2	N	A16	A7
Sageretia	2	N	A16	A7
Saintpaulia	1	N	A16	A7
Salpiglossis	2	N	A16	A7
Salvia	2	N	A16	A7
Sansevieria	3	L	A8	A6
Sarracenia	1	D	A6	A7
Saxifraga	2	N	A16	A7
Scadoxus	2	N	A16	A7
Scaevola	2	N	A16	A7
Schefflera	2	N	A16	A7
Schismatoglossis	2	N	A16	A7
Schizanthus	2	N	A16	A7
Schlumbergera	3	L	A8	A6
Scindapsus	2	N	A16	A7
Scirpus	2	N	A16	A7
Scutellaria	2	N	A16	A7
Sedum	3	L	A8	A6
Selaginella	1	D	A6	A7
Senecio	2	N	A16	A7
Senecio (succ.)	3	L	A8	A6
Serissa	2	N	A16	A7
Siderasis	2	N	A16	A7
Sinningia	1	N	A16	A7
Solanum	2	N	A16	A7
Soleirolia	1	N	A16	A7
Sparmannia	2	N	A16	A7
Spathiphyllum	2	N	A16	A7
Stephanotis	2	N	A16	A7
Streptocarpus	1	N	A16	A7
Strobilanthus	2	N	A16	A7
Stromanthe	2	N	A16	A7
Sutera	2	N	A16	A7
Synadenium	3	L	A8	A6
Syngonium	2	N	A16	A7
Tagetes	2	N	A16	A7
Tanacetum	2	N	A16	A7
Tecomaria	2	N	A16	A7
Tetranema	2	N	A16	A7
Thevetia	2	N	A16	A7
Thunbergia	2	N	A16	A7
Tibouchina	2	N	A16	A7

Gewasnaam	EC-gevoelig (code 1-3)	L(ucht)gevoelig D(roogte)gevoelig N(ormaal)gevoelig (code L,D,N)	Teeltsysteem eb-vloed/capillaire mat (tabel substraatadvies)	Teeltsysteem regenleiding/ druppelaars (tabel substraatadvies)
Tillandsia	2	N	A16	A7
Tolmiea	2	N	A16	A7
Torenia	2	N	A16	A7
Tradescantia	2	N	A16	A7
Trevesia	2	N	A16	A7
Triplochlamys	2	N	A16	A7
Tupidanthus	2	N	A16	A7
Vallota	2	N	A16	A7
Veltheimia	2	N	A16	A7
Verbena	2	N	A16	A7
Viola	2	N	A16	A7
Vriesea	1	N	A16	A7
Vuylstekeara	1	L	A8	A6
Washingtonia	2	N	A16	A7
Yucca	3	L	A8	A6
Zamia	3	L	A8	A6
Zamioculcas	2	N	A16	A7
Zantedeschia	2	N	A16	A7
Zebrina	2	N	A16	A7

7.3.2 Snijbloemgewassen

Gewasnaam	EC-gevoelig (code 1-3)	L(ucht)gevoelig D(roogte)gevoelig N(ormaal)gevoelig (code L,D,N)	Teeltsysteem eb-vloed/capillaire mat (tabel substraatadvies)	Teeltsysteem regenleiding/ druppelaars (tabel substraatadvies)
Alstroemeria	2	-	A4	A3,5 *
Anemoon	2	-	A4	A3,5 *
Anjer	3	-	A4	A3,5 *
Anthurium	1	-	A4	A3,5 *
Bouvardia	3	-	A4	A3,5 *
Cymbidium	1	-	A4	A3,5 *
Dendranthema	3	-	A4	A3,5 *
Euphorbia fulgens	3	-	A4	A3,5 *
Freesia	3	-	A4	A3,5 *
Hippeastrum	2	-	A4	A3,5 *
Gerbera	2	-	A4	A3,5 *
Gypsophila	3	-	A4	A3,5 *
Roos	2	-	A4	Z3,5 *
Tulp	2	-	A4	A3,5 *
Opkweek jonge planten (gezaaid)	1	-	-	A1
Opkweek jonge planten (gestekt)	2	-	-	A2
Opkweek jonge planten (weefselkweek)	1	-	-	-
Moerplanten	2	-	A4	A3,5 *

* = bij gebruik van matten als teeltsysteem

7.3.3 Boomkwekerijgewassen

Gewasnaam	EC-gevoelig (code 1-3)	L(ucht)gevoelig D(roogte)gevoelig N(ormaal)gevoelig (code L,D,N)	Teeltsysteem eb-vloed/capillaire mat (tabel substraatadvies)	Teeltsysteem regenleiding/ druppelaars tabel (substraatadvies)
Acer palm. Atropurpureum	2	L	A9	A8
Chamaecyparis laws. Columnaris	3	-	A9	A8
Chamaecyparis laws. Golden Wonder	3	-	A9	A8
Ligustrum ovalifolium	3	N	A8	A7
Magnolia kobus	2	L	A9	A8
Magnolia soulangiana	2	L	A9	A8
Prunus laurocerasus	1	L	A9	A9
Rhododendron molle	1	D	A9	A6
Rhododendron Palestrina	1	D	A9	A6
Viburnum rhytidophyllum	3	N	A9	A9

7.3.4 Groentegewassen

Gewasnaam	EC-gevoelig (code 1-3)	L(ucht)gevoelig D(roogte)gevoelig N(ormaal)gevoelig (code L,D,N)	Teeltsysteem eb-vloed/capillaire mat (tabel substraatadvies)	Teeltsysteem regenleiding/ druppelaars tabel (substraatadvies)
Aardbei ✓	2	-	-	A16
Aubergine ✓	2	L	-	A12
Boon ✓	1	N	-	A11
Komkommer ✓	2	L	-	A12
Meloen ✓	3	N	-	A11
Paprika	2	L	-	A12
Radijs ✓	3	-	-	-
Sla ✓	2	-	-	A13
Tomaat	3	N	-	A11
Opkw. gezaaide planten	2	-	-	A1

7.3.5 zaai-, stek en moerplanten voor snijbloemen en pot- en perkplanten

- Gewassen die voor de teelt als gevoelig zijn ingedeeld, worden voor zaaien, stekken en moerplanten óók als gevoelig ingedeeld
- Gewassen die voor de teelt als matig gevoelig zijn ingedeeld, worden voor zaaien, stekken en moerplanten als gevoelig ingedeeld
- Gewassen die voor de teelt als tolerant zijn ingedeeld, worden voor zaaien, stekken en moerplanten als matig gevoelig ingedeeld

7.4 Indeling gewassen naar fluoridegevoeligheid

Fluoridegevoelige snijbloem-gewassen

Niet van alle onderstaande gewassen écht bekend;
 allemaal éénzaadlobbigen uit één groep families:
 'lelie'achtigen en palmen
 lelie-, iris- en amaryllisachtigen,
 vandaar een opsomming van alle geteelde gewassen uit deze groep families.

Allium
 Eucharis
 Freesia
 Gloriosa
 Crocosmia (Montbretia)
 Gladiol
 Hippeastrum (Amaryllis)
 Iris
 Ixia
 Lelie
 Narcis
 Nerine
 Ornithogalum
 Vallota
 Watsonia

Fluoridegevoelige potplanten

Van weinig gewassen écht bekend
 Zijn alle éénzaadlobbigen:

Cordyline
 Chlorophytum
 Dracaena
 Yucca
 Chaemedorea
 Chrysalidocarpus (Areca)

Fluoridegevoelige boomteeltgewassen

Hypericum

7.5 Boriumovermaat

Uit de literatuur is slechts voor een aantal gewassen bekend in hoeverre zij gevoelig zijn voor boriumovermaat:

- gevoelig: Roos, chrysant, aardbei;
- matig gevoelig: anjer
- tolerant: Gerbera, aubergine, paprika

7.6 Fytosanitaire richtlijnen

7.6.1 Nieuwe substraten

Regelmatig worden nieuwe substraten aangeboden. Deze kunnen van zowel organische- als anorganische samenstelling zijn. Met name de substraten van organische samenstelling kunnen ziektekiemen bevatten die, in een later stadium, in het gewas ernstige schade kunnen veroorzaken.

Met een substraat kunnen in het gewas worden geïntroduceerd:

schimmels, bacteriën, aaltjes, insecten, virussen en onkruiden.

De herkomst, winning- en transportmethoden bepalen of en in welke mate spraken is van een reëel fyto-sanitair gevaar voor de gebruiker van het substraat.

Gevaar van parasitaire organismen

Schimmels en bacteriën: het substraat op zich zal veelal niet verontreinigd zijn met schimmels of bacteriën. Meestal zijn nog aanwezige, niet geheel verteerde, delen van planten die door een ziekte zijn aangetast, verantwoordelijk voor de infectie van het substraat. Een uitzondering moet hierbij worden gemaakt voor rustvormen (o.a. sclerotia) van bepaalde plantenparasitaire schimmels die gedurende vele jaren een gevaar blijven vormen.

Aaltjes: in meerdere substraten kunnen van origine plantenparasitaire aaltjes voorkomen. Al een enkel exemplaar kan in korte tijd zoveel nakomelingen opleveren dat ernstige schade ontstaat. Dit geldt vooral voor wortelknobbel- en cyste-aaltjes. Sommige soorten kunnen ook zonder waardplant lang in leven blijven. Naast directe schade aan het gewas kunnen sommige soorten virusziekten overdragen.

Diepte van de winning van het substraat biedt niet in alle gevallen een garantie aangezien aaltjes dieper voor kunnen komen als de bewortelingsdiepte.

Insecten: in substraten kunnen zich stadia van zowel inheemse- als uitheemse insteken bevinden. Onder kasomstandigheden zullen sommige soorten zich snel kunnen vermeerderen en schadelijk gaan optreden.

Insecten veroorzaken directe schade, terwijl sommige soorten virusziekten kunnen overbrengen.

Virussen: een aantal virusziekten kan, gebonden aan niet verteerde plantedelen, schimmeldraden, aaltjes of insecten in het substraat aanwezig zijn en in een later stadium alsnog tot schade leiden.

Sommige virussen blijken ook zeer temperatuur- en/of droogte tolerant.

Onkruiden: zaden van meerdere onkruiden kunnen hun kiemkracht zeer lang behouden en met het substraat in de teeltfase terechtkomen. Naast esthetische verontreiniging die leidt tot extra arbeid kunnen zij concurrentie veroorzaken, waardplant zijn van een aantal virusziekten en bepaalde, in de teelt ongewenste insecten, aantrekken.

Fyto-sanitaire eisen voor nieuwe substraten

Gebruikers van substraten moeten er op kunnen vertrouwen dat door aanschaf van het substraat geen schadelijke organismen in de bedrijfsvoering terechtkomen.

Bepaalde landen stellen fyto-sanitaire eisen ten aanzien van producten welke soms worden toegevoegd aan substraten. Men dient van deze eisen op de hoogte te zijn.

Het product mag geen, voor planten, schadelijke chemische verbindingen bevatten.

Hoe aan de eis te voldoen?

- A.** Alvorens met de productie/winning van het substraat aan te vangen moet door middel van onderzoek ter plaatse, verricht door een daartoe aangewezen instantie worden aangegeven dat in alle redelijkheid geen sprake is van de aanwezigheid van plantenparasitaire organismen.
- B.** Zodra met de winning/productie wordt aangevangen moeten zodanige maatregelen worden getroffen dat omgevingsinvloeden niet leiden tot besmetten van het substraat. In sommige substraten kunnen eventueel aanwezige ziekteverwekkers worden gedood door een tijdelijke verhoging van de temperatuur. De hoogte van de temperatuur is afhankelijk van het te doden organisme. In bepaalde gevallen kan tevens door middel van doorstraling met kobaltstraling een volledige doding van alle ziektekiemen worden verkregen.
- C.** Teneinde herinfectie van het schone product te voorkomen dient dit direct:
- in schoon verpakkingsmateriaal te worden verpakt
 - op een zodanige wijze te worden opgeslagen dat inwaaien van onkruidzaden wordt voorkomen. Tevens dient er sprake te zijn van een ondergrond vrij van plantenparasitaire organismen.
- Bij los transport dient het vervoermiddel, alvorens te worden beladen, door middel van een hogedrukreiniger te worden gereinigd.
- Transportmiddelen waarin een aantal, in 7.5.2 nader omschreven producten zijn vervoerd, mogen niet worden gebruikt voor het transport van substraten ten behoeve van de teelt van planten.
- N.B.** Het verdient aanbeveling het nieuwe product de eerste tijd, met name op fytosanitair gebied nauwlettend te volgen.

7.6.2. Bestaande substraten

HARDHOUTMOT (MERANTI, MERBAU)

Organisme	Opmerkingen
Bacterie	Geen potentiële gevaren bekend
Schimmel	Geen potentiële gevaren bekend
Virus	Geen potentiële gevaren bekend
Aaltjes	Geen potentiële gevaren bekend
Insecten	Geen potentiële gevaren bekend.
Onkruiden	Door inwaaien kunnen onkruidzaden in het product terecht komen. Door het product op een onbedekte bodem te leggen en bij verwerking deze bodem gedeeltelijk mee te nemen (shovels), zal een besmetting met onkruidzaden mogelijk zijn.
Eisen	Alleen gebruik van fytosanitair schoon materiaal (vrij van onkruidzaden, insecten, ziektekiemen).
Aanbeveling	In verband met schade door fenolachtige verbindingen mag, na goedkeuring van het product, niet meer dan 20 hardhoutmot in potgronden worden verwerkt.
N.B.	In ons land inheemse insecten kunnen in dit, niet volledig verteerde, materiaal een massale ontwikkeling vertonen. Bijvoorbeeld: - Cerotelion lineatus - mug (zeer irritant voor mensen), - Philontus sp. - kortschildkevers (vreten aan delen van planten).

HOUTVEZEL

Organisme	Opmerkingen
Bacterie	Geen problemen te verwachten
Schimmel	Zie bacterie,
Virus	Zie bacterie,
Aaltjes	Geen potentiële gevaren bekend
Insecten	Geen potentiële gevaren bekend
Onkruiden	Omdat er bij de productie van houtvezels (vermalen) hoge temperaturen in de materialen worden bereikt zullen naar alle waarschijnlijkheid geen problemen te verwachten zijn als ook inwaaien van onkruidzaden tijdens opslag wordt voorkomen.
Eis	Alleen gebruik van fytosanitair schoon materiaal (vrij van kiemkrachtige onkruidzaden, insecten en ziektekiemen).
N.B.	Inheemse insecten kunnen in dit, niet volledig verteerde, materiaal een massale ontwikkeling vertonen. B.v.: - Cerotelion lineatus mug (zeer irritant voor mensen), - Philontus sp. kortschildkevers (vreten aan sappige delen van planten).

NAALD- EN POPULIERENHOUT (SCHORS, WITHOUTMOT)

Organisme	Opmerkingen
Bacterie	Geen problemen te verwachten
Schimmel	Armillaria sp. - honingzwam I.v.m. het voorkomen van een aantal gevaarlijke schimmelziekten mag geen bast van populier uit de landen van het Amerikaanse vasteland worden geïmporteerd.
Virus	Geen potentiële gevaren bekend.
Aaltjes	Bursaphelenchus xilophilus - een quarantaine organisme. Dit aaltje is alleen bekend van naaldhout buiten Europa. Bast van coniferen van buiten Europa mag dus niet worden geïmporteerd.
Insecten	Er kunnen insecten met het materiaal meekomen, zowel in adult, pop of ei-fase, die naderhand onder kasomstandigheden schadelijk kunnen worden.
Onkruiden	Door inwaaien kunnen onkruidzaden in het product terechtkomen. Door het product op een onbedekte bodem te leggen, en bij verwerking deze bodem gedeeltelijk mee te nemen (shovels) zal een besmetting met onkruidzaden mogelijk zijn.
Eisen	Alleen gebruik van fytosanitair schoon materiaal (vrij van onkruidzaden, insecten en ziektekiemen). Voor "mot" moet aangetoond worden dat tijdens het composteringsproces een temperatuur van minimaal 75°C is bereikt. Withoutmot mag niet worden toegepast als toeslag stof in potgrond van boomkwekerijgewassen.
N.B.	Insecten, inheems in ons land, kunnen in dit, niet volledig verteerde materiaal, een massale ontwikkeling vertonen. Bijvoorbeeld: - Cerotelion lineatus - mug (zeer irritant voor mensen) - Philontus sp. - kortschildkevers (vreten aan sappige delen van planten).

KLEI EN LEEM

Organisme	Opmerkingen
Bacterie	Geen potentiële gevaren bekend
Schimmel	Bij ondiepe winning kans op <i>Verticillium</i> sp. in wortelresten van diepwortelende onkruiden.
Virus	Geen potentiële gevaren bekend, m.u.v. indirecte besmetting als b.v. aaltjes die virus kunnen overbrengen aanwezig zijn; o.a. <i>Longidorus leptocephalus</i> .
Aaltjes	Aanwezig kunnen zijn de planetenparasitaire aaltjes: <i>Pratylenchus penetrans</i> , <i>Meloidogyne naasi</i> , <i>Longidorus leptocephalus</i> , <i>Pratylenchus crenatus</i> , <i>Pratylenchus fallax</i> , <i>Tylenchorhynchus</i> spp, <i>Rotylenchus</i> spp.
Insecten	Geen potentiële gevaren bekend
Onkruiden	Onkruidzaden kunnen door onzorgvuldig werken en inwaaien in het materiaal terecht komen. De soorten zijn afhankelijk van het winningsgebied en voorafgaande benutting van het perceel. Vaak zuring, composieten en grassen.
Eis	Alleen gebruik van fytosanitair schoon materiaal (vrij van kiemkrachtige zaden en ziektekiemen). Alleen klei en leem dat vergraven wordt onder grasland en dat minimaal 10 jaar grasland is geweest komt in aanmerking.
Aanbeveling	Door zorgvuldig te werken moet het mogelijk zijn om schoon materiaal te produceren. - materiaal moet minimaal 1 meter onder het maaiveld worden gewonnen, - gescheiden aan- en afvoer op perceel, - bemonsteren op aanwezigheid van planetenparasitaire aaltjes voordat met de winning van het product wordt begonnen.

KOKOS

Organisme	Opmerkingen
Bacterie	Geen problemen te verwachten <i>Salmonella</i> en <i>E.Coli</i> (Alleen UK kent normen)
Schimmel	<i>Phytophthora palmivora</i> , een bodemschimmel die geen problemen oplevert zolang contact met de ondergrond wordt vermeden. <i>Ceratocystis paradoxa</i> <i>Lasiodiplodia theobromae</i>
Virus	Zeer kleine kans op introductie van coconut cadang cadang viroïde (alleen vertegenwoordigers uit de palmenfamilie kunnen worden aangetast).
Aaltjes	Product is van nature vrij van planten parasitaire aaltjes maar zal bij aanraking met de bodem besmet kunnen raken met tal van aaltjessoorten. Met goed gedroogd materiaal geen probleem te verwachten omdat aaltjes veelal slecht tegen uitdroging kunnen.
Insecten	Er kunnen insecten met het materiaal meekomen, zowel in adult, pop of ei-fase, die naderhand onder kasomstandigheden schadelijk kunnen worden.
Onkruiden	Door inwaaien kunnen onkruidzaden in het product terechtkomen. Door het product op een onbedekte bodem te leggen, en bij verwerking deze bodem gedeeltelijk mee te nemen (shovels) zal een besmetting met onkruidzaden mogelijk zijn. Deze, tropische onkruiden, kunnen besmet zijn met één of meerdere zaadoverdraagbare virussen.

- Eis** Alleen gebruik van fytosanitair schoon materiaal (vrij van kiemkrachtige onkruidzaden, insecten en ziektekiemen).
- Aanbeveling** Opslag dient zo te gebeuren dat het materiaal geen contact kan maken met de bodem. Inwaaien van onkruidzaden moet onmogelijk zijn. Dit zou kunnen betekenen dat alleen de productie (opslag) in overdekte ruimten kan plaatsvinden.
- N.B.** Ook insecten uit ons land kunnen in dit, niet volledig verteerde, materiaal een massale ontwikkeling vertonen. Bijvoorbeeld:
- Cerotelion lineatus - mug (zeer irritant voor mensen,
 - Philontus sp. - kortschildkevers (vreten aan sappige delen van planten).

LAVA

Organisme Opmerkingen

- Bacterie** Geen potentiële gevaren bekend
- Schimmel** Geen potentiële gevaren bekend
- Virus** Geen problemen te verwachten
- Aaltjes** Gevaar voor besmetting als:
- winning plaatsvindt onder bouwland waar akkerbouw heeft plaatsgevonden.
 - onzorgvuldige winning- en verwerkingsmethode.
 - bij opslag, contact met de ondergrond.
- Insecten** Geen problemen te verwachten
- Onkruiden** Door inwaaien kunnen onkruidzaden in het product terecht komen. Door het product op een onbedekte bodem te leggen, en bij verwerking deze bodem gedeeltelijk mee te nemen (shovels), zal een besmetting met onkruidzaden mogelijk zijn. Deze onkruiden kunnen besmet zijn met een of meerdere zaad-overdraagbare virussen.
- Eisen** Alleen gebruik van fytosanitair schoon materiaal (vrij van kiemkrachtige zaden, insecten en ziektekiemen).
- Aanbeveling** Er moet voor gezorgd worden dat tijdens de opslag van het materiaal geen verontreiniging met ongewenste zaken kan plaatsvinden.

PUIMSTEEN**Organisme****Opmerkingen****Bacterie**

Geen potentiële gevaren bekend.

Schimmel

Geen potentiële gevaren bekend.

Virus

IJslandse puimsteen: geen gevaar aanwezig

Duits puimsteen: indien het materiaal niet goed gezeefd en gewassen is bestaat er kans op indirecte besmetting met planetenparasitaire aaltjes. Vooral ook omdat materiaal onder bouwland gewonnen wordt.

Longidorus leptcephalus.

Aaltjes

IJslandse puimsteen: voor zover bekend geen gevaar aanwezig.

Duits puimsteen: een groot gevaar van besmetting als:

- winning plaatsvindt onder bouwland waar akkerbouw heeft plaatsgevonden,
- onzorgvuldige winning- en verwerkingsmethode.

Besmetting kan bestaan uit de planetenparasitaire aaltjes: *Pratylenchus penetrans*, *Meloidogyne neasi*, *Longidorus leptcephalus*, *Pratylenchus crenatus*, *Pratylenchus fallax*, *Tylenchorhynchus* spp, *Rotylenchus* spp.¹

Insecten

Geen potentiële gevaren bekend

Onkruiden

Onkruidzaden kunnen door onzorgvuldig werken en inwaaien in het materiaal terecht komen. De soorten zijn afhankelijk van het winningsgebied en voorafgaande benutting van het perceel. Vaak zuring, composieten en grassen.

IJslandse puimsteen: geen verontreinigingen bekend.

Duits puimsteen: ook vanwege winning- en verwerkingsmethode, bestaat een groot risico.

Eis

Alleen gebruik van fytosanitair schoon materiaal (vrij van kiemkrachtige zaden en ziektekiemen).

Aanbeveling

IJslandse puimsteen kan aan de eisen voldoen. Er moet voor gezorgd worden dat tijdens de opslag van dit materiaal geen verontreiniging met ongewenste zaken kan plaatsvinden. In Duits, gewassen, puimsteen bestaat er een geringe kans dat ondanks getroffen voorzorgsmaatregelen toch nog verontreinigingen gevonden worden (aaltjes).

RIJSTEKAF**Organisme****Opmerkingen****Bacterie**

Geen potentiële gevaren bekend

Schimmel

Geen potentiële gevaren bekend

Virus

Behoudens het rice stripe necrosis virus dat alleen rijst aantast en overgebracht wordt door de schimmel *Polymyxa graminis*, geen potentiële gevaren bekend.

Aaltjes

Aphelenchoides besseyi, een quarantaine-organisme. Dit aaltje is al meerdere malen gevonden op rijstekaf in Nederland.

Insekten

Geen potentiële gevaren bekend.

Onkruiden

Geen gevallen bekend van onkruidzaden besmetting in dit materiaal. Wel zijn gevallen bekend van de ontkieming van rijstplanten in potplantenteelten.

Eisen

Er mag alleen rijstekaf gebruikt worden dat via het par-boil productieproces verkregen wordt. Alleen gebruik van fytosanitair schoon materiaal (vrij van kiemkrachtige zaden, insecten en ziektekiemen).

Aanbeveling

Alleen van fabrieken afkomstig waar geen andere rijstverwerking plaatsvindt dan het par-boil proces.

Rijstzaden, kaf of kafresten mogen niet voorkomen in aanhangend groeimedium met bestemming: Australië, Dominica, India, Japan, Maleisië, Taiwan.

N.B.

In ons land inheemse insecten kunnen in dit, niet volledig verteerde, materiaal een massale ontwikkeling vertonen. Bijvoorbeeld:

- *Cerotelion lineatus* - mug (zeer irritant voor mensen),
- *Philonthus* sp. - kortschildkevers (vreten aan delen van planten).

8. SUBSTRAAT NA DE TEELT

Na de teelt kan er voor het substraat een bestemming gezocht worden. Uiteraard is het verstandig om bij aanvang van de teelt rekening te houden met de hierna te noemen mogelijkheden.

Organische substraten kunnen soms worden afgezet als zwarte grond (een mengsel van bodembestanddelen en bewerkte organische afvalstoffen) of compost. Zwarte grond en compost mogen echter alleen als meststof worden vervoerd en verhandeld als het gehalte aan zware metalen beneden bepaalde grenswaarden blijft. Voor compost geldt bovendien dat het gehalte aan organische stof ten minste 20% op de droge stof moet bedragen. De kwaliteit van de grondstoffen moet zodanig zijn dat aan deze eisen wordt voldaan. In tabel 8.1 staan de grenswaarden voor zwarte grond, in tabel 8.2 staan de grenswaarden voor compost.

Indien een tuinder zijn organisch substraat als zwarte grond of compost naar andere bedrijven wil afvoeren dient men in het bezit te zijn van benodigde vergunningen en geldige vervoersdocumenten. Meer informatie hierover is verkrijgbaar bij Bureau Heffingen in Assen en bij de afdeling milieu(vergunningen) van de gemeente waarin het bedrijf gevestigd is.

Indien het organisch substraat niet aan de eisen voldoet, is het organisch afval dat men volgens de daarvoor geldende regels dient af te voeren.

Tabel 8.1 Formules voor het berekenen van de eisen voor zwarte grond bij verschillende lutum- en humusgehalten

Metaal	Eis voor zwarte grond, L=Lutumgehalte en H=Humusgehalte in %
Cd	$0,4+0,007 \cdot (L+H)$
Cu	$15+0,6 \cdot (L+H)$
Ni	$10+L$
Pb	$50+L+H$
Zn	$50+1,5 \cdot (2L+H)$
Cr	$50+2 \cdot L$
Hg	$0,2+0,0017 \cdot (2L+H)$
As	$15+0,4 \cdot (L+H)$

Monsternamen en analyse is volgens
BOOM-besluit (Staatsblad 86, 1998)

Anorganische substraten zijn mogelijk geschikt als grond, schone grond of bouwstof. In het Bouwstoffenbesluit, staatsblad 1995, 567, dd 30 november 1995 (uitgegeven door Min. VROM) wordt omschreven waaraan een bouwstof, schone grond en grond, moet voldoen wil het als zodanig gebruikt mogen worden. Afzet als schone grond is mogelijk voor een substraat niet zo van toepassing, omdat dat alléén voor zogenoemde 'schoon grond verklaringen' gebruikt wordt. Het gebruik als grond en bouwstof komt het meest in aanmerking. Daarvoor mag het gehalte van een aantal componenten (zie tabel 7.3) niet hoger zijn dan de zogenoemde samenstellingswaarden.

Monsternamen, voorbereiding van de monsters en analyse gebeurt volgens respectievelijk NEN 7300, 7310 en 7330.

De samenstellingswaarden worden in de tabellen gegeven voor de standaardgrond, dat is een grond met 25 % lutum en 10 % humus. Voor gronden met een ander lutum- en of humusgehalte moet de samenstellingswaarde worden berekend, uitgaande van de standaardgrond en correcties voor lutum en humus. De formules daarvoor zijn in het bouwstoffenbesluit opgenomen. Ook mag de grond/bouwstof niet te veel stoffen emitteren. Deze emissie wordt dan gezien als een immissie in de daarnaast en/of onderliggende materialen. In tabel 7.3 wordt de maximaal toegestane immissie gegeven. Deze immissie kan in het laboratorium worden bepaald met uitloogproeven en omrekeningen volgens NEN 7340.

Tabel 8.2. Normen voor GFT-compost met KIWA-certificaat, voor schone compost, voor zeer schone compost en voor zwarte grond. Voor zwarte grond is de grond weergegeven met 0% lutum en 15% organische stof. Voor andere humus- en lutumgehalten moeten met formules de normen berekend worden.

Kenmerk	GFT KIWA-certificaat	Compost	Zeer schone compost	Zwarte grond
Vocht, %	$\leq OS + 10$ ¹⁾			
Organische stof, %	≥ 20		≥ 20	
pH	$\geq 6,5$			
Stabiliteit	≤ 50 °C ²⁾			
EC, mS/cm	$\leq 5,5$			
Cd, mg/kg ds	≤ 1	≤ 1	$\leq 0,7$	$\leq 0,7$
Cu, mg/kg ds	≤ 60	≤ 60	≤ 25	≤ 25
Ni, mg/kg ds	≤ 20	≤ 20	≤ 10	≤ 10
Pb, mg/kg ds	≤ 100	≤ 100	≤ 65	≤ 65
Zn, mg/kg ds	≤ 200	≤ 200	≤ 75	≤ 75
Cr, mg/kg ds	≤ 50	≤ 50	≤ 50	≤ 50
Hg, mg/kg ds	$\leq 0,3$	$\leq 0,3$	$\leq 0,3$	$\leq 0,3$
As, mg/kg ds	≤ 15	≤ 15	≤ 5	≤ 21
Plantv. ³⁾ , %	≤ 90			
Onkruid, stuks/l	≤ 2			
Cl, g/kg	≤ 5			
Steen, %	≤ 2			
Herk. veront, % ⁴⁾	$\leq 0,2$			
Nematoden	afgedood			
Virussen	afwezig			
Knolvoet	afwezig			

¹⁾ os= organische stof in %

²⁾ bij opslag

³⁾ plant verdraagzaamheid

⁴⁾ herkenbare verontreiniging

Tabel 8.3. Bouwstoffenbesluit bodem- en oppervlaktewaterbescherming: staatsblad 1885, 567 uitgegeven 30 november 1995

Stof	Samenstellingswaarden schone grond, uitgaan van 25% lutum en 10% humus (mg/kg droge stof tenzij anders vermeld)	Immissiewaarden bouwstoffen (mg/m ² per 100 jaar) humus	Samenstellings- waarden voor andere bouwstoffen dan grond (mg/kg droge stof)	Samenstellings- waarden voor grond uitgaande van 25% lutum en 10% droge stof mg/kg droge stof
ANORGANISCHE STOFFEN				
1. Metalen				
antimoon (Sb)	-	39	-	-
arseen (As)	29	435	-	55
barium (Ba)	200	6300	-	625
cadmium (Cd)	0,8	12	-	12
chrom (Cr)	100	1500	-	380
cobalt (Co)	20	300	-	240
koper (Cu)	36	540	-	190
kwik (Hg)	0,3	4,5	-	10
lood (Pb)	85	1275	-	530
molybdeen (Mo)	10	150	-	200
nikkel (Ni)	35	525	-	210
seleen (Se)	-	15	-	-
tin (Sn)	20	300	-	-
vanadium (V)	-	2400	-	-
zink (Zn)	140	2100	-	720
2. Overige anorganische stoffen				
bromide	20	300	-	-
chloride	200	30000	-	-
cyanide (vrij)	1	15	-	20
cyanide(complex;pH≥5)	5	75	-	50
cyanide(complex;pH<5)	-	75	-	650
fluoride	175 + 13 Lu	14000	-	-
sulfiden	2	-	-	-
sulfaat	-	45000	-	-
thiocyanaten (som)	-	-	-	20
ORGANISCHE STOFFEN				
3. Aromatische stoffen				
benzeen	0,05	-	1,25	1
ethylbenzeen	0,05	-	1,25	1,25
tolueen	0,05	-	1,25	1,25
xylenen (som)	0,05	-	1,25	1,25
isopropylbenzeen	a	-	-	-
styreen (vinylbenzeen)	0,1	-	-	100
fenol	0,05	-	1,25	1,25
o-cresol (o-methylfenol)	a	-	-	-
m-cresol (m-methylfenol)	a	-	-	-
cresolen (som)	-	-	-	5
o-dihydroxybenzeen (catechol)	a	-	-	20
1-hydroxynaftaleen (α-naftol)	a	-	-	-
5-methyl-2-isopropylfenol (thymol)	a	-	-	-

Stof	Samenstellingswaarden schone grond, uitgaan van 25% lutum en 10% humus (mg/kg droge stof tenzij anders vermeld)	Immissiewaarden bouwstoffen (mg/m ³ per 100 jaar) humus	Samenstellings- waarden voor andere bouwstoffen dan grond (mg/kg droge stof)	Samenstellings- waarden voor grond uitgaande van 25% lutum en 10% droge stof mg/kg droge stof
m-dihydroxybenzeen (resorcinol)	-	-	-	10
p-dihydroxybenzeen (hydrochinon)	-	-	-	10

4. Polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's)

PAK's totaal (som 10)	1	-	75	40
naftaleen	-	-	5	5
fenantreen	-	-	20	20
antraceen	-	-	10	10
fluoranteen	-	-	35	35
chryseen	-	-	10	10
benzo(a)antraceen	-	-	50	40
benzo(a)pyreen	-	-	10	10
benzo(k)fluoranteen	-	-	50	40
indeno (1,2,3cd)pyreen	-	-	50	40
benzo (ghi) peryleen	-	-	50	40

5. Gechloreerde koolwaterstoffen

a. (vluchtige) chloor- koolwaterstoffen				
monochlooretheen (vynil)	-	-	-	0,1
monochloorpropenen (som)	0,01	-	-	-
dichloormethaan	a	-	-	4
1,2- dichloormethaan	-	-	-	4
1,3- dichloorpropeen	a	-	-	-
trichloormethaan	0,001	-	-	3
trichloorethanen(som)	0,001	-	-	-
trichlooretheen (tri)	0,001	-	-	4
tetrachloormethaan (Tetra)	0,001	-	-	1
tetrachloorethanen(som)	0,001			
tetrachlooretheen (Per)	0,01	-	-	4
chloornaftaleen (som α , β)	-	-	-	10
hexachloorethaan	0,01	-	-	-
bis(2-chloorisopropyl)-ether	a	-	-	-
epichloorhydrine	a	-	-	-
b. Chloorbenzenen				
chloorbenzenen (som)	-	-	-	5
monochloorbenzeen (som)	a	-	-	-
dichloorbenzenen (som)	0,01	-	-	-
trichloorbenzenen (som)	0,01	-	-	-
tetrachloorbenzenen (som)	0,01	-	-	-
pentachloorbenzeen	0,0025	-	-	-
hexachloorbenzeen	0,0025	-	-	-
c. Chloorfenolen				
chloorfenolen (som)	-	-	-	6
monochloorfenolen (som)	0,0025	-	-	-
dichloorfenolen(som)	0,003	-	-	-

Stof	Samenstellingswaarden schone grond, uitgaan van 25% lutum en 10% humus (mg/kg droge stof tenzij anders vermeld)	Immissiewaarden bouwstoffen (mg/m ³ per 100 jaar) humus	Samenstellings- waarden voor andere bouwstoffen dan grond (mg/kg droge stof)	Samenstellings- waarden voor grond uitgaande van 25% lutum en 10% droge stof mg/kg droge stof
trichloorfenolen(som)	0,001	-	-	-
tetrachloorfenolen(som)	0,001	-	-	-
pentachloorfenol	0,002	-	-	5
d. Polychloorbifenylen (PCB's)				
PCB 28	0,001			
PCB 52	0,001			
PCB 101	0,004			
PCB 138	0,004			
PCB 153	0,004			
PCB 180	0,004			
PCB's (som 6)	0,02			
PCB's (som 7)	-	-	0.5	0.5
PCB 118	0,004			
e. Overige gechloreerde koolwaterstoffen				
chlooranilinen(som)	a			
dichlooranilinen (som)	a			
EOC1 (totaal)	0,1	-	3mg Cl/kg	3 mg Cl/kg
monochloornitrobenzenen (som)	0,01			
dichloornitrobenzenen (som)	0,01			
monochloortoluenen (som)	a			

6. Bestrijdingsmiddelen

a. organochloor- bestrijdingsmiddelen				
aldrin	0,0025			
chloordaan	0,01			
DDT/DDE/DDD	0,0025	-	-	0,5
dielrin	0,0005			
drins (som)	-	-	-	0,5
endrin	0,001			
HCH-verbindingen	-	-	-	0,5
α-endosulfan	0,0025			
α-HCH	0,0025			
β-HCH	0,001			
γ-HCH(lindaan)	0,05 µg/kg			
organochloorhoudende bestrijdingsmiddelen (som)	-	-	0,5	0,5
heptachloor	0,0025			
heptachloorepoxide (som)	0,0025			
hexachloorbutadiën	0,0025			
c.Orgaanotin- bestrijdingsmiddelen				
TBTO	0,0001			
d.Chloorphenoxy-carbonzuur herbiciden				
2,4-D	a			
dichloorprop	a			
mcpa	a			

Stof	Samenstellingswaarden schone grond, uitgaan van 25% lutum en 10% humus (mg/kg droge stof tenzij anders vermeld)	Immissiewaarden bouwstoffen (mg/m ² per 100 jaar) humus	Samenstellings- waarden voor andere bouwstoffen dan grond (mg/kg droge stof)	Samenstellings- waarden voor grond uitgaande van 25% lutum en 10% droge stof mg/kg droge stof
mecoprop	a			
2,4,5-T	a			
e. Aromatische chlooraminen				
linuron	a			
monolinuren	a			
3,3 dichloorbenzidine	a			
b. Overige bestrijdingsmiddelen				
atrazine	0,05 µg/kg	-	-	0,5
carbaryl	-	-	-	0,5
carbofuran	-	-	-	0,5
maneb	-	-	-	0,5
Niet-chloorhoudende bestrijdingsmiddelen (som)	-	-	0,5	0,5
azinfos-methyl	0,06 µg/kg			
azinfos-ethyl	0,01			
cholinesterase remming	a			
demeton (som)	a			
diazinon	0,07 µg/kg			
dichloorvos	a			
dimetheoaat	a			
disulfoton	0,01			
fenitrothion	0,01			
malathion	0,02 µg/kg			
parathion (ethyl)	0,04 µg/kg			
parathion +parathion methyl	0,01			
triazofos	0,01			
trichloorfon	a			
f. Overige bestrijdingsmiddelen				
4-chloor-3-methylfenol	a			
chloridazon	a			
dibroommethanen (som)	a			
dichloorethanen (som)	a			
dichloorethenen (som)	a			
dichloorpropanen (som)	a			
1,3-dichloor-2-propanol	a			
methylbromide	a			
monochloorazijnzuur	a			
propanil	a			
trifluralin	0,01			
7. Overige organische stoffen				
acrylonitril	a			
benzidine (som)	a			
bifenyl	a			
cyclohexanon	0,1			270
dimethylamine	a			
diethylamine	a			
ftalaten (som)	0,1			60

Stof	Samenstellingswaarden schone grond, uitgaan van 25% lutum en 10% humus (mg/kg droge stof tenzij anders vermeld)	Immissiewaarden bouwstoffen (mg/m ² per 100 jaar) humus	Samenstellings- waarden voor andere bouwstoffen dan grond (mg/kg droge stof)	Samenstellings- waarden voor grond uitgaande van 25% lutum en 10% droge stof mg/kg droge stof
geoxideerde pak's totaal	1			
heptaan	1			
hydrazine	a			
minerale olie	50			500
octaan	1			
pyridine	0,1			1
tetrahydrofuran	0,1			0,4
tetrahydrothiofeen	0,1			90

a = aantoonbaarheidsgrens.

De samenstellingswaarde voor de desbetreffende stof is gelijkgesteld aan de aantoonbaarheidsgrens.

Lu = gemeten percentage lutum in de te beoordelen grond

Tabel 8.4 Toegepaste normvoorschriften voor chemisch onderzoek van zuiveringslib, compost en zwarte grond. Besluit kwaliteit en gebruik overige organische meststoffen (BOOM)

Parameter	Methode	Opmerkingen
voorbehandeling	NEN 5751	
ontsluiting	NEN 6465	salpeterzuur/zoutzuur in 'open' vat
ontsluiting	NEN 6464	salpeterzuur/zwavelzuur in 'open' vat (Cr lage gehalten)
ontsluiting	NEN 5768	salpeterzuur/zwavelzuur in 'open' vat (Cr hoge gehalten)
ontsluiting	NEN 6439	salpeterzuur in microwave (Hg bepaling)
droge stof	NEN 6620	indamprest/gloeiverlies afvalwater en slib
organische stof	NEN 6620	gloeirestmethode voor slib
organische stof	NEN 5754	gloeirestmethode voor grond
droge stof	NEN 5748	drogen van grond; watergetal
lutum	NEN 5753	zeef/pipet methode
pH	NEN 5750	grond
totaal stikstof	NEN 6641	kjeldahl methode voor grond
fosfaat	NEN 6662	totaal fosfaat in slib
cadmium	NEN 5762	Cd-gehalte > 2,5 mg/kg droge stof
cadmium	NEN 6458	Cd-gehalte < 2,5 mg/kg droge stof
chromium	NEN 5767	als Cr-gehalte >15% afwijkt van grenswaarde
chromium	NEN 5763	als Cr-gehalte <15% afwijkt van grenswaarde
koper	NEN 5758	
kwik	NEN 5764	
nikkel	NEN 5765	
lood	NEN 5761	
zink	NEN 5759	
arseen	NEN 5760	



Het gebruik van substraten in de tuinbouw is de afgelopen twintig jaar sterk toegenomen. Enerzijds is dit het gevolg van verbetering van productie en kwaliteit die kan worden bereikt bij de overgang van grond- naar substraatteelt; anderzijds maken tuinders deze overstap in verband met het, door de overheid afgedwongen, beperken van emissie van meststoffen en gewasbeschermingsmiddelen naar grond- en oppervlaktewater.

Met de groeiende belangstelling voor substraten nam ook de verscheidenheid toe. Hiermee ontstond de behoefte om richtlijnen op te stellen bij de keuze van substraten in de tuinbouw.

Het doel van deze uitgave is dan ook door rubricering en standaardisering bestaande kennis en informatie beter algemeen toegankelijk te maken voor praktisch gebruik. In deze uitgave is geen bedrijfseconomische evaluatie opgenomen.

