

Watergeven en recirculeren
in de pot- en containerteelt
van boomkwekerijgewassen

systemen/technieken/materialen/aanleg

951998

BN 951998

Watergeven en recirculeren in de pot- en containerteelt van boomkwekerijgewassen

systemen/technieken/materialen/aanleg

**Ellen van Hees
Anton van den Boom**

**1997
Boomteeltpraktijkonderzoek, Boskoop**

^{*)} 1996 Boomteeltpraktijkonderzoek

Nadruk of vertaling, ook van gedeelten, is alleen geoorloofd na schriftelijke toestemming van de directie van het Boomteeltpraktijkonderzoek. Het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij en de stichting Boomteeltpraktijkonderzoek stellen zich niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen, ontstaan door het gebruik van gegevens die in deze uitgave zijn gepubliceerd.

Colofon

Uitgave: Boomteeltpraktijkonderzoek
Postbus 118 (Rijneveld 153)
2770 AC Boskoop
Telefoon: 0172-217979

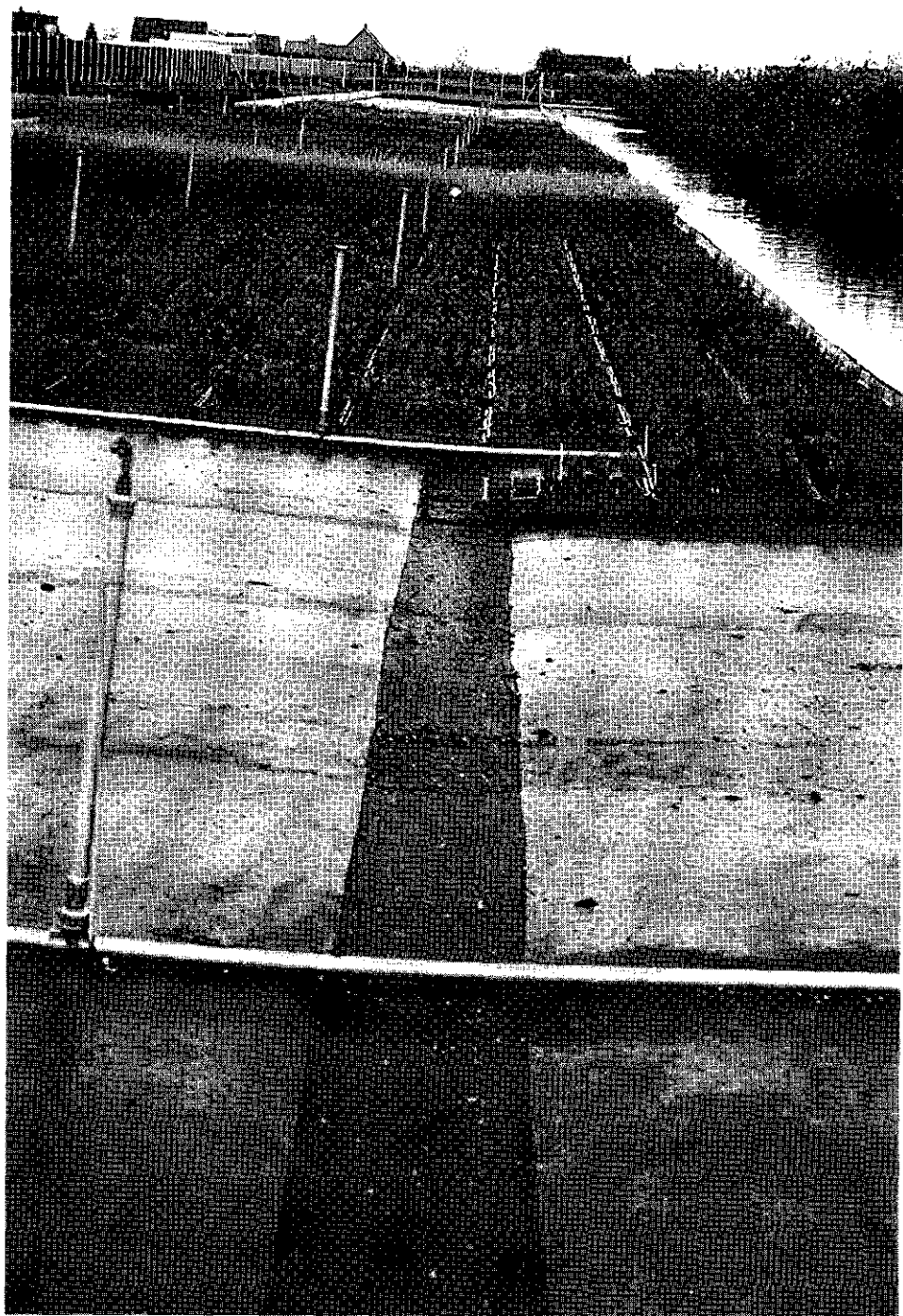
Auteurs: Ellen van Hees-Boukema
Anton van den Boom

Fotografie: Bert Houtman
Anton van den Boom
Theo Aendekerk

Redactie: Ineke Oosting

Eindredactie: Fred Geers

Druk: SDU



INHOUD

VOORWOORD		9
1	INLEIDING	11
2	VOCHTVOORZIENING	13
2.1	Belang van vochtvoorziening	13
2.2	Watergeeffrequentie en -hoeveelheid	13
2.3	Automatiseren van de watergift	14
3	WATERKWALITEIT	17
3.1	Recirculatie	17
3.2	Uitgangswater	17
3.3	Voorbehandeling van het gietwater	18
3.4	Waterontsmetting	19
4	WATEROPSLAG	21
4.1	Opslagcapaciteit	21
4.2	Opslagmethode	22
4.3	Vervuiling	25
5	BEMESTING	27
5.1	Vaste meststoffen	27
5.2	Oplosmeststoffen	27
6	BED-ONDERGRONDEN	31
6.1	Inleiding	31
6.2	Functionele eisen	33
6.3	Horizontale waterafvoer	33
6.4	Verticale afvoer	35
6.5	Vulmaterialen	36
6.6	Berijdbaarheid van de bed-ondergrond	38
6.7	Tabletten	39
6.8	Kosten, rentabiliteit	39
6.9	Inrichting van het containerveld	40

7	WATERGEEFSYSTEMEN	41
7.1	Overheadberegening	41
7.1.1	Regenleidingen	43
	Technische aspecten	43
	Bedrijfskundige aspecten	44
7.1.2	Staaende sproeiers	46
	Technische aspecten	46
	Bedrijfskundige aspecten	48
7.1.3	Zwenksproeiers	48
7.1.4	Gietwagens/regenwagens	49
	Technische aspecten	49
	Bedrijfskundige aspecten	50
7.2	Watergeven op de pot	52
	Teelttechnische aspecten	52
	Technische aspecten	53
	Bedrijfskundige aspecten	54
7.3	Watergeven van onderaf	56
	Teelttechnische aspecten	56
	Bedrijfskundige aspecten	57
7.3.1	Eb-vloed bedden	57
	Teelttechnische aspecten	57
	Technische aspecten	58
	Bedrijfskundige aspecten	59
7.3.2	Pot-in-pot methode	59
	Bedrijfskundige aspecten	60
7.3.3	Opzuiging van onderaf	63
7.3.4	Zandbedden	63
	Technische aspecten	63
	Bedrijfskundige aspecten	65
7.3.5	Bevloeiingsmatten	65
8	COMBINATIE VAN SYSTEMEN	67
9	SAMENVATTING	69
10	AANBEVOLEN LITERATUUR	73
11	INDEX	74

VOORWOORD

De ontwikkelingen op het gebied van watergeven staan niet stil. Vanuit het milieu gezien is het van het grootste belang te recirculeren. Schoon uitgangswater is hierbij noodzakelijk.

Deze brochure geeft alle actuele informatie op het gebied van watergeven voor boomkwekers die zich met de pot- en containerteelt bezig houden. Daarbij is vooral gekeken naar de toekomst.

Een werkgroep van diverse onderzoekers heeft de benodigde informatie geleverd aan de schrijvers van 'Watergeven en recirculeren in de pot- en containerteelt van boomkwekerijgewassen'.

We willen de schrijvers alsmede de werkgroep van harte bedanken voor het tot stand te brengen van deze brochure.

Dr. ir. J. van de Vooren

Directeur Boomteeltpraktijkonderzoek

1 INLEIDING

De pot- en containerteelt van boomkwekerijgewassen kenmerkt zich door een grote verscheidenheid aan gewassen en grote verschillen in vorm en afmetingen van planten binnen een bedrijf. De diversiteit in gebruikte potten en potmaten is enorm. Elke partij planten verschilt in waterbehoefte. Zonder goede watervoorziening blijft de groei en de kwaliteit van de planten achter.

Ter verbetering van het milieu komen er steeds meer beperkingen op het gebied van uitspoeling van meststoffen en bestrijdingsmiddelen. Dit brengt met zich mee dat steeds meer bedrijven maatregelen nemen om lekwater op te vangen en te recirculeren. Bij recirculatie van het retourwater is het noodzakelijk om over kwalitatief goed gietwater te beschikken.

Aanpassing van het bedrijf aan de huidige eisen heeft grote gevolgen voor de bedrijfsvoering. De inrichting van het containerveld, de bed-ondergrond en de keuze van het watergeefstelsel, mechanisatiegraad, het teeltsysteem en het intern transport hangen onlosmakelijk met elkaar samen. Het is belangrijk om bij de besluitvorming al deze factoren mee te wegen.

Bovenstaande ontwikkelingen vormen de aanleiding om de voor de pot- en containerteelt beschikbare watergeefsystemen op een rij te zetten en de voor- en nadelen, mogelijkheden en beperkingen van deze systemen te bespreken. Het doel van de brochure is de kweker te helpen om voor zijn bedrijfssituatie een gefundeerde keuze voor een bepaald recirculerend watergeefstelsel te kunnen maken.

De hoofdstukken 2 t/m 5 geven algemene informatie over onderwerpen die samenhangen met watergeven en recirculatie. Deze onderwerpen zijn: vochtvoorziening, waterontsmetting, waterkwaliteit, wateropslag, bemesting en bed-ondergronden. Hoofdstuk 6 bespreekt de teelttechnische, technische en bedrijfskundige aspecten van de verschillende watergeefsystemen. Aan het eind van de bespreking van het systeem van watergeven volgt een tabel met de systemen naast elkaar.

2 VOCHTVOORZIENING

2.1 BELANG VAN VOCHTVOORZIENING

Water speelt een elementaire rol bij de groei en ontwikkeling van planten. Planten bestaan voor het grootste gedeelte uit water. Het verdampen van water zorgt voor de noodzakelijke koeling van het blad. Tegelijk met het water worden de noodzakelijke voedingsstoffen opgenomen. Water is verder nodig voor de vorming van suikers (fotosynthese) en andere stofwisselingsprocessen.

Bij de teelt in potten en containers is het grondwater buiten het bereik van de wortels. De hoeveelheid natuurlijke neerslag is gedurende het groeiseizoen te gering en te onregelmatig om in de waterbehoefte te voorzien. Er zal dus water moeten worden gegeven om aan de vochtbehoefte te voldoen. Bij te droge omstandigheden sluiten de huidmondjes zich met als gevolg minder fotosynthese. Dit veroorzaakt groei- en kwaliteitsvermindering bij de planten. Te natte omstandigheden leiden tot afsterving van de wortels door zuurstoftekort met dezelfde negatieve gevolgen voor groei en kwaliteit. Met dit alles in het achterhoofd is het duidelijk, dat de watervoorziening van planten een belangrijke plaats inneemt in de pot- en containerteelt.

2.2 WATERGEEFFREQUENTIE EN -HOEVEELHEID

Hoeveel en hoe vaak water moet worden gegeven is afhankelijk van klimaatfactoren, gewasfactoren en groeimedium. Klimaatfactoren die het waterverbruik beïnvloeden zijn instraling, temperatuur, luchtvochtigheid (vochtdeficiet) en windsnelheid. Gewasfactoren zijn plantgrootte, bladoppervlakte, ruwheid van het bladoppervlak, gewasdichtheid, enzovoort. Behalve in waterverbruik verschillen plantensoorten in de optimale water/lucht-verhouding in het wortelmilieu. Er zijn vochtminnende en droogteminnende gewassen. Veel fijnwortelige gewassen zijn gevoelig voor te natte potgrond. Voor het vaststellen van de frequentie van de gietbeurten en de hoeveelheid water die per keer wordt gegeven, speelt ook het potgrondvolume en het waterhoudend vermogen van het groeimedium een rol.

Uit onderzoek met druppelbevloeiing is gebleken, dat gewassen beter groeien wanneer meerdere beurten per etmaal worden gegeven in vergelijking met dezelfde hoeveelheid water in een keer. Het vochtgehalte in de potgrond blijft dan op een gelijkmatiger niveau. Bij droger telen ontstaan meer kortere en dikkere wortels. Volgt een natte periode dan kunnen deze wortels onder omstandigheden met minder lucht in de grond afsterven.

Potgrond krimpt bij droogte en is moeilijk weer op het gewenste vochniveau

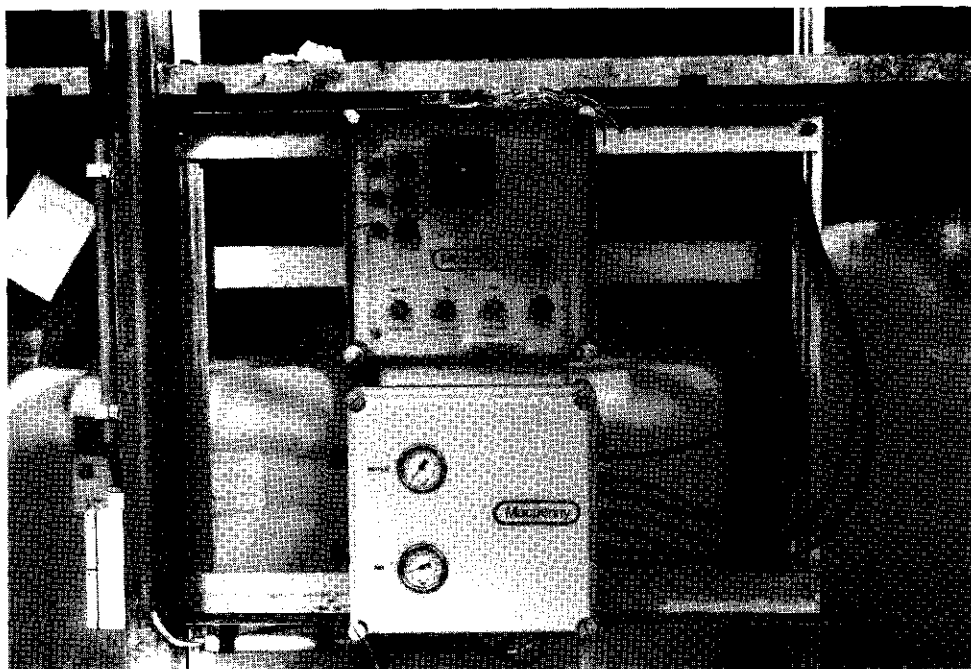
te krijgen, wanneer ze ver is ingedroogd. Ook uit dit oogpunt is het gunstiger om vaker kleine hoeveelheden water te geven dan enkele grote watergiftten. De hoeveelheid water die per gietbeurt wordt gegeven mag niet groter zijn dan de opnamecapaciteit van de potgrond. Potgrond kan in het algemeen per gietbeurt ongeveer 6 - 10 % van het volume aan vocht op kan nemen. De snelheid waarmee de potgrond het water op kan nemen is beperkt. Hoe snel het water wordt opgenomen hangt mede af van de samenstelling en de dichtheid van de potgrond. Tussen gietbeurten moet een rusttijd van een minstens een half uur zitten om het water gelegenheid te geven goed in de potgrond door te dringen.

Het **registreren van de watergift** en meting van de hoeveelheid lekwater of retourwater geeft inzicht in het waterverbruik door de planten. Zo kan men de gift beter en nauwkeuriger afstemmen op de behoefte van de plant. Door registratie komen plotselinge lekkages sneller aan het licht. Door het regenwater en retourwater gescheiden op te slaan, kunnen de hoeveelheden afzonderlijk worden vastgesteld.

2.3 AUTOMATISEREN VAN DE WATERGIFT

Tot op heden is het doseren van de watergift een kwestie van ervaring. De kweker controleert of en hoeveel water de planten nodig hebben. Ook als een regenautomaat aanwezig is beslist de kweker wanneer, hoe vaak en hoeveel water wordt gegeven. Een regenautomaat voorziet op voorgeprogrammeerde wijze de kraanvakken van water. De meeste regenautomaten zijn computergestuurd. Automatisering van de watergift zou de werkdruk van de kweker kunnen verminderen en het maken van gietfouten kunnen voorkomen. In de boomteelt wordt volledige automatisering van de watergift bemoeilijkt door het grote aantal verschillende gewassen en potmaten die op een bedrijf worden geteeld. Elke partij planten heeft een eigen waterbehoefte.

Er zijn ontwikkelingen gaande om ook in de boomteelt de watergift vergaand te automatiseren. Het Boomteeltpraktijkonderzoek werkt samen met het bedrijfsleven aan een computerprogramma om dit mogelijk te maken. Deze methode is in principe toepasbaar voor alle watergeefsystemen. Berekening van de theoretische verdamping op basis van instraling en temperatuur en registratie van het vochniveau in de pot door middel van tensiometers vormen hiervoor de basis. Het weerstation meet de instraling en de temperatuur. Een klimaatmodel berekent de referentieverdamping voor een standaard gewas. Per kraanvak moet een gewasfactor worden ingevoerd, die aangeeft of de verdamping van het geteelde gewas groter of kleiner is dan deze standaard. De meting van de vochtspanning in de potgrond zorgt voor de fijnafstemming van de watergift. Kennis van het watergedrag van de potgrond is dus belangrijk.



Automatiseren kan al op een eenvoudige wijze geschieden.

3 WATERKWALITEIT

3.1 RECIRCULATIE

Bij recirculerende systemen wordt het retourwater opnieuw aan het gietwater toegevoegd. Ballastzouten, zoals keukenzout, kunnen zich in gesloten systemen ophopen en groeischade geven. Uit onderzoek blijkt dat in recirculerende systemen het zoutgehalte van het uitgangswater niet hoger mag zijn dan 0,5 mmol/l NaCl. Bij hogere zoutconcentraties loopt de zoutconcentratie in het water en de potgrond anders al snel op tot schadelijke niveaus en veroorzaakt groeiremming. De groeiremming is in de praktijk meestal pas bij hogere concentraties zichtbaar.

Daarom is het van belang om over kwalitatief goed water te beschikken. Regenwater is als uitgangswater het meest geschikt, omdat dit het zuiverst is. Aanvullen kan goed met leidingwater, bronwater of oppervlaktewater.

3.2 UITGANGSWATER

Regenwater kan van het kasdek, bedrijfsruimten of van het containerveld worden verzameld. Regenwater afkomstig van containervelden kan voedingsstoffen en gewasbeschermingsmiddelen bevatten en vervuild zijn met vaste deeltjes (grond en plantresten). Verzinkte (kas)goten dienen gecoat te worden, om schade door zinkovermaat in het gewas te voorkomen. Wanneer niet over voldoende regenwater kan worden beschikt om aan de volledige waterbehoefte te voldoen, is het mogelijk om gebruik te maken van een combinatie van regenwater en ander (aanvullend) water. Zowel bijmengen in vaste verhoudingen, als tijdelijk overschakelen op aanvullende watervoorzieningen is hierbij mogelijk. Leidingwater bevat een zekere concentratie keukenzout (NaCl) en een kleine hoeveelheid voedingszouten. De samenstelling en de zuurgraad (pH) verschilt per waterwingebied en kan, meestal kosteloos, worden opgevraagd bij het waterleidingbedrijf.

Bronwater kan verschillend van kwaliteit zijn. Vaak is het verontreinigd. Er is dan sprake van hoge ijzergehalten en/of hoge concentraties bicarbonaten. Bronwater bevat vaak voedingselementen, met name nitraten. Aan het onttrekken van grondwater worden steeds meer beperkingen opgelegd.

Oppervlaktewater is afkomstig uit sloten, kanalen, enzovoort. De kwaliteit is nogal wisselend. In droge perioden loopt de zoutconcentratie op doordat geen verdunning met regenwater plaatsvindt. De kwaliteit wordt daarnaast o.a. beïnvloed door lozingen en gebruik van gewasbeschermingsmiddelen door bedrijven in de omgeving. Het oppervlaktewater bevat relatief veel grove verontreinigingen, zoals waterplanten, slib en organische resten, die door filters verwijderd dienen te worden.

3.3 VOORBEHANDELING VAN HET GIETWATER

Het is technisch mogelijk om water met een minder goede samenstelling geschikt te maken voor gebruik in recirculerende systemen.

Ontzouten

Water met een te hoog zoutgehalte kan door middel van omgekeerde osmose worden ontzout. Specifieke ionenwisselaars ontzouten wel, maar bij de zuivering blijven restzouten over die als chemisch afval worden beschouwd. Specifieke ionenwisselaars bieden voordelen indien behalve schadelijke zouten ook bruikbare voedingsstoffen in het water aanwezig zijn. De ionenwisselaar kan bijvoorbeeld NaCl uit het water halen en de voedingsstoffen in het water achter laten.

Ontijzeren

Bronwater met een hoog ijzergehalte kan behandeld worden met een ontijzeringsinstallatie. Ijzergehalten in bronwater kunnen zo hoog zijn dat het ijzer uitvlokt. Hierbij zijn ook de mangaanconcentratie en de pH van belang. IJzer-neerslag vervuult het gewas en het glas en geeft aanslag in de leidingen, wat kan leiden tot verstoppingen. Vervuiling van het gewas vindt meestal pas plaats als het ijzergehalte hoger is dan 40 micromol/l (2mg/l). Verstopping van druppelaars door te hoge ijzerconcentraties treedt al op bij 20 micromol/l (1 mg/l).

Ontharden

Water met een hoog bicarbonaatgehalte kan worden onthard. Hoge bicarbonaatconcentraties in combinatie met een hoge pH zijn nadelig voor de opname van meststoffen. Neutraliseren van bicarbonaat, door aanzuren met salpeterzuur via een zuurregelaar (pH-regeling), kan bij concentraties tot 3 - 4 mmol/l. Hierdoor valt het bicarbonaat uiteen in koolzuurgas (CO₂) en water. In verband met de hoeveelheid stikstof in salpeterzuur dient in dat geval de stikstofbemesting verlaagd te worden. Voor het neutraliseren van hogere concentraties bicarbonaat is een speciale onthardingsinstallatie nodig.

Filteren

Ter voorkoming van verstoppingen door verontreiniging met vaste deeltjes kunnen op verschillende punten in het systeem filters ingezet worden. Belangrijke plaatsen hiervoor zijn onder andere de afvoerpunten op de teeltbedden, de bezinkput en zeefbocht voor de wateropslag en een filter op de wateraanvoer vanuit de opslag.

Kosten

Uitgaande van recirculerende systemen is uitbreiding van de opslagcapaciteit voor regenwater te verkiezen boven de aanschaf van speciale zuiveringsinstallaties. De kosten van regenwateropslag zijn lager dan de jaarkosten van waterzuivering.

3.4 WATERONTSMETTING

Ontsmetting van gietwater is tot nu toe in de boomteelt niet gebruikelijk. Door toename van het gebruik van recirculerende systemen groeit de belangstelling. Bij recirculatie bestaat namelijk een grotere kans op verspreiding van (bodem)ziekten. Schimmelsporen in het retourwater kunnen via recirculatie over het hele bedrijf worden verspreid. Met name bij wortelsmet-gevoelige gewassen bestaat de kans op verspreiding van de ziekte. Over het risico van verspreiden van virusziekten, bacterieziekten en aaltjes via het water is bij boomkwekerijgewassen tot dusverre weinig bekend. Hygiënisch werken blijft noodzakelijk om ziekteverspreiding in het veld te voorkomen. Regelmatig controle van het gewas en verwijderen van zieke en dode planten blijft nodig. Er zijn diverse methoden van gietwaterontsmetting beschikbaar. Dat zijn onder andere

ultra-violette straling (UV), ozon, jodium, waterstofperoxyde, verhitting, vlamontsmetting, membraanfiltratie en langzame filtratie. De kosten voor ontsmettingsinrichtingen verschillen sterk, evenals de betrouwbaarheid en controleerbaarheid van de verschillende methoden. UV is niet geschikt voor de containerteelt. Humuszuren uit de potgrond verstoren de werking van UV. Voorfiltratie haalt deze zuren niet uit het water. Ozon, jodium en waterstofperoxyde werken onvoldoende door de aanwezigheid van organische stof in het gietwater. Vlamontsmetting en vooral verhitting vragen veel energie om het water te ontsmetten. Gezien de grote hoeveelheid water dat dagelijks in het bedrijf circuleert, zijn deze methoden te kostbaar. Membraanfiltratie is bijzonder gevoelig voor vervuiling van de filters en daarom niet aantrekkelijk. Voor de boomteelt, waarin wortelrot veroorzakende schimmels (*Phytophthora* en *Pythium*) de belangrijkste ziekten zijn, blijft langzame filtratie als beste alternatief over.

De ontsmettingsinstallatie moet elk etmaal al het retourwater kunnen ontsmetten. De hoeveelheid retourwater is afhankelijk van het watergeefstelsel. Voor overheadberegening is in verband met de grotere hoeveelheden retourwater een grotere capaciteit nodig dan voor druppelbevloeiing. Bij eb-vloed bedden is de benodigde capaciteit dusdanig groot dat het economisch niet haalbaar is om het water te ontsmetten. Bij bevloeiing via zandbedden is ontsmetting weinig zinvol, omdat de aantasting in de ondergrond aanwezig blijft.

Zandfilter

De methode van de toepassing van een zogenaamd 'langzaam zandfilter' blijkt goed te werken om verspreiding van bijvoorbeeld *Phytophthora* tegen te gaan. De methode werkt heel eenvoudig en is gemakkelijk te installeren. Het filter werkt biologisch. Het drainwater sijpelt door een bed van fijn zand. Boven in het filter ontstaat rond de zandkorrels een dunne slijmerige laag van slib en fijn organisch afval. In deze laag heerst een grote biologische activiteit. Dit komt omdat deze laag een goede voedingsbodem is voor allerlei micro-organismen en kleine waterdiertjes. Het leven in het laagje rondom de zandkorrels voedt zich met alles wat eetbaar is in het doorgevoerde water. Alles wat organisch is wordt daarbij gebruikt, dus ook schimmels die schadelijk kunnen zijn voor een teelt. Bacteriën tasten de schimmelsporen aan en maken hem onschadelijk.

Een langzaam zandfilter bestaat uit drie lagen, van onder naar boven: een drainagelaag, een zandlaag en een waterlaag. De drainagelaag bestaat uit grof grind (7-15 mm) overgaand in fijn grind (2-7 mm). Deze laag is ongeveer 50 cm dik en dient ervoor om het water uit het zand te laten lopen en te voorkomen dat zand uitspoelt en de afvoer blokkeert. Boven op de grindlaag ligt een dikke laag zand van 80 tot 140 cm. Hierin vindt de feitelijke reiniging plaats, vooral in de bovenste 40 cm.

Een biologische analyse van het doorgestroomde water kan zicht geven op de aanwezigheid van schimmels. Tot nu toe zijn de ervaringen in het onderzoek positief geweest. Dergelijke positieve ervaringen met deze methode zijn ook opgedaan in andere sectoren in de tuinbouw.

4 WATEROPSLAG

4.1 OPSLAGCAPACITEIT

De gemiddelde jaarlijkse neerslag is in Nederland voldoende om in de waterbehoefte van gewassen te voorzien. Gedurende de zomermaanden is er echter gewoonlijk een neerslagtekort. Dit neerslagtekort bedraagt gemiddeld 113 mm (zie tabel).

Tabel

Gemiddelde neerslag en het gemiddelde neerslagtekort in Nederland gedurende de maanden april t/m november. Tevens de gemiddelde beschikbare watervoorraad bij een opslagcapaciteit van 1200 m³/ha.

Maand	gemiddelde neerslag (mm)	verdamping (mm)	neerslagtekort (mm)	Water- voorraad (m ³ /ha)
april	45	39	-6	1200
mei	45	67	22	980
juni	50	93	43	550
juli	70	105	35	200
augustus	90	103	13	70
september	80	64	-16	230
oktober	80	32	-48	710
november	90	10	-80	1200

Bij gebruik van regenwater is een opslagcapaciteit van 1100 - 1200 m³/ha aan te bevelen. Deze capaciteit volstaat in jaren met een gemiddelde neerslag. In jaren met droge zomers kunnen watertekorten optreden. Als er goed aanvulwater beschikbaar is, kan de opslagcapaciteit van regenwater kleiner zijn. Hoe groot de opslagcapaciteit dan moet zijn hangt af van het zoutgehalte (NaCl) in het aanvulwater en het vochtverbruik van het gewas (zie tabel).

Tabel

Geadviseerde opslagcapaciteit van regenwater (m³/ha) bij recirculerende systemen in relatie tot het zoutgehalte in het aanvulwater en de gewasverdamping.

Verdamping	concentratie NaCl in aanvulwater (mmol/l)			
	< 1,5	< 2,5	< 5	> 5
Laag	500-800	800	1000	1200
Normaal	500-800	900	1100	1500
Hoog	500-800	1000	1200	1800

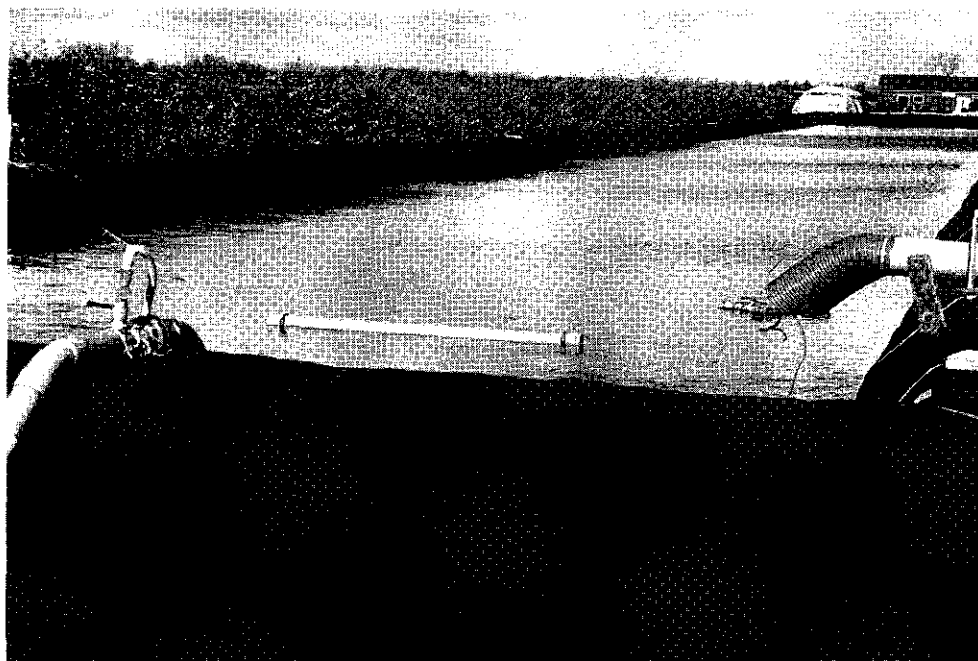
De opslag kan indien gewenst in tweeën worden verdeeld, één deel voor 'schoon' regenwater (EC lager dan 0,5) en één voor 'vuil' retourwater (EC hoger dan 0,5). Lozingen van overtollig regenwater en het spuien van retourwater op het oppervlaktewater vallen onder de **Wet Verontreiniging Oppervlaktewater** (WVO) en moeten dus plaatsvinden in overeenstemming met de voorwaarden van de waterbeheerder. Het streven is om bij nieuwe aanleg een opslag van 2000 m³/ha voor te schrijven. De gevolgen van slecht aanvulwater zijn groter bij recirculerende systemen. De planten reageren slecht op een plotselinge hogere zoutconcentratie.

4.2 OPSLAGMETHODEN

Voor de opslag van water bestaat een aantal mogelijkheden: een aarden bassin, stalen silo, afgedamde sloot, drijvende waterzak, vijver of een ondergrondse wateropslag. Silo's en aarden bassins worden voor de opslag van water het meest toegepast. Voor het plaatsen van bassins en silo's zijn bouwvergunningen nodig. Voor het afdammen van sloten en gebruik van waterzakken in de sloot is een vergunning van de waterbeheerder nodig. Het lozen vanuit een opslag naar het oppervlaktewater is niet toegestaan. Overtollig water moet dus voor de opslag naar het oppervlaktewater worden geleid.

Aarden bassins

Aarden bassins bestaan uit wallen bekleed met folie. Ze zijn het meest geschikt voor toepassing op dragende gronden. De hoogte en de breedte van de wallen zijn afhankelijk van de oppervlakte van het bassin en de draagkracht van de ondergrond. Ingraven van een aarden bassin is niet altijd mogelijk. Bij een te hoge grondwaterstand kan het bijvoorbeeld niet. Gegraven bassins beslaan een relatief grote oppervlakte. Uit veiligheidsoverwegingen zijn het omheinen van het terrein en het plaatsen van een trapje om uit het bassin te kunnen klimmen noodzakelijk.



Op dragende gronden zijn aarden bassins geschikt voor wateropslag.

Silo's

Ronde stalen silo's nemen in verhouding tot aarden bassins veel minder ruimte in. De hoogte van silo's wordt begrensd door de draagkracht van de ondergrond. Eventueel kunnen de silo's worden gefundeerd met betonplaten of worden onderheid. Een goede advisering is noodzakelijk. De schade bij breken van de opslag, bijvoorbeeld door verzakking, is enorm. De aanschafkosten en jaarkosten van silo's liggen gewoonlijk hoger dan de kosten voor aarden bassins. Daar staat tegenover dat er minder teeltruimte verloren gaat.

Afgedamde sloot

Het is bij sommige Hoogheemraadschappen en Waterschappen toegestaan om een sloot af te dammen en als wateropslag te gebruiken, tegen betaling van een bedrag per m² of de verplichting voor vervangend water te zorgen is. Per vierkante meter slootoppervlak kan in veengebieden maximaal een halve m³ water worden gebufferd. In de dammetjes worden instroompijpen geïnstalleerd, waarmee de instroom van water naar believen geregeld kan worden. Mogelijke nadelen van het systeem zijn zoute kwel en verstoppingen door vuil

water. Schommelingen in het waterniveau in de sloot brengen ook schommelingen in de grondwaterstand onder de aangrenzende percelen met zich mee. Dit kan ongewenste gevolgen hebben voor de bed-ondergrond of beteelbaarheid van de grond. Door de vergoeding die aan de waterbeheerder moet worden betaald, komen de jaarkosten ongeveer overeen met de kosten van de silo. Voordeel van deze wijze van opslag ten opzichte van silo's is, dat geen extra ruimte nodig is. De wateropslag gaat dus niet ten koste van teeltoppervlakte. Wel is een behoorlijke slootoppervlakte nodig voor een voldoende grote buffer.

Waterzakken

Waterzakken in de sloot zijn eveneens een mogelijkheid om water op te slaan. Er bestaan open typen en gesloten zakken (slurven). Bij beide typen heeft de kweker geen inzicht in de hoeveelheid opgeslagen water. De capaciteit van de waterzakken per vierkante meter slootoppervlakte is beperkt. Er dient over een grote slootoppervlakte beschikt te kunnen worden om een voldoende grote watervoorraad aan te kunnen leggen. Evenals bij het afdammen van sloten is een vergunning van de waterbeheerder nodig en moet worden gezorgd voor vervangend water. In de praktijk blijkt het systeem nogal kwetsbaar. Andere methoden van wateropslag verdienen de voorkeur.



Waterzakken zijn geschikt voor wateropslag, maar zijn kwetsbaar.

Vijvers

In sommige streken kan water worden opgeslagen in vijvers die daartoe speciaal worden gegraven. Voorwaarden hiervoor zijn de stroomsnelheid van het grondwater niet te hoog is en dat het grondwaterpeil niet te laag. Wanneer het waterniveau in de vijver daalt, zal enige instroom vanuit het grondwater in de vijver plaatsvinden. Bij stijging van het waterniveau tot boven het grondwaterpeil stroomt water weg.

Ondergrondse opslag

Soms is ondergrondse wateropslag mogelijk. Opgevangen regenwater wordt op een behoorlijk diepte in de grond opgeslagen en naar behoefte weer opgepompt. De stroomsnelheid van het grondwater mag ook in dit geval niet groot zijn. Om verontreiniging van het bodemwater te voorkomen mag alleen zeer zuiver water in de grond worden gepompt. Er moet meer water worden geïnjecteerd, dan er opgepompt mag worden. Voor ondergrondse wateropslag is een speciale vergunning nodig.

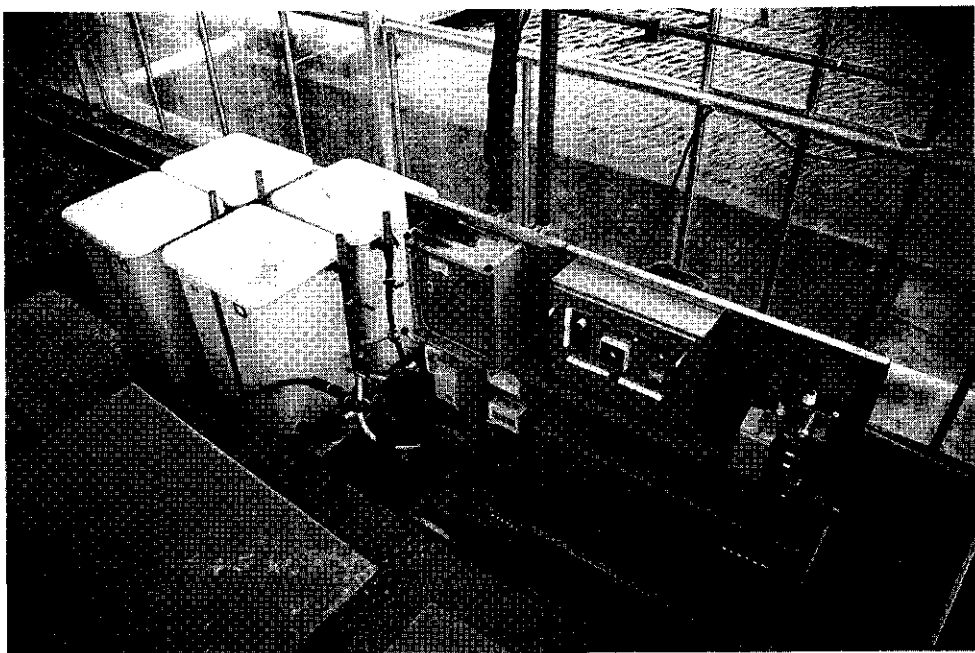
Het is de vraag of deze twee laatste twee opslagmethoden in de toekomst toegestaan zullen blijven in verband met de strengere eisen voor bescherming van het grondwater.

4.3 VERVUILING

Vervuiling van de wateropslag kan worden beperkt door het water niet rechtstreeks maar via een bezinkput en zeefbocht in het bassin te pompen. Bij alle vormen van wateropslag is het raadzaam gebruik te maken van een drijvende aanzuigleiding. Verontreinigingen zakken naar de bodem en wanneer van onderaf wordt aangezogen ontstaan eerder verstoppingen. De verontreinigingen op de bodem zorgen ervoor dat de opgeslagen hoeveelheid water niet volledig opgebruikt kan worden. Bij onttrekking van het water uit het bassin volstaat een (zelfreinigend) filter voor het verwijderen van onder andere algen.

Het gebruikte watergeefstelsel bepaalt mede de fijnheid van het filter. Hoe kleiner de sproeiopening hoe fijner het filter moet zijn. Bij de meest gebruikte watergeefsystemen is een filter met maaswijdte van 100μ de filtering matig, bij 75μ redelijk en bij 50μ goed. In kleine watervoorraden schommelt het zoutgehalte en de voedingssamenstelling van het water sterker dan in grote bekkens. Overigens kan in bassins de pH van het water variëren. De afwijkingen ontstaan door pH-verschillen tussen het regenwater en het retourwater, algengroei en ontlasting van bijvoorbeeld watervogels. Water met verschillende pH mengt slecht. Vooral in langwerpige waterbekkens is door de geringe menging de pH niet overal gelijk.

Een te hoge (hoger dan 9) en een te lage pH (lager dan 3,5) zijn nadelig voor de groei van de plant, omdat het de opname van voedingsstoffen beïnvloedt.



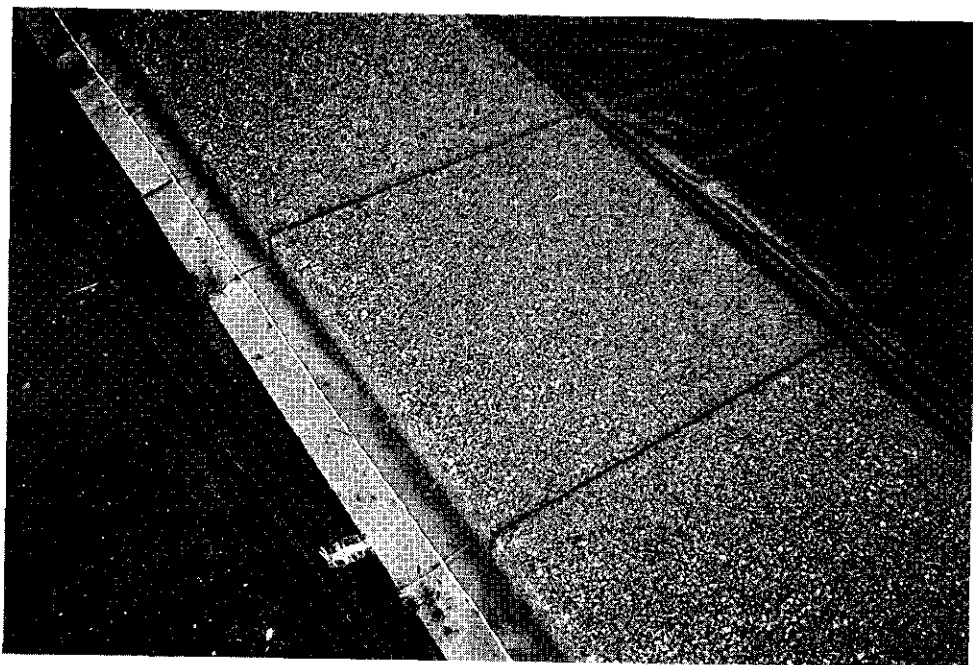
Voedingsunit met twee A- en B-bakken voor gebruik van enkelvoudige meststoffen.

Er zijn twee typen voedingsunits, waarmee enkelvoudige meststoffen gedoseerd kunnen worden: A,B-units met mengbak of injectie-units. A,B-units werken met veelvouden van twee voorraadbakken, waarin geconcentreerde voedingsoplossingen worden bereid. Het is nodig om minimaal twee voorraadbakken aan te houden, omdat calciummeststoffen in combinatie met sulfaat en fosfaat in geconcentreerde oplossingen een onoplosbare neerslag vormen. In een mengbak of injectie-unit worden de oplossingen uit de A- en B-bak gemengd, voordat het water de aanvoerleidingen ingaat. Bij gebruik van A- en B-bak is maar één samenstelling van de voedingsoplossing mogelijk, hooguit kan de verhouding tussen A en B per kraanvak gewijzigd worden. Als er meerdere voedingsoplossingen nodig zijn, zijn er ook meer A- en B-bakken nodig. Sturing per computer is dan sterk aan te raden.

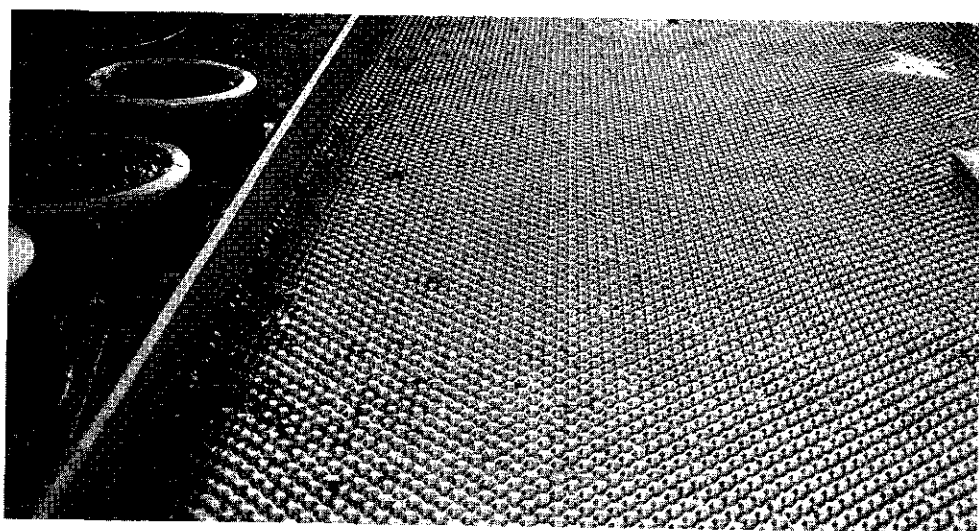
Injectie-units met meerdere geconcentreerde enkelvoudige meststofoplossingen doseren de gewenste hoeveelheden voedingsstoffen rechtstreeks in de aanvoerleiding. Hierdoor zijn er meer mogelijkheden om de voedings-samenstelling per kraanvak te variëren. Bovendien kan sneller op een andere samenstelling worden overgegaan wanneer dit op grond van voedingsmonsters

nodig blijkt te zijn. Er hoeven immers geen voorraden opgemaakt te worden. Bij injectie-units kan alleen gebruik worden gemaakt van vloeibare meststoffen.

Bemesten via het watergeefstelsel brengt meer vervuiling van de leidingen met zich mee met meer kans op verstoppingen van druppelaars en sproeiers. De mogelijkheid om via het gietwater te bemesten hangt af van het watergeefstelsel en zal bij de bespreking van de watergeefsystemen besproken worden.



Bed-ondergrond met tegels: berijdbaarheid op veengronden met verticale drainage.



Bed-ondergrond met noppen-folie: veel last van rek en krimp.

6.2 FUNCTIONELE EISEN

Bed-ondergronden moeten aan een aantal eisen voldoen. Een belangrijke voorwaarde is bijvoorbeeld dat de potkluiten nooit langdurig in een laagje water blijven staan. Plasvorming verhoogt de kans op ziekten ten gevolge van zuurstofgebrek van de wortels. Bovendien ontstaan vochtverschillen tussen potten en daarmee groeiverschillen tussen de planten. Ook kan vocht op het bed leiden tot het uit de pot wortelen van de planten. Het water moet dus snel worden afgevoerd.

Houdt ook rekening met stortbuien. Als criterium geldt een afvoer van 10 mm neerslag binnen één uur. Eventueel afschot, doorlatendheid van de ondergrond, diameters van afvoerbuizen of greppels en de pompcapaciteit moeten hierop zijn afgestemd. Hierbij mag worden gecorrigeerd voor de buffercapaciteit van de leidingen en de eventuele berging van water in de ondergrond.

De draagkracht van de ondergrond moet berekend zijn op de (continue) belasting door de geteelde gewassen en puntbelasting door betreden van het bed door het personeel of berijden met transportmiddelen. De onderhoudsbehoefte moet beperkt blijven tot het verwijderen van plantresten en potgrond. Hoe gladder het bedoppervlak hoe makkelijker het schoonhouden. Daar staat tegenover dat het niet zo glad mag zijn, dat gevaar voor uitglijden bestaat. Eventuele reparaties moeten eenvoudig en degelijk uit te voeren zijn.

Doorworteling van gewassen en onkruidgroei in de bed-ondergrond zijn ongewenst. De gebruikte materialen mogen geen giftige stoffen bevatten en dienen duurzaam te zijn.

6.3 HORIZONTALE WATERAFVOER

Bij bedden met horizontale waterafvoer wordt het water via het oppervlak van het bed afgevoerd. Omdat het lekwater langs de potten wordt afgevoerd bestaat bij horizontale waterafvoer een grotere kans op verspreiding van bodemziekten. Het benodigde afschotpercentage hangt af van de afstand waarover het water moet worden afgevoerd. Het is raadzaam de afstand niet te groot te maken. Dit om vochtverschillen tussen planten op het hoogste en laagste punt te beperken. De maximale afstand tussen het hoogste en het laagste punt bij een afschotpercentage van 1,5%- 2,5% bedraagt 10 meter. Bed-ondergronden met horizontale waterafvoer bieden geen enkele bufferende werking voor het af te voeren water. De afvoercapaciteit van de goten, leidingen en de pompen dient dan ook groter te zijn dan bij ondergronden met verticale waterafvoer. Bij een buffer direct na het veld kan de benodigde pompcapaciteit lager zijn dan zonder buffer.

Een voorbeeld van ondergronden met horizontale waterafvoer is een containerveld waarvan de grond is geëgaliseerd en afgedekt met folie, eventueel in combinatie met een anti-worteldoek. Het water stroomt weg via een verzon-

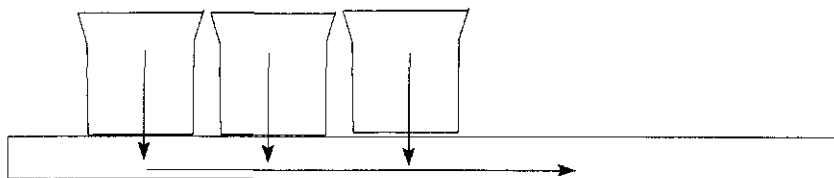
ken goot of greppel. Voorkom drempelvorming tussen bed en afvoer. Dit kan bijvoorbeeld door drains af te dekken met grind, of door U-profiel tegels, geheel open of gedeeltelijk gesloten goten te gebruiken.

Aan de onderzijde van het folie ontstaat condens. Het condenswater via de onderzijde van het folie naar het laagste punt. Dit veroorzaakt sponzige plaatsen met vervolgens verzakking en wateroverlast op het veld, naast de goten. Om vochtoverlast naast de goten te voorkomen is het raadzaam de grond aan weerszijden van de goten te draineren.

Gebleken is dat waterafvoer over folie op een onverharde ondergrond vaak plasvorming geeft. In de ondergrond ontstaan door nazakking van de grond of door het belopen van het bed kuilen. Veengrond is hier het meest gevoelig voor, vooral als het grondwerk onder natte omstandigheden is verricht. Een onderlaag van flugzand (8 à 10 cm dik) of eventueel wegendoeck verbetert de stabiliteit. Folie als waterdichte toplaag is kwetsbaar voor het ontstaan van lekkage. De duurzaamheid van het folie hangt af van de dikte en de UV-bestendigheid. Meestal wordt dik landbouwplastic gebruikt (0,2 - 0,5 mm).

Containervelden van gestort beton of asfalt zijn eveneens voorbeelden van bedden met horizontale waterafvoer. Het op afschot leggen van de vloer luistert ook hier zeer nauw. Tegels en betonplaten zijn ook vormen van horizontale waterafvoer. De kieren tussen de tegels raken snel verstopt en voeren dan onvoldoende water af. Het is noodzakelijk om maatregelen te nemen die voorkomen dat het gootsysteem verstopt raakt door meegevoerde potgrond en bladresten, bijvoorbeeld door middel van filterdoek over de goten of putdeksels. De filters dienen regelmatig schoongemaakt te worden.

Op zeer gladde vloeren, zoals sommige typen betonvloeren en bed-ondergronden van folie, komt het voor dat de potten zich als het ware vastzuigen en daardoor slecht ontwateren. Gebruik van potten met kruisbodems of eb-vloedbodems voorkomt dit euvel. Betonvloeren kunnen worden opgeruwd of van een splitlaag worden voorzien. Dit voorkomt bovendien het risico op uitglijden. De vloer zal hierdoor wel eerder vervuilen en moeilijker te reinigen zijn.



Verticale waterafvoer. Het water gaat onder de pot eerst nog naar beneden en dan pas naar het afvoerpunt. Water van de eerste pot komt niet in contact met de tweede pot



Horizontale waterafvoer. Het water van de eerste pot stroomt langs de onderkanten van de volgende potten naar het afvoerpunt

Schematische voorstelling horizontale en verticale waterafvoer

6.4 VERTICALE AFVOER

Om plasvorming te voorkomen en de kans op verspreiding van ziekten, bijvoorbeeld door wortelrot, door langs stromend lekwater te verminderen is het mogelijk om het water af te voeren via een watervoerende laag. Deze watervoerende laag wordt op een waterdichte ondergrond, bijvoorbeeld folie, aangebracht. Vervuiling, doorwortelen en onkruidgroei in de watervoerende laag is te voorkomen door het geheel af te dekken met een waterdoorlatende laag. Hiervoor kan antiworteldoek worden gebruikt, maar cement-gebonden lavaplaten of speciale drainagetegels behoren ook tot de mogelijkheden. Het water zakt door de toplaag naar de tussenlaag en wordt vervolgens over het folie afgevoerd. Het water wordt via drainbuizen en dergelijke naar een centrale wateropvang gevoerd. Aanvoerleidingen kunnen in de tussenlaag worden aangebracht.

De vervuiling van het retourwater bij verticale afvoer is minder dan bij horizontale waterafvoer, omdat minder vaste deeltjes door het water worden meegespeeld en de toplaag als filter werkt. Het bedoppervlak zelf kan volledig vlak blijven. De onderlaag wordt op afschot gelegd om vlotte afwatering te verzekeren. Zeker wanneer het onderste folie met bijvoorbeeld een stabilisatiedoek wordt beschermd, is dit systeem weinig kwetsbaar voor lekkages.

De aanwezigheid van vocht in de watervoerende laag zou een positief effect kunnen hebben op de temperatuur en luchtvochtigheid in het gewas op warme dagen. Hierover zijn echter nog geen gegevens bekend. Op dit systeem bestaan vele variaties en er komen nog steeds nieuwe bij.

6.5 VULMATERIALEN

De tussenlaag kan bestaan uit minerale, organische of kunststof vulmaterialen. De korrelgrootte van het toegepaste vulmateriaal bepaalt de doorlatendheid voor water. Deze doorlatendheid wordt uitgedrukt in een k-waarde (-meters per dag). De benodigde laagdikte is afhankelijk van de doorlatendheid van het materiaal en de lengte van de waterafvoer. Ten gevolge van vervuiling neemt in de loop van de tijd de afvoer- en bergingscapaciteit af. Houdt hier van tevoren rekening mee, door voor de benodigde dikte één of meer centimeters bij te tellen.

Minerale materialen zijn in het algemeen het duurzaamst. Lavakorrels zijn het meest geschikt. Ze zijn sterk, hebben een goede haakweerstand (verhoogt de stabiliteit) en de doorlatendheid is goed. Vaak worden meerdere lagen lavakorrels met verschillende korrelgrootte aangebracht, om de gewenste doorlatendheid en draagkracht te bereiken. Grof zand heeft een geringe korrelgrootte en kan daardoor het minst snel water afvoeren. Flugzand en perliet verbrijzelen door belasting en onder invloed van vorst. Grind en kleikorrels hebben door de gladde oppervlakte een geringe haakweerstand. De korrels kunnen bij plaatselijke belasting ten opzichte van elkaar gaan schuiven, waardoor een spoor achterblijft. Organische materialen worden op den duur afgebroken en zijn daardoor niet geschikt als vulmateriaal. Zolang het materiaal vers is dan is de afwatering goed. Door afbraak van het materiaal worden de brokken verkleind en neemt de laagdikte af evenals de afvoercapaciteit. De laag zal van tijd tot tijd aangevuld moeten worden om voldoende waterberging te garanderen. Diverse kunststoffen, zoals polystyreen, polyurethaan, nylon structuurmatten, en bevoeiingsmatten, zijn eveneens als watervoerende laag bruikbaar. Vaak zijn de materialen licht in gewicht, wat zeker op veengronden een voordeel zou kunnen zijn. Er bestaat nog betrekkelijk weinig ervaring met dit soort materialen.



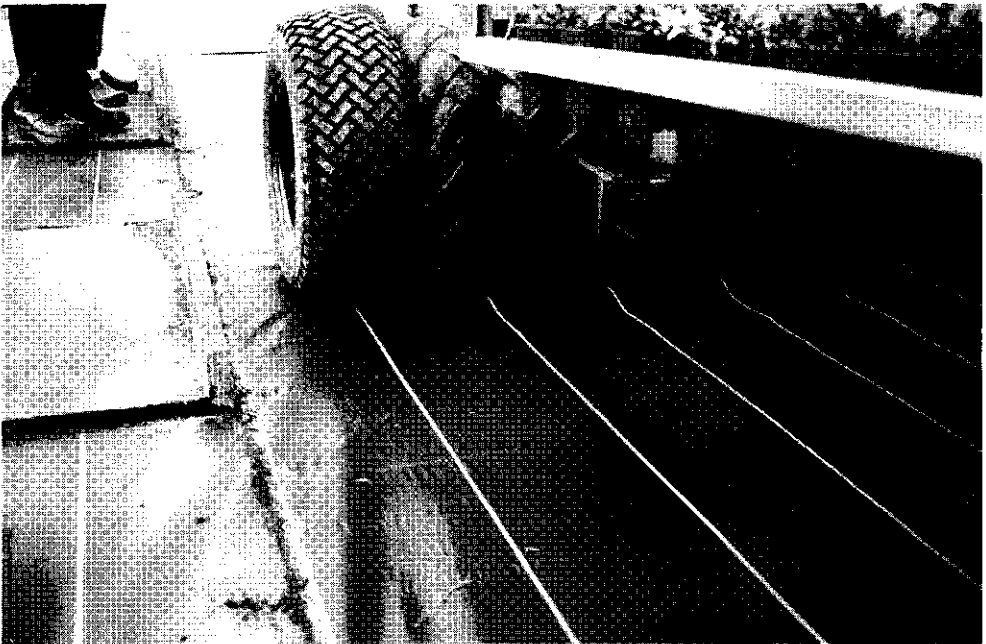
Lava-korrels zijn het meest geschikt als vulmateriaal.



Ook grind is goed bruikbaar als vulmateriaal.

6.6 BERIJDBAARHEID VAN DE BED-ONDERGROND

Of voor een berijdbare ondergrond wordt gekozen hangt samen met de teeltwijze en de methode van intern transport. De draagkracht van de ondergrond moet berekend zijn op het gebruikte transportmiddel. Bij berijdbare bed-ondergronden kan het veld naar believen ingedeeld worden. In combinatie met mechanisatie van de werkzaamheden kan dit een verhoging van de netto beteembare oppervlakte betekenen. Berijdbare bed-ondergronden zijn meestal gemaakt van beton. Hierin bestaan meerdere variaties. Ook bed-ondergronden van asfalt behoren tot de mogelijkheden. Met lavakorrels zijn eveneens berijdbare bed-ondergronden te realiseren, maar de ervaringen zijn nog beperkt. Enkele nieuwe hard kunststof materialen lijken als berijdbare bed-ondergrond veelbelovend. Wel moet men hierbij rekening houden met de uitzetting van het materiaal. Heftruck-achtige voertuigen vernielen veel met de stuurwielen. Dit bepaalt mede de bruikbaarheid van het materiaal.



Heftruck-achtige voertuigen vragen om een stabiele ondergrond.

6.7 TABLETTEN

Het kweken van boomkwekerijgewassen is ook mogelijk op al dan niet verplaatsbare tabletten. Ook bij deze teelttafels, goten en rolcontainers bestaat de keuze voor horizontale of verticale waterafvoer. De waterafvoer geschiedt in het laatste geval bijvoorbeeld door middel van geprofileerde bodemplaten. Bij een buitenteelt op tabletten is een goede hemelwaterafvoer nodig. Bij verplaatsbare tabletten is vergaande automatisering van het intern transport en robotisering mogelijk. Ruimtewinst en arbeidsbesparing dienen op te wegen tegen de hoge investeringskosten. De kosten hangen o.a. af van het type teelttablet en de aluminiumprijs. Een extra voordeel van sommige typen tabletten is dat ze gedurende de winter in twee lagen in de kas kunnen worden geplaatst. Dit betekent een belangrijke verbetering van de ruimtebenutting in de overwinteringskas.

6.8 KOSTEN, RENTABILITEIT

De bed-ondergrond blijkt een relatief groot aandeel van de investeringskosten van watergeefsystemen uit te maken. De investeringskosten en duurzaamheid van de gebruikte materialen bepalen in sterke mate de jaarkosten van het systeem. Extra opbrengsten zijn te realiseren door een hogere bezettingsgraad of door betere teeltresultaten. Indien sterk op arbeid kan worden bespaard door extra mechanisering zijn duurdere bed-ondergronden verdedigbaar. Houdt bij de keuze voor een bepaalde bed-ondergrond rekening met de eventuele restwaarde van de materialen. Deze kan negatief zijn, dat wil zeggen dat met het slopen en afvoeren kosten zijn gemoeid. De aanlegkosten in guldens per m² van bed-ondergronden bedragen voor zandlaag afgedekt met folie en anti-worteldoek circa f15,- à f20,- ; folie, lava, anti-worteldoek f25,- à f30,-; voor een betonvloer van f40,- tot f 70,-. De afschrijvingstermijn bedraagt voor folie-ondergronden 5 - 7 jaar, voor betonvloeren 15 - 20 jaar.

Het Boomteeltpraktijkonderzoek heeft een model ontwikkeld, dat aan de hand van ingevoerde bedrijfsgegevens, zoals oppervlakte, aantal potten en de potmaat, de economische prestaties berekent van vijf combinaties van bed-ondergronden met mechanisatiesystemen. De economische prestaties worden weergegeven door middel van de investering, het gemiddelde bedrijfsresultaat, de terugverdientijd van de investering en de arbeidsbesparing. De kweker kan dit model gebruiken bij het maken van een keuze.

6.9 INRICHTING VAN HET CONTAINERVELD

Niet alleen het type bed-ondergrond moet afgestemd zijn op de gekozen bedrijfsvoering. Ook de inrichting van het containerveld is van belang. De inrichting van het containerveld is bepalend voor de logistiek op het bedrijf. Afmeting en ligging van de bedden, breedte, aantal en ligging van de paden zijn van invloed op de loopafstanden, te gebruiken transportmiddelen enz. De inrichting dient dan ook weloverwogen gekozen te worden. Hierbij dient rekening te worden gehouden met de te telen gewassen, grootte van de gewasgroepen, bemestingssysteem en watergeefstelsel. Door goede voorlichting en oriëntatie kunnen vele problemen worden voorkomen.

7 WATERGEEFSYSTEMEN

Voor de watervoorziening van pot- en containerplanten zijn verschillende systemen in gebruik. Deze systemen zijn in drie hoofdgroepen te verdelen:

1. Overheadberegening (beregening over het gewas)
2. Watergeven op de pot
3. Watergeven van onderaf

Staande sproeiers, regenleidingen en gietwagens zijn vormen van overheadberegening. Druppelaars en sproeipennen zijn methoden van Water geven op de pot. Eb-vloedsystemen, zandbedden en bevoeiingsmatten zijn voorbeelden van Water geven van onderaf. Water wordt hierbij door de potgrond opgezogen. Combinaties van systemen worden ook toegepast. Het gaat hierbij meestal om combinaties van overheadberegening met druppelbevloeiing of bevoeiing van onderaf. De verschillende systemen bieden elk hun eigen mogelijkheden en beperkingen. Het vervolg van dit hoofdstuk zal op de verschillende watergeefsystemen ingaan.

7.1 OVERHEADBEREGENING

Overheadberegening is van oudsher de meest toegepaste methode van watergeven, waarbij over het gewas wordt beregend. De methode is over het algemeen eenvoudig, goedkoop en betrouwbaar. Behalve voor het watergeven is de overheadberegening vaak ook als nachtvorstbestrijding inzetbaar.

De waterbenutting hangt af van de vorm van de plant en de oppervlaktebenutting van de potten. Bij breed groeiende gewassen, waarbij de potten niet aaneengesloten staan, zal de waterbenutting door de parapluwerking van de planten laag zijn. Bij recirculerende systemen heeft een lage waterbenutting geen extra waterverspilling tot gevolg wat bij niet-recirculerende systemen wel het geval is. Wel betekent dit dat per gietbeurt meer water nodig is, de beregeningstijd langer wordt en meer retourwater terugkomt. Er is dan een grotere capaciteit nodig voor het ontsmetten van retourwater.

Een deel van het water gaat bij overheadberegening verloren door verdamping van water dat op het gewas achterblijft. Ook door winddrift treedt waterverlies op. De omvang hiervan hangt af van de windsnelheid, de druppelgrootte, de afstand tussen de sproeiers en het gewas, de vorm van het perceel en aanwezigheid van windkeringen.

Een juiste druppelgrootte is belangrijk om dichtslaan van de grond te voorkomen. Gevaar voor dichtslaan bestaat zowel bij een hoge beregeningsintensiteit met zeer fijne druppels, als bij een te grote druppelafmeting. Bij hoge intensiteit kan de indringing in de potgrond een probleem vormen.

Teeltkundige aspecten

Invloed op het gewas

Hoewel overheadberegening technisch de mogelijkheid biedt om meerdere malen per dag water te geven en de potgrond op een constant verzadigingsniveau te houden, is het voor het gewas beter om niet te vaak water te geven.

De meeste schimmelziekten ontwikkelen zich sterker als het gewas regelmatig nat is. De watergift bij overheadberegening dient daarom tot de vroege morgenuren beperkt te blijven. Gewassen die gevoelig zijn voor bladziekten, zoals bijvoorbeeld *Acer palmatum* cultivars, *Hedera* en *Hebe* kunnen beter niet beregend worden. Water geven midden op de dag kan groeiremming veroorzaken door het plotseling afkoelen en hierdoor sluiten van de huidmondjes. Bij hoge instraling kan soms ook bladverbranding ontstaan. Ook dit zijn redenen om alleen 's morgens vroeg te beregenen.

Het optreden van ziekten en ook het achterblijven van vlekken na het opdrogen van het water (voedingszouten, kalk of ijzer) maken overheadberegening minder geschikt voor het kweken van bloeiende en visueel aantrekkelijke planten. Coniferen en *Erica* koelen in de zomer door beregening sterk af. Van dit feit kan men nuttig gebruik maken.

Bemesting, wortelmilieu

Indien gewenst kunnen oplosmeststoffen aan het water worden toegevoegd. Wanneer met een laag bemestingsniveau wordt gewerkt ($EC < 2$) is naregenen niet nodig. Hogere mestconcentraties kunnen zoutresten op het gewas achterlaten, die bladverbranding veroorzaken of de sierwaarde verminderen. Naregenen met schoon water is dan wel noodzakelijk. Doordat bij overheadberegening steeds water op de potten komt, verzout de bovenkant van de potten niet. Bij droog telen vindt in warme perioden wel zoutophoping plaats. Doorspoelen heft dit probleem op. Bij overheadberegening bestaat meer kans op onkruid- en mosgroei op de pot, omdat de toplaag natter is dan bij andere watergeefmethoden. Overheadberegening heeft als voordeel dat na het oppotten de potgrond goed verzadigd kan worden, wat een goed contact bewerkstelligt tussen de wortels en de potgrond.

7.1.1 REGENLEIDINGEN

Technische aspecten

Oorspronkelijk werd op containervelden voornamelijk (kas)beregening toegepast. Regenleidingen met ketsdoppen (boog- of steeldoppen) voorzien de planten hierbij van het benodigde water. De individuele sproeidoppen hebben meestal een ongeveer cirkelvormig sproeibeeld. Om een volledige dekking te krijgen moet het sproeibereik van de sproeiers elkaar overlappen. De regenleidingen zelf verstoren de waterverdeling. Door sproeidoppen te kiezen die geschikt zijn om aan de onderkant van de leiding te monteren gebeurt dat in mindere mate. De wind heeft een behoorlijke invloed op het sproeipatroon. De waterverdeling is bij kasberegening al met al vrij ongunstig. Door verstoppingen wordt de ongelijkheid van de waterverdeling groter, met ongelijke gewasgroei als gevolg. Steeldoppen zijn gevoeliger voor verstopping dan boogdoppen. Wanneer via de regenleiding wordt bijgemest treden eerder verstoppingen op.



Regenleidingen vormen soms lastige obstakels.

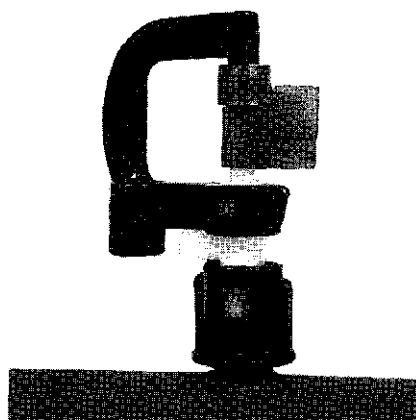
De bedbreedte en het bereik van de sproeiers moeten op elkaar afgestemd zijn. Gewoonlijk hangt boven ieder bed een regenleiding. Enige overlapping op de naastliggende bedden wordt als gunstig ervaren, omdat juist de randplanten een groter waterverbruik hebben. Aan de uiteinden van de bedden kunnen extra sproeidoppen geplaatst worden om in het extra vochtverbruik van de randplanten te voorzien. Sproeiers voorzien van een druppelstop voorkomen het leeglopen van leidingen na het beregenen. De werkdruk hangt af van het type sproeidop en ligt meestal rond de 2 à 3 bar. De capaciteit van de regenleiding varieert met het type sproeier, de afstand tussen de sproeiers en de ingestelde druk. Gewoonlijk is de capaciteit vrij hoog: 50 - 150 mm per uur. De hoge beregeningscapaciteit maakt het mogelijk om in korte tijd de volledige teeltoppervlakte te beregenen en meerdere malen per dag water te geven. Het vochniveau in de pot is dus in principe goed te sturen. De mogelijkheden hiertoe worden echter beperkt, doordat overdag beter geen water gegeven kan worden. Bestrijding van nachtvorstschade is door de hoge waterafgifte met regenleidingen niet goed mogelijk. Door cyclisch te beregenen is het enigszins mogelijk, maar de storingsgevoeligheid neemt hierdoor toe. De neerslaghoeveelheid is veel groter dan voor vorming voor ijs nodig is en de potgrond op kan nemen. Er zal veel water retour komen.

Bedrijfskundige aspecten

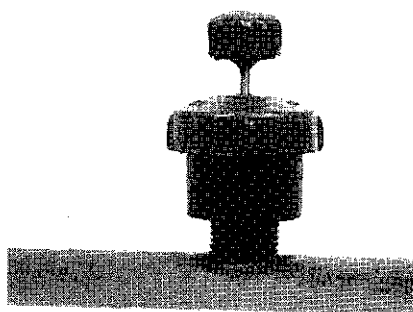
Regenleidingen stellen geen speciale eisen aan de bed-ondergrond en zijn betrekkelijk eenvoudig aan te leggen en te onderhouden. De gevoeligheid voor verstoppingen hangt af van de zuiverheid van het gebruikte water en het type dop. Doppen dienen om de 4 à 5 jaar vervangen te worden. De leidingen gaan langer mee. Gebruik van regenleidingen maakt het mogelijk om kleine oppervlakten of zelfs per bed water te geven. Dit is vooral gunstig bij het kweken van kleine partijen planten met een verschillend waterverbruik. Bij (gedeeltelijk) geautomatiseerde watergift vraagt dit uiteraard wel meer investeringen in elektrische kranen of magneetafsluiters. Bij wijzigingen in het teeltplan hoeft alleen de instelling van de regenautomaat te worden veranderd.

Regenleidingen kunnen een obstakel vormen bij het transport, het wegzetten en verzamelen van potten en een belemmering zijn bij het gewasonderhoud en mechanisatie van de werkzaamheden. Bij lage gewassen kunnen de regenleidingen laag worden gemonteerd, zodat bijvoorbeeld toch met een overgewaswagen kan worden gewerkt. Een alternatief is het ingraven van de leidingen, waarbij de sproeiers op een in hoogte verstelbaar standpijpje worden geplaatst. In kassen en tunnels worden regenleidingen gewoonlijk opgehangen, waardoor ze ook minder hinder veroorzaken.

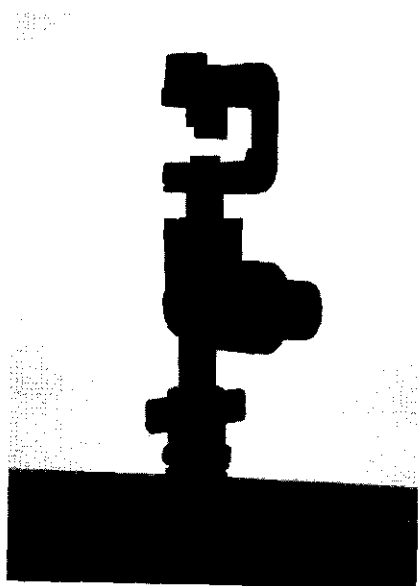
De investeringskosten voor regenleidingen bedragen ongeveer f20.000,- tot f30.000,- per ha; de afschrijvingsduur bedraagt 7 jaar.



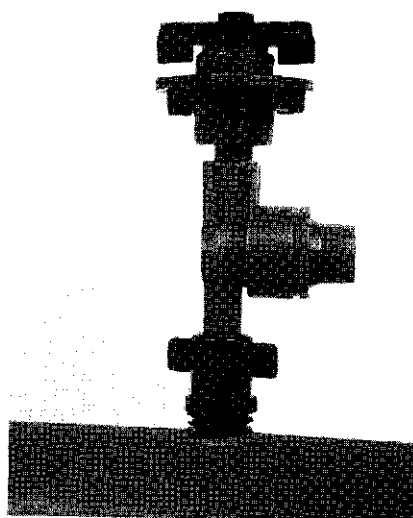
Vleugelsproeier: goede verdeling en intensiteit



Ketsdop met hoge intensiteit en zeer fijn sproeibeeld; buiten slecht toepasbaar.



Halfzijdige sproeier; afgifte moet gelijk zijn aan sproeier met rond patroon.



Ein dor vleugelsproeier: goede verdeling en intensiteit; met geïntegreerde anti-druppel afsluiter.

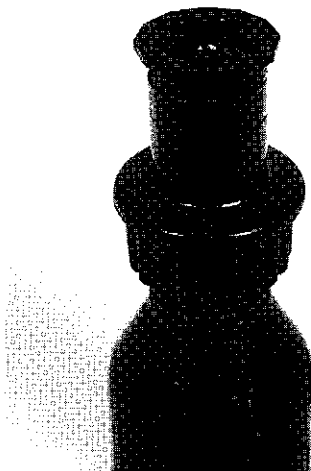
7.1.2 STAANDE SPROEIER

Technische aspecten

Staande sproeiers, zoals veerbelaste sproeiers, vleugelsproeiers en heestersproeiers vormen een volledig of gedeeltelijk cirkelvormig sproeibeeld. Sproeiers met een rechthoekig sproeibeeld zijn in de praktijk niet in gebruik, vanwege de hoge prijs en de tegenvallende waterverdeling. Voor kasberegening is er een Duitse sproeier met een vierkant sproeibeeld, welke in de praktijk als redelijk wordt ervaren (de 'quadrat duse'). Evenals bij regenleidingen laat de waterverdeling van staande sproeiers te wensen over. De waterverdeling is het best wanneer de sproeiers in driehoeksverband worden geplaatst. Langs de randen van percelen zijn sectorsproeiers gewenst om lozing op het oppervlaktewater te voorkomen. Zorg er wel voor dat de watergift per oppervlakte-eenheid ongeveer van de sectorsproeier even groot is als van de rondgaande sproeier.



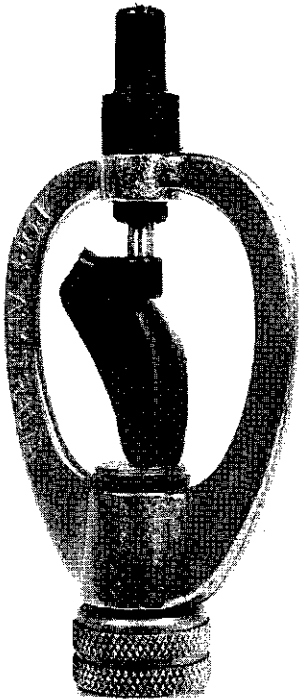
*Rondgaande sproeier met
wateraandrijving*



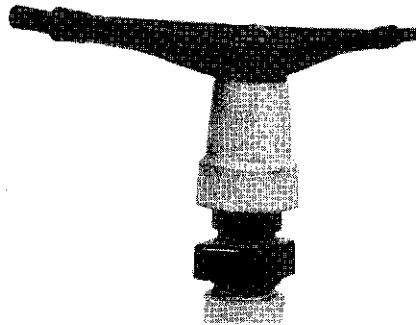
Heestersproeier

Het bereik van de sproeiers is in te stellen door de waterdruk of de opening van de sproeimond te veranderen. De opening van de sproeimond moet zijn aangepast aan de afstand tussen de sproeiers. De onderlinge afstand is afhankelijk van het type sproeier en de afmetingen van de bedden. De afstand varieert ongeveer van 3 tot 12 meter en verschilt per type sproeier. De windgevoeligheid van staande sproeiers is door de grotere omvang van de druppels kleiner dan van regenleidingen met ketsdoppen. De standpijpen van de sproeiers dienen ruim boven het gewas uit te steken, om beïnvloeding van het sproeibeeld door onderschepping van water door het gewas te voorkomen. De hoogte van de standpijpen kan eventueel aan de groei van het gewas worden aangepast.

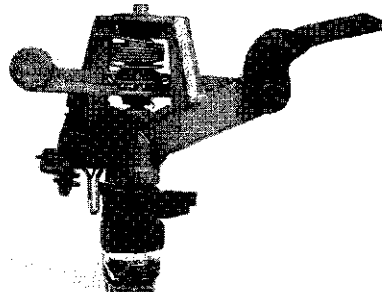
Veerbelaste sproeiers (rondgaande en sectorsproeiers) vragen een waterdruk van 4 - 6 bar. De watergift bedraagt 3 - 10 mm per uur. Heestersproeiers werken bij lagere druk en hebben een hogere beregeningscapaciteit, ongeveer 40 mm/uur. Het kleinere oppervlaktebereik brengt met zich mee dat er meer tijd nodig is om alle planten van water te voorzien. Door de kleine hoeveelheid water per tijdseenheid kunnen zijn de meeste typen rondgaande sproeiers geschikt voor nachtvorstbestrijding. Gebruik dan liever geen onbeschermd veer, omdat deze vast kan vriezen.



Rotoframe sproeier: draaiend frame voorkomt dode hoeken



Libelle rondgaande sproeier



Veerbelaste sproeier met sector-mogelijkheid en straalbreker.

Bedrijfskundige aspecten

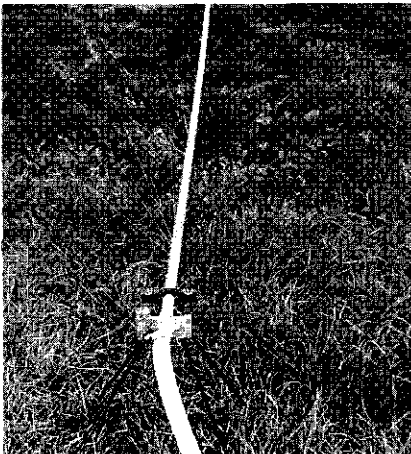
Evenals regenleidingen vragen staande sproeiers geen speciale aanpassingen van de bed-ondergrond. Staande sproeiers zijn wat minder storingsgevoelig dan regenleidingen, omdat ze minder snel verstoppert. Met de kleinere typen sproeiers kunnen smalle bedden worden beregend. De grotere typen bestrijken een grotere oppervlakte. Grote sproeiers zijn dus minder geschikt wanneer verschillende partijen planten met een afwijkende waterbehoefte naast elkaar staan.

Doordat de standpijpen boven het gewas uitsteken vormen ze een belemmering voor de mechanisatie, maar in mindere mate dan dit bij regenleidingen het geval is. Vaak zijn de standpijpen eenvoudig los te draaien. Het losdraaien en terugplaatsen is arbeidsintensief.

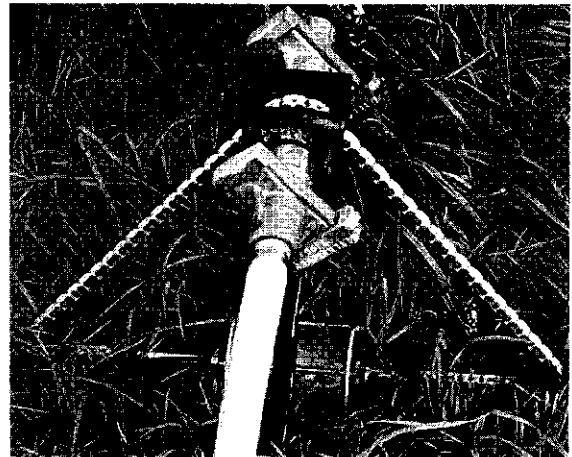
De kosten voor aanleg zijn vergelijkbaar met de kosten van een regenleiding.

7.1.3 ZWENKSPROEIEREN

Een andere vorm van overheadberegening zijn zwenksproeiers. Eenvoudig gezegd bestaan deze uit buizen die over de gehele lengte een kantelende beweging maken. Dit resulteert in een rechthoekig sproeibeeld. Bij hogere gewassen dienen de sproeiers op een verhoging te worden geïnstalleerd om goed over het gewas heen te sproeien. In Nederland maakt men geen gebruik van dit systeem, in Frankrijk en Engeland wel.



Zwenkbuis

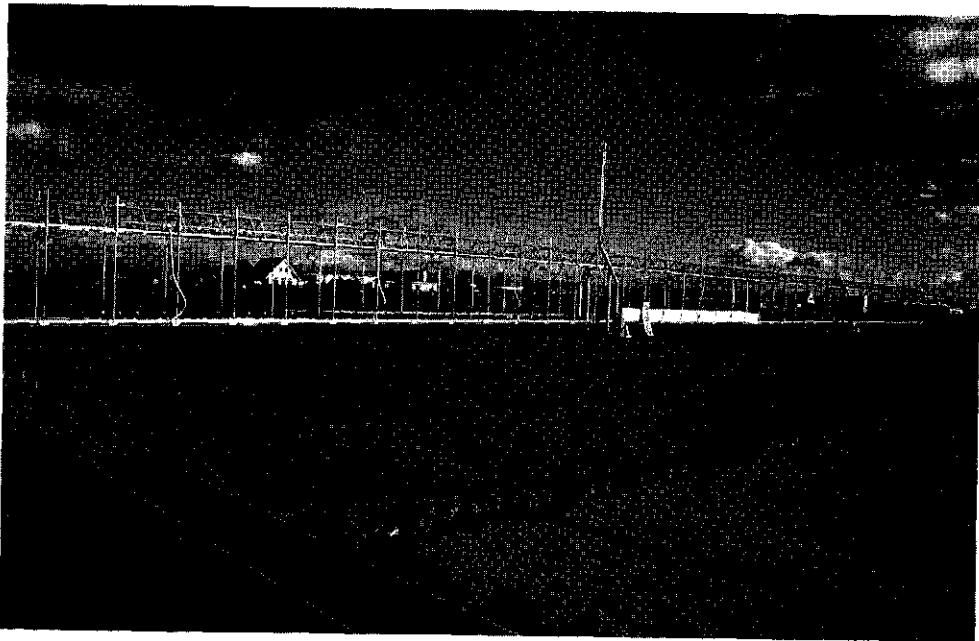


Besturing zwenkbuis

7.1.4 GIETWAGENS/REGENWAGENS

Technische aspecten

Een gietwagen, ook wel gietboom of regenwagen genoemd, bestaat uit een aandrijfgedeelte, dat over een wielspoor of rail voortbeweegt en een frame waaraan een buizenstelsel met sproeiers is bevestigd. Er bestaan rijdende typen en hangende typen. De hangende typen worden het meest toegepast in kassen of tunnels. De gietwagen is met een slang aangesloten op de watervoorziening. De lengte van de slang is beperkend voor de lengte van het te beregenen veld. Door de voortgaande beweging van de sproeiarm is de waterverdeling gunstiger dan bij andere methoden van overheadberegening. Er bestaan verschillende typen gietwagens met meer of minder mogelijkheden. Een geavanceerde uitvoering is zelfs voorzien van een optisch element dat waarneemt waar een volgende rij potten staat. Het apparaat doseert per plantenrij en heeft dus een onderbroken sproeibeeld. Hoe meer instel- en programmeermogelijkheden er zijn en hoe meer de rijsnelheid te variëren is, des te beter kan de watergift aangepast worden aan de behoefte van de verschillende partijen planten. Sommige gietwagens kunnen zo worden geprogrammeerd dat ze op verschillende vakken van het perceel, zowel in de lengte als in de breedte, verschillende hoeveelheden water geven.



Gietwagen met meerdere functies

De beregeningsintensiteit is afhankelijk van de voortbewegingssnelheid, de druk en het aantal en type sproeiers. Bij sommige typen is de beregeningsintensiteit bijzonder hoog. Het gevaar bestaat meer water te geven dan de potgrond op dat moment op kan nemen. Gietwagens voldoen het best op percelen met een constante breedte. De hoogte van de gietarm beperkt het gebruik in hoge gewassen. Soms is de gietarm in hoogte instelbaar. Verliezen ten gevolge van winddrift kunnen door verlaging van de arm worden beperkt. Nachtvorstbestrijding met gietwagens is niet goed mogelijk.

Bedrijfskundige aspecten

Afgezien van de rail of het wielspoor zijn geen speciale aanpassingen van de bed-ondergrond nodig. De gietwagen kan zijn voorzien van aparte leidingen en spuitdoppen voor het spuiten van gewasbeschermingsmiddelen. Het is in dat geval noodzakelijk dat de gietwagen met een voldoende hoge snelheid kan voortbewegen. Een voordeel van gietwagens is dat ze geen belemmering vormen voor mechanisatie. Het is zelfs mogelijk gietwagens uit te bouwen en tevens als overgewaswagen te gebruiken voor het uitvoeren van teelthandelingen. Sommige typen zijn helaas zo storingsgevoelig dat het noodzakelijk is tijdens het beregenen in de buurt te blijven. De aanschafkosten variëren van tienduizend gulden tot enige honderdduizenden guldens per stuk, afhankelijk van de werkbreedte en de instelmogelijkheden. Afhankelijk van het type en de inrichting van het bedrijf kunnen meerdere gietwagens per bedrijf nodig zijn.

Tabel
Overzicht vormen van overheadberegening

Teelttechnische aspecten	regenleiding	staande sproeiers	gietwagens
onkruid- en mosgroei	veel	veel	veel
zoutophoping in de potgrond	weinig	weinig	weinig
kans op aantasting gezondheid en vervuiling gewas	groot	groot	groot
mogelijkheden bemesting via gietwater	goed	goed	goed
Technische aspecten			
waterverdeling	slecht	slecht	matig
beregeningsrendement	slecht	slecht	slecht
keuze type bed-ondergrond	vrij	vrij	vrij
mogelijkheid voorkoming nachtvorstschade	beperkt ¹⁾ mogelijk	aanwezig ²⁾	niet mogelijk
Bedrijfskundige aspecten			
mogelijkheden voor mechanisatie van teelthandelingen	geen	matig	goed
onderhoudsbehoefte	gering	gering	matig
duurzaamheid	goed	goed	goed

¹⁾ alleen bij cyclisch beregenen mogelijk vanwege de hoge neerslagintensiteit

²⁾ afhankelijk van de beregeningsintensiteit

7.2 WATERGEVEN OP DE POT

Bij watergeven op de pot is de waterbenutting maximaal. Er treedt alleen waterverlies op wanneer meer water wordt gegeven dan de potgrond op kan nemen en er geen recirculatie plaatsvindt. De watergift is bij druppelsystemen in principe goed stuurbaar. Door vervuiling van druppelaars kan een onregelmatige watergift ontstaan. Nachtvorstbestrijding is middels deze watergeefmethode niet mogelijk.

Teelttechnische aspecten

Invloed op het gewas

Door op de pot water te geven blijft het gewas droog, afgezien van de natuurlijke neerslag uiteraard. Dit betekent dat er door de watergift geen gevaar bestaat voor nadelige gevolgen voor de groei en het ontstaan van schimmelziekten. Ook het uiterlijk van het gewas wordt er niet door beïnvloed. Het is met deze methode van watervoorziening mogelijk op elk gewenst moment water te geven. Er kan dus volledig tegemoet gekomen worden aan de waterbehoefte van het gewas.



Gericht watergeven met de druppelaar op steker in de pot.

Bemesting, wortelmilieu

Het is goed mogelijk de planten via het druppelsysteem te bemesten. De verdeling van de meststoffen is redelijk en er zullen minder meststoffen in het retourwater terechtkomen dan bij overheadberegening. Wel kunnen eerder verstoppingen in de druppelaars ontstaan. Onder de druppelplaats vormt zich een vochtkegel in de potgrond. Doordat de horizontale verplaatsing van water in de potgrond gering is, blijft de potgrond onder de druppelaar natter dan de omliggende potgrond.

Druppelaar

Hierdoor kan het voorkomen dat slechts een gedeelte van de pot wordt doorworteld. Druppelaars toepassen met een breder druppelpatroon, het plaatsen van meerdere druppelaars per pot en het aanpassen van de beurtgrootte en gietfrequentie kunnen dit verschijnsel voorkomen. De geringe horizontale waterverplaatsing is er ook de oorzaak van dat, hoewel op de pot wordt water gegeven, een deel van het potoppervlak toch droog blijft en kan verzouten. Dit is vooral onder glas het geval. Mos- en onkruid groei komt voornamelijk op de natte plekken onder de druppelplaats voor.

Technische aspecten

De waterverdeling tussen planten is bij druppelbevloeiing gelijkmatig, mits het systeem goed wordt onderhouden. Om te voldoen aan de extra waterbehoefte van randplanten kunnen extra druppelaars worden bijgeplaatst. Dit kan ook een druppelaar met een afwijkende afgifte zijn. Het aanbod in druppelsystemen is groot. Het voornaamste verschil tussen druppelaars en sproeipennen is de waterafgifte per tijdseenheid. Bij druppelaars is dit 1 - 5 liter per uur, bij sproeipennen ligt de afgifte vele malen hoger (0,5 liter per minuut en meer). Druppel-systemen zijn als gevolg van de aanwezigheid van fijne kanaaltjes gevoeliger voor verstoppingen dan regeninstallaties. Bij nieuwe druppelaars zijn de afgifteverschillen tussen druppelaars onderling afhankelijk van het merk en het type.

Sproeipen, capillaire druppelaar en labyrint-druppelaar

Tijdens de teelt nemen de afgifteverschillen tussen de druppelaars door vervuiling toe. Dit kan leiden tot een ongelijke gewasontwikkeling. Verontreinigingen uit het gietwater, vuil afkomstig uit (nieuwe) leidingen, algen- en bacteriegroei in de leidingen en neerslag van meststoffen zijn oorzaken voor verstoppingen. Het voorfilteren van het gietwater met bijvoorbeeld een fijn zandfilter is raadzaam. Sproeipennen zijn minder gevoelig voor verstoppingen en zijn gemakkelijker te controleren dan druppelaars. Capillairen zijn gevoeliger voor vervuiling dan druppelaars met een labyrint. Regelmatige controle op aanwezigheid van verstopte druppelaars is noodzakelijk. Het is wenselijk de drup-

pelleidingen een keer per jaar in een oplossing van salpeterzuur-37% (1 liter per 10 liter water) te zetten om het vuil op te lossen. Vervolgens doorspoelen met schoon water. Verwijder de einddoppen van de slangen bij het doorspoelen, zodat het opgeloste vuil niet in de druppelaars terecht komt.

De druk in druppelleidingen neemt in de stroomrichting af. Bij lange druppelleidingen kunnen afgifteverschillen tussen druppelaars ontstaan. Niet drukgecompenseerde leidingen zullen door deze drukverschillen in hun afgifte worden beïnvloed. Druk-gecompenseerde typen hebben binnen een bepaald druktraject een ongeveer gelijkblijvende afgifte. Wanneer de leidingen op afschot liggen kunnen de leidingen op het laagste punt leeglopen. Het geven van meerdere kleine gietbeurten leidt in dit geval tot grotere vochtverschillen tussen planten, dan bij enkele grote gietbeurten. Er bestaan drukafsluitende typen druppelaars, die het leeglopen van de leidingen voorkomen.

De druppelleidingen en druppelaars liggen meestal bovengronds. Dit maakt het systeem kwetsbaar voor beschadigingen tijdens werkzaamheden. De meest kwetsbare onderdelen van een druppelleiding zijn de elementen die zorgen voor de drukopbouw. Systemen waarbij deze op de verdeelleiding zijn gemonteerd zijn minder kwetsbaar dan systemen waar ze gemonteerd zijn aan het einde van de druppelslangetjes.

Bedrijfskundige aspecten

Doordat elke pot een eigen druppelaar of sproeipen nodig heeft is druppelbevloeiing bij aanvang en beëindiging van de teelt arbeidsintensief. Deze methode wordt meestal toegepast bij teelten in potten/containers van meer dan vijf liter, waar de arbeidskosten bij begin en einde van de teelt relatief minder zwaar wegen.

De druppelsystemen zijn slechts in geringe mate aan te passen aan verandering in plantdichtheid bij opeenvolgende teelten. In vergelijking tot regeninstallaties vragen druppelsystemen meer onderhoud. De levensduur van druppelaars met een geringe afgifte is slechts 2 - 3 jaar. Sproeipennen gaan langer mee. De kosten hangen sterk af van de plantdichtheid. De prijzen van druppelaars lopen uiteen van f0,30 voor eenvoudige capillairen tot f0,50 voor druppelaars met labyrint. Sproeipennen kosten ongeveer f0,70 cent per stuk.

Tabel

Overzicht systemen watergeven op de pot

Teelttechnische aspecten	druppelaars	sproeipennen
onkruid- en mosgroei	matig	veel
zoutophoping in de potgrond	matig	gering
kans op aantasting gezondheid en ver- vuiling gewas	klein	klein
mogelijkheden bemesting via gietwater	goed	goed
Technische aspecten		
waterverdeling	goed	goed
beregeningsrendement	goed	goed
keuze type bed-ondergrond	vrij	vrij
mogelijkheid voorkoming nachtvorstschade	geen	geen
Bedrijfskundige aspecten		
mogelijkheden voor mechanisatie van teelthandelingen	gering	gering
onderhoudsbehoefte	groot	matig
duurzaamheid	beperkt	matig

7.3 WATERGEVEN VAN ONDERAF

Bij watergeven van onderaf wordt het benodigde water door de potgrond van onderaf opgezogen. Dit legt geen beperkingen op aan de tijdstippen waarop water kan worden gegeven.

Er zijn grofweg twee systemen te onderscheiden: eb- vloed systemen en opzuigsystemen. Bij eb-vloed systemen staan de potten enige tijd in een laag water, waardoor de potgrond vocht kan opnemen. Na wegvloeien van het water staan de potten op een droge ondergrond. Behalve eb-vloed systemen waarbij de volledige oppervlakte van een vak onder water worden gezet, bestaan ook pot-in-pot systemen en gootsystemen, waarbij een veel kleinere oppervlakte onder water komt te staan. Opzuigsystemen berusten op de capillaire werking van grond. Vanuit een voortdurend vochtige ondergrond wordt het water de pot ingezogen. Deze ondergrond kan een zandbed zijn, maar ook een bevoeiingsmat of ander waterhoudend materiaal. Opzuigsystemen zijn in hoge mate gebonden aan de bed-ondergrond. Ten gevolge van verdamping vanuit het bedoppervlak kunnen de waterverliezen behoorlijk oplopen. De hoogte van de waterlaag en het al dan niet voortdurend beschikbaar zijn van water zijn de belangrijkste verschillen tussen beide methoden. Inmiddels zijn vooral in kasteelten ook tussenvormen ontstaan. Nachtvorstbestrijding is met dit watergeefstelsel niet mogelijk.

Teelttechnische aspecten

Invloed op het gewas

Bij watergeven van onderaf kunnen planten naar behoefte water opzuigen. Dit komt ten goede aan een gelijkmatige gewasontwikkeling. Speciale voorzieningen voor randplanten zijn overbodig. Bij deze wijze van Water geven blijft het gewas droog. Er is minder risico voor het optreden van schimmelziekten en groeivermindering dan bij overhead beregening. Ook treedt bij onderbevloeiing geen vervuiling op van het bovengrondse gewas. Wel bestaat meer gevaar voor de verspreiding van bodemziekten via de ondergrond en het gietwater. Bij deze manier van watergeven is een goede stabiele potgrond vereist.

Wortelmilieu

Doordat de bovenlaag van de potgrond bij watergeven van onderaf over het algemeen droger is dan bij overheadberegening is er weinig mos- en onkruidgroei op de potten. Daarentegen bestaat meer kans op verzouting van de bovenste laag potgrond: het water verdampt en de zouten blijven achter. Bij buitenteelten zullen door natuurlijke neerslag deze zouten weer weggespoeld worden en zal verzouting van de bovenzijde van weinig belang zijn. In kasteelten zullen zich eerder problemen voordoen, vooral bij langduriger teelten en zoutgevoelige gewassen. Over het algemeen hebben bedrijven met dit soort systemen ook een systeem voor overheadberegening. Hier spoelt men mee

door. De drogere bovenlaag kan ertoe leiden dat de potgrond niet volledig doorworteld wordt. De pothoogte mag daarom niet te hoog zijn. Lage brede potten hebben de voorkeur boven smalle hoge potten. Brede potten hebben als extra voordeel dat ze minder snel omwaaien.

Bij Water geven van onderaf duurt het na het oppotten van de planten lang voordat de potgrond geheel is verzadigd. Ook duurt het langer voor een goede aansluiting ontstaat tussen de potgrond en de wortels. Het wordt in het algemeen als noodzakelijk ervaren om na het oppotten de potgrond van bovenaf te verzadigen. Dit kan worden ondervangen door direct na het oppotten de potgrond nat te maken, bijvoorbeeld door een sproeier te monteren achter de oppotlijn.

Bedrijfskundige aspecten

Watergeven van onderaf biedt de mogelijkheid om plantdichtheid en potgrootte van op elkaar volgende teelten te variëren zonder dat aanpassing van het watergeefstelsel nodig is. Het watergeefstelsel belemmert verdere mechanisering niet. Eventuele aanpassingen of voorzieningen in de bedondergrond kunnen wel de berijdbaarheid beperken of zelfs verhinderen.

7.3.1 EB-VLOED BEDDEN

Bij eb-vloed bedden wordt het water op centrale punten via ondergrondse leidingen water opgepompt en weer afgevoerd. De hoeveelheid en de frequentie waarmee het water wordt opgepompt is instelbaar. Na verloop van een ingestelde periode, nodig om de potgrond geheel of gedeeltelijk te verzadigen, gaat het niet opgenomen water naar een opslagtank. Na aanvulling met meststoffen is dit water voor hergebruik geschikt.

Teelttechnische aspecten

Bemesting en wortelmilieu

Het is goed mogelijk om via het gietwater te bemesten. Het aanhouden van watervoorraden met een verschillende mestsamenstelling is mogelijk, maar vraagt meerdere (grote) opslagtanks. Gewoonlijk wordt immers slechts 10 - 15 % van de hoeveelheid opgezet water door de potgrond opgenomen, de rest vloeit terug naar de opslag. Gezien de grote voorraden zijn wijzigingen in de verhouding tussen voedingselementen niet snel door te voeren.

Gewassen met fijne wortels blijken in de praktijk moeilijker te telen te zijn op eb-vloed systemen. Door gebruik te maken van goed ontwaterende potten, bijvoorbeeld met kruisbodems of speciale eb-vloed bodems, en luchtige en stabiele potgrond met een goede capillaire werking zijn de teeltresultaten te verbeteren.

Doordat de watertemperatuur van het gietwater lager is dan de pottemperatuur en een relatief groot deel van de pot in het water komt te staan, kan Water geven midden op de dag een grote daling van de worteltemperatuur veroorzaken. Hoe nadelig of voordelig dit is voor de groei van de plant is niet bekend.



Bij eb- en vloed komt het bed volledig onder water te staan.

Technische aspecten

De hoogte van de potten mag bij eb-vloedsystemen niet hoger zijn dan ongeveer drie maal de opzethoogte van het water. In de praktijk betekent dit dat potten hoger dan ± 20 cm niet voor de teelt op eb-vloed bedden in aanmerking komen. Het waterverlies is bij een correct aangelegd systeem gering. Er zijn slechts kleine verdampingsverliezen via het bedoppervlak te verwachten. Het is belangrijk dat het opkomen en afstromen van het water gelijkmatig over het gehele bed plaatsvindt. In geval van bedden met horizontale waterafvoer mag het hoogteverschil in het bed niet te groot zijn. Hoogteverschillen in het bed leiden tot verschillen in opzethoogte tussen de potten en daarmee tot vochtverschillen. Het maximale hoogteverschil be-

draagt 5 - 10% van de potoogte. De pompcapaciteit moet voldoende groot zijn om in korte tijd alle vakken van water te kunnen voorzien. De aan- en afvoer van water moet binnen 20 minuten zijn gerealiseerd.

Het systeem heeft minder mogelijkheden voor het sturen van het vochniveau dan bijvoorbeeld druppelsystemen. De gelijkheid tussen potten is het grootst, wanneer de potten op een hoog verzadigingsniveau worden gehouden. Voorkom verstoppingen door regelmatig plantresten en potgrond bij inlaat- en afvoerpunten te verwijderen. Storingen ten gevolge van het blijven hangen van kleppen kunnen leiden tot het geven van teveel of juist te weinig water.

Bedrijfskundige aspecten

Eb-vloed systemen zijn te combineren met allerlei bed-ondergronden, zowel berijdbare, als niet-berijdbare bed-ondergronden, bedden met horizontale en verticale waterafvoer als ook met teelttabletten. Eb-vloedbedden bieden weinig tot geen beperkingen voor de mechanisatie van teelthandelingen. De scheidingen tussen bedden kunnen een belemmering zijn voor transportmiddelen. De kosten voor aanleg van de bed-ondergrond vormen een belangrijk deel van de investeringskosten. Wanneer wordt uitgegaan van een lava bed-ondergrond zijn de kosten voor de aanleg van een eb-vloedsysteem niet hoger dan de aanlegkosten van overheadberegening. De levensduur is lang en de onderhoudsbehoefte en storingsgevoeligheid zijn beperkt. Daar staat tegenover dat in geval van storing de gevolgen groot kunnen zijn.

7.3.2 POT-IN-POT METHODE

Speciaal voor potmaten vanaf 10 liter is een eb-vloed systeem ontwikkeld waarbij de potten in ingegraven containers staan. De ingegraven containers zijn aangesloten op een buizenstelsel, dat voor de aan- en afvoer van water zorgt. De ligging van de potten en de buizen dient volledig horizontaal te zijn. De aanleg kan machinaal plaatsvinden.

De teelpotten hangen in de overpotten, waarbij aan de onderkant enige centimeters vrije ruimte overblijven. De opzethoogte in de potten is instelbaar (10 - 15 cm), voldoende om ook grotere containers van water te voorzien. De pottemperatuur is vrij stabiel doordat de potten zijn ingegraven. De kans op vorstschade aan de wortels of schade ten gevolge van te hoge worteltemperatuur in de zomer is daardoor kleiner dan bij planten die niet zijn ingegraven. Er bestaat een kans op inwortelen van de planten in het buizenstelsel, waardoor verstoppingen ontstaan.

Het watergeefstelsel is op zich recirculerend. Er kunnen extra voorzieningen worden getroffen voor het opvangen van regenwater tussen de plantenrijen. Hiermee kan tevens onkruidgroei op de tussenliggende stroken worden tegengaan.



Bij het pot-in-pot-systeem staan de containers verankerd in de grond.

Bij hoge grondwaterstanden kan het buizenstelsel gedeeltelijk omhoog worden gedrukt en ongelijk worden. Ook kan bij strenge vorst schade aan het buizenstelsel en de potten optreden.

Bedrijfskundige aspecten

Het systeem is weinig flexibel voor veranderingen in plantafstanden. Verhogen van de plantdichtheid is alleen mogelijk door het gehele systeem aan te passen.

De arbeidsbehoefte bij het uitzetten van de planten is groot. Bovendien wordt de werkhouding bij het uitvoeren van teelthandelingen door het ingraven nadelig beïnvloed. Een gunstige bijkomstigheid is, dat het watergeefstelsel tevens fungeert als anti-omwaaisysteem. De aanlegkosten bestaan voor een groot deel uit arbeidskosten. Het systeem bestaat pas enkele jaren. Over de levensduur van het systeem zijn nog nauwelijks gegevens bekend.

Tabel
Overzicht eb-vloed systemen

Teelttechnische aspecten	eb-vloed	pot-in-pot
onkruid- en mosgroei	weinig	weinig
zoutophoping in de potgrond (in de kas)	veel	veel
kans op aantasting gezondheid en vervuiling gewas	klein	klein
mogelijkheden bemesting via gietwater	goed	goed
Technische aspecten		
waterverdeling	goed	goed
beregeningsrendement	slecht	slecht
keuze type bed-ondergrond	vrij	vrij
mogelijkheid voorkoming nachtvorstschade	geen	geen
Bedrijfskundige aspecten	eb-vloed	pot-in-pot
mogelijkheden voor mechanisatie van teelt handelingen	veel	veel
onderhoudsbehoefte	gering	groot
duurzaamheid	goed	goed

7.3.3 OPZUIGING VAN ONDERAF

Bij systemen die de planten via opzuiging van onderaf van water voorzien vindt de vochtvoorziening plaats vanuit een waterhoudende ondergrond. Nadelen bij dit systeem zijn de onkruid-, mos- en algengroei op het bed en het doorwortelen van de planten in de ondergrond. Aanwezigheid van meststoffen in het bed vergroot deze problemen. De kweker is daarom genoodzaakt langzaamwerkende meststoffen te gebruiken. Door het bed af te dekken met grof geweven nylon doeken, vlamfolie en dergelijke zou doorworteling en onkruidgroei in het bed te beperken zijn. Ook vervuiling door grond en bladresten is zo te verminderen.

Afdekken van het bed verkleint echter het contact van de pot met de ondergrond en beperkt de wateropname. Bij de keuze van het afdek materiaal moet er rekening mee worden gehouden dat de opzuiging niet te veel wordt belemmerd. Lichte afdekmaterialen zouden buiten problemen kunnen opleveren door stuk waaien. Bovendien zijn deze kwetsbaarder bij het lopen op de bedden.

Doordat de potten naar behoefte water op kunnen zuigen zijn de schommelingen in vochniveau en de verschillen tussen potten minimaal. Met het vochniveau in de onderlaag is het vochniveau in de pot te beïnvloeden. Hierdoor is het in principe mogelijk elk gewenst vochniveau te handhaven. Of dit lukt hangt af vooral van de eigenschappen van het bevoelingsmateriaal. Er is een potgrond nodig met een goede capillaire werking.

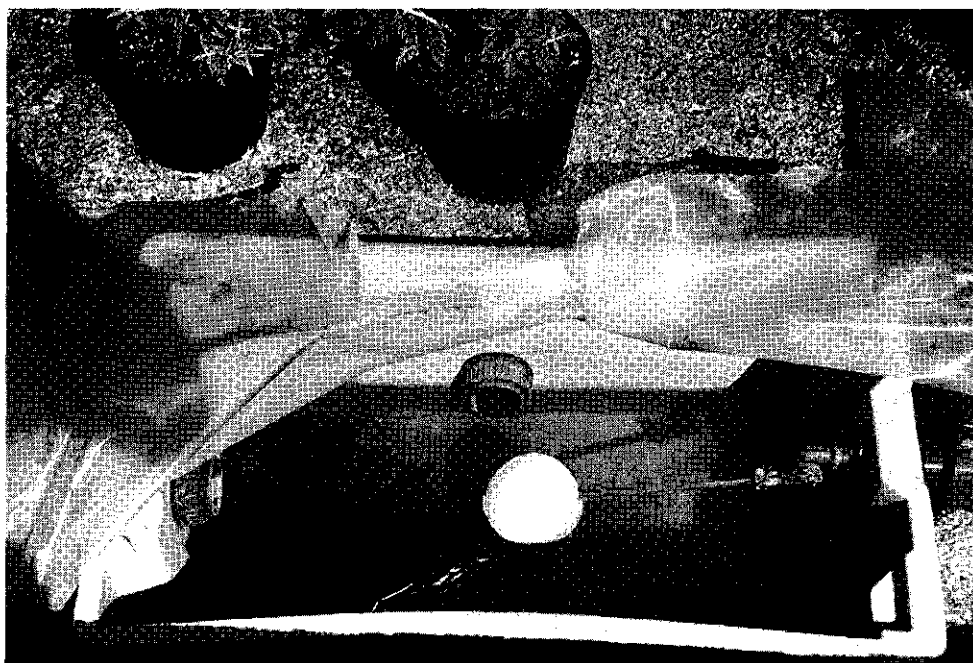
Er treedt waterverlies op door verdamping vanuit het bedoppervlak. Bij de keuze van de potten dient er rekening mee worden gehouden dat de gaten in de potten op het laagste punt zitten en dat er geen rand onder de pot zit die het contact met de ondergrond vermindert.

7.3.4 ZANDBEDDEN

Technische aspecten

Het systeem van watervoorziening door middel van zandbedden is ontwikkeld in Efford, Engeland. Vandaar dat deze methode ook wel aangeduid wordt met de term Efford-systeem. De planten staan hierbij op een zandlaag van minstens 7,5 cm dikte. In het zandbed staat voortdurend een laag water. Het gewenste niveau van de waterlaag hangt af van het gewenste vochniveau in de pot, de waterbehoefte van het gewas en de potgrootte.

In het zandbed, dat in principe bestaat uit een al dan niet ingegraven waterdichte bak, worden om de 1,75 à 2 meter half verzonken drainagebuizen gelegd. Deze drainbuizen dienen bij voorkeur omhuld te zijn met kunststof vezels, die het water filteren. Door middel van een vlottersysteem, waarop de drainbuizen zijn aangesloten blijft het water op niveau. De vlottersystemen moeten regelmatig gecontroleerd worden.



Zandbed met flotter-systeem, het zogenaamde 'Efford-systeem'.

Het is belangrijk dat de vlotterbak lichtdicht is om algengroei te voorkomen. De korrelgrootte van het zand is van groot belang voor de capillaire werking en doorstroming van het water in het bed. Een voorbeeld van een goede samenstelling van het zand is 10% van de korrels met een diameter kleiner dan 0,2 mm, 50% tussen 0,2 en 0,5 mm en 40% groter dan 0,5 mm. In perioden met sterke verdamping kan de aanvoer van water via het zandbed te klein zijn om aan de vraag te voldoen. Hierdoor kunnen vochtverschillen in het zandbed ontstaan en dus ook vochtverschillen en groeiverschillen tussen planten. Potten die eenmaal droog zijn, nemen slechts zeer langzaam weer water op.

Voor afvoer van hemelwater is een overloopsysteem nodig. Dit water kan naar de opslag voor hergebruik. Het is noodzakelijk dat de potten een goed contact met de ondergrond hebben. Dit vereist een volledig egale oppervlakte. Belopen van het bed is ongewenst, omdat dit indrukken achterlaat.

Engelse ervaringen geven aan dat potten groter dan 5 liter op zandbedden te droog blijven. In Nederland zijn wel goede resultaten gehaald met containers van 12 liter en meer.

Bedrijfskundige aspecten

De zandbedden mogen bij voorkeur niet worden betreden. Dit betekent dat de bedbreedte hoogstens 1,40 - 1,60 meter kan zijn om teelthandelingen goed uit te kunnen voeren. De netto teeltoppervlakte is daardoor geringer dan bij systemen, waarbij betreden wel mogelijk is. De duurzaamheid is goed, maar het systeem vraagt wel veel onderhoud en controle. Kosten voor aanleg bedragen f35,- à f40,- per m².

7.3.5 BEVLOEIINGSMATTEN

Watergift door middel van bevoeiingsmatten of vlies- en viltdoeken komt grotendeels overeen met de zandbedmethode. De planten zuigen het water op via capillair contact met de waterhoudende ondergrond. De laagdikte van het bevoeiingsmateriaal is echter meestal veel geringer dan van een zandbed. Soms ligt de ondergrond op afschot. Bevloeiingsmatten worden tot dusverre voornamelijk toegepast in kasteelten. De geringe waterbuffer van het materiaal en de verdampingsverliezen maken het systeem als zelfstandige watervoorziening voor buiten minder geschikt. Wanneer de bedden leeg liggen bestaat bovendien de kans dat de bevoeiingsmatten wegwaaien.

Er bestaan horizontale systemen en systemen op afschot. Op horizontale bedden worden de bevoeiingsmaterialen doorgaans natgehouden door druppelaars of sproeiers die op regelmatige afstanden tussen de planten verdeeld zijn of inline druppelslangen.

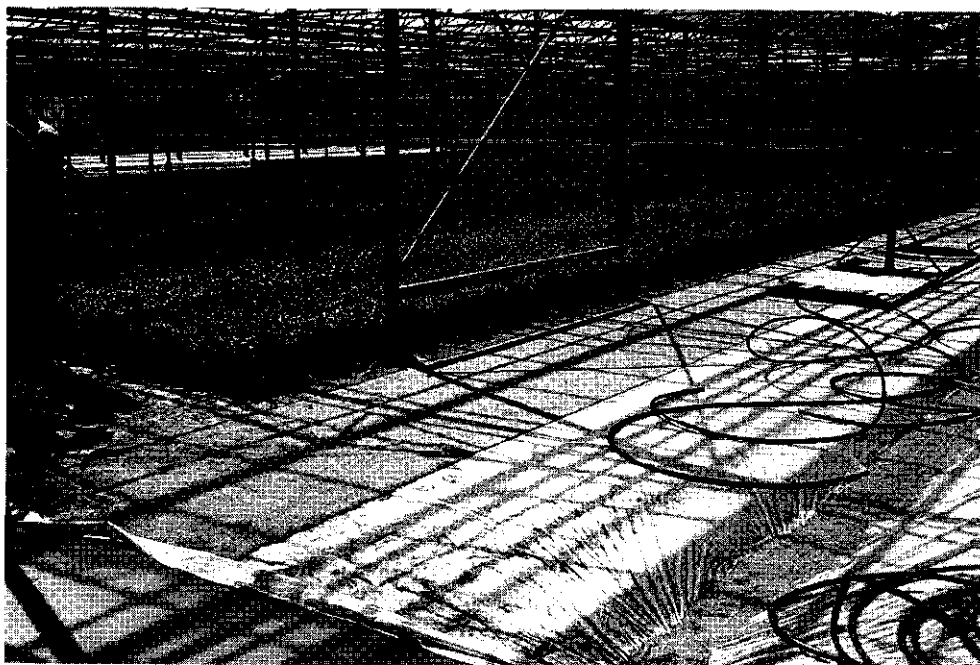
De mat of het doek zorgt voor een gelijkmatige waterverdeling. Door zorgvuldig te doseren ontstaat weinig lekwater. Bij bedden die op afschot liggen wordt het water op het hoogste punt ingelaten, bijvoorbeeld door een inline-slang, en stroomt het door de mat naar het afvoerpunt. Er bestaan systemen met continue watertoevoer en onderbroken wateraanvoer. In het laatste geval zijn na het beëindigen van de watergift de potten op het hoogste punt eerder droog. Het zou zelfs kunnen gebeuren dat door de capillaire werking van het doek de potten op de hoogst gelegen plaatsen drooggetrokken worden. Bij continue watertoevoer zijn de vochtverschillen tussen planten gering.

Het verzadigingsniveau van de potgrond is sterk afhankelijk van de dikte van het bevoeiingsmateriaal en het waterhoudend vermogen. Het materiaal waarvan de bevoeiingsmat is gemaakt, de dikte van de mat, gebruik van eventuele afdekmaterialen, het pottype en de potmaat en de gebruikte potgrond zijn van invloed op het functioneren van het systeem.

In vergelijking met zandbedden hebben bevoeiingsmatten een kleinere waterbuffer. De kans op vochttekort bij storingen is daardoor groter. Daar staat tegenover dat het vochniveau in de potten sneller is bij te sturen. Bevloeiingsmatten worden ook toegepast in diverse gootsystemen en op tabletten. De goten kunnen dan tevens dienen als transporttablet. De ervaringen met

deze systemen zijn in de boomkwekerij nog beperkt.

De kosten lopen sterk uiteen doordat de prijzen van de diverse materialen sterk verschillen. Bevloeiingsmaterialen kosten f2,- tot f10,- per m². De kosten hangen verder af van de wijze van bevochtiging en de bed-ondergrond.



Bevloeiingsmatten hebben maar een kleine waterbuffer.

Tabel

Watergeven van onderaf

Teelttechnische aspecten	zandbed	bevloeingsmat
onkruid- en mosgroei	weinig	weinig
zoutophoping in de potgrond	veel	veel
kans op aantasting gezondheid en vervuiling gewas	weinig	weinig
mogelijkheden bemesting via gietwater	geen	geen
Technische aspecten		
waterverdeling	goed	matig
beregeningsrendement	goed	goed
keuze type bed-ondergrond	beperkt	beperkt
mogelijkheid voorkoming nachtvorstschade	geen	geen
Bedrijfskundige aspecten		
mogelijkheden voor mechanisatie van teelthandelingen	geen	redelijk
onderhoudsbehoefte	groot	groot
duurzaamheid	goed	matig

8 COMBINATIE VAN SYSTEMEN

Geen van de watergeefsystemen is voor álle teelten optimaal. Het is dan ook niet verwonderlijk dat kwekers kiezen voor een combinatie van systemen. Vooral overheadberegening in combinatie met één van de andere vormen van watergift komt voor. In dat geval betreft het meestal een overheadberegening met een lage intensiteit, die geschikt is voor de nachtvorstbestrijding. Soms wordt de installatie verwijderd wanneer er na half mei geen kans op nachtvorst meer is. De mogelijkheid om met regeninstallaties de potgrond na het oppotten goed te verzadigen en zoutspiegels op de pot bij kasteelten weg te spoelen zijn andere redenen om te combineren met overheadberegening.

Bij een combinatie van bevoeiingsmatten en overheadberegening is het doel soms om de ongelijke waterverdeling van de overheadberegening te compenseren. Of dit lukt hangt af van de hoogteverschillen in het bed en de capillaire werking van het materiaal. In het ergste geval kunnen potten op de hoogst gelegen plaatsen door de capillaire werking van het doek zelfs drooggetrokken worden. *Vervuiling en wegwaaien van de matten, algengroei en verzouting van de mat kunnen ook nadelig zijn.*

Indien meerdere watergeefsystemen op een bedrijf aanwezig zijn bestaat de mogelijkheid om een gedeelte van de installatie voor beide systemen te gebruiken. Dit geldt met name voor de gebruikte pompen. Dit betekent wel dat beide systemen niet gelijktijdig kunnen functioneren.

9 SAMENVATTING

Een groot aantal factoren speelt een rol bij de keuze van watergeefsystemen. Voor recirculatie is beschikbaarheid van voldoende hoeveelheden goed gietwater onontbeerlijk. Opslag van regenwater is vrijwel altijd noodzakelijk. Om risico's voor verspreiding van bodemziekten te verminderen is ontsmetting van het retourwater voor de gevoelige gewassen aan te bevelen.

Gebruik van langzaamwerkende **meststoffen** houden het voedingsgehalte in het retourwater op een laag niveau. Gebruik van oplosbare meststoffen is mogelijk. Enkelvoudige meststoffen hebben het voordeel, dat correctie voor reeds in het water aanwezige voedingsstoffen in het recirculatiewater en een goede sturing van de groei mogelijk is.

Bed-ondergronden met verticale waterafvoer zijn op teeltkundige gronden te verkiezen boven ondergronden met horizontale waterafvoer. De bedrijfssituatie is van invloed op de keus voor een berijdbare of niet-berijdbare bed-ondergrond. De meerkosten van berijdbare ondergronden moeten worden terugverdiend uit besparingen op arbeid, een hogere bezettingsgraad of een hogere opbrengst.

Geen van de beschreven watergeefsystemen voldoet voor alle teelten en teeltwijzen het best. Elk systeem heeft zijn eigen mogelijkheden en beperkingen. De belangrijkste verschillen zijn in een overzichtsschema samengevat.

Overheadberegening heeft teeltkundig gezien de meeste nadelen: ongelijke waterverdeling, risico's voor ziekten, vervuiling van het gewas, onkruid- en mosgroei op potten. Regeninstallaties, met name regenleidingen, kunnen een belemmering zijn voor het mechaniseren van teelthandelingen. De methode is wel eenvoudig in gebruik en duurzaam. Behalve voor de watervoorziening kan overheadberegening vaak ook voor de bestrijding van nachtvorstschade worden ingezet, wat bij geen van de andere systemen mogelijk is.

Druppelbevloeiing biedt de mogelijkheid om de planten op elk gewenst moment van water te voorzien. Een nadeel is dat veel controle op verstopte druppelaars nodig is. De arbeidsbehoefte aan het begin en einde van de teelt is groot. Eb-vloed bevloeiing stelt hoge eisen aan bed-ondergrond. Dit brengt hogere investeringen in de bed-ondergrond met zich mee. De maximale pothoogte is beperkt tot ongeveer drie maal de opzethoogte van het water.

Gezien de grote hoeveelheden retourwater is **waterontsmetting** ter voorkoming van de verspreiding van ziekten duur. De vochtvoorziening via opzuigmethoden is theoretisch optimaal, tenminste voor de kleinere potmaten.

Onkruidgroei en doorworteling van planten in de bed-ondergrond zijn een belangrijk nadeel. In de praktijk blijkt het functioneren af te hangen van de wijze van aanleg van het systeem. De beste manier is nog niet bekend.

Welk watergeefstelsel, in combinatie met een bepaalde bed-ondergrond, het meest geschikt is hangt af van de bedrijfssituatie, het teeltplan, de afzetmethode, de mechanisatiegraad, het intern transport stelsel en de beschikbaarheid van arbeid en de kosten. Bij het maken van een keuze is het belangrijk de omvang van alle van belang zijnde factoren in te schatten, zodat een berekening van het rendement van de investeringen kan worden gemaakt.

Tabel

Overzicht van de verschillende watergeefsystemen

Teelttechnische aspecten	overhead	druppelbe- vloeiing	eb- vloed	opzuiging
onkruid- en mosgroei	veel	matig	weinig	weinig
zoutophoping in de pot grond	weinig	matig	veel	veel
kans op aantasting ge- zondheid en vervuiling gewas	groot	klein	klein	klein
mogelijkheden bemesting via gietwater	goed	goed	goed	geen
Technische aspecten				
waterverdeling	slecht	goed	goed	goed
beregeningsrendement	slecht	goed	goed	goed/ slecht
keuze type bed-onder- grond	vrij	vrij	beperkt	beperkt
mogelijkheid voorkoming nachtvorstschade	goed	niet	niet	niet
Bedrijfskundige aspecten				
mogelijkheden voor mechanisatie van teelt- handelingen	matig ¹⁾	goed/ slecht	matig	beperkt
onderhoudsbehoefte	beperkt	groot	beperkt	groot ²⁾
duurzaamheid	goed	slecht	goed	goed

¹⁾ De mogelijkheid voor mechanisatie hangt af van het type berege-
ningsinstallatie.

²⁾ Extra naloop is nodig in verband met onkruidgroei en doorworteling en
controle op goed contact van de potten met de bed-ondergrond.

10 AANBEVOLEN LITERATUUR

Proefstation voor de Boomkwekerij; Rapport nr 13:
Uitgangspunten en criteria voor gebruik van water en voedingsoplossing in recirculatiesystemen voor de boomkwekerij.

Boomteeltpraktijkonderzoek; Rapport nr 26 (1994):
Mechanisatie en recirculatie in de pot- en containerteelt; een economische analyse.

IKC brochure:
Aanleg van Containervelden voor de Boomkwekerij

IMAG-DLO Rapport 93-16:
Verhardingen voor containervelden buiten; technische eisen en ontwerpvarianten.

IMAG-DLO Rapport 90-XX:
Bevloeiingsmatten

11 INDEX

Bij de **vetgedrukte** paginanummers worden de onderwerpen het uitvoerigst behandeld.

A,B-units met mengbak 28

aanzuigleiding 25

aarden bassin 22

afgedamde sloot 22,23

afschot 33,65

afschotpercentage 33

afwatering 36

asfalt 34

automatiseren 14,28

Ballastzout 17

bed-ondergrond 31-39,
40,48

bemesting 18,26,27,42,51,53,55,
57,62,67,73

beregeningscapaciteit 44,47

beregeningsintensiteit 41,50

berijdbaarheid 57

berijdbare bed-ondergronden 31,38,59

beton 34

betonveld 26,34

bevloeiing 13,19,36,41,53,54,
56,63,65-67,69,71,73,75

bevloeingsmat 36,56,64,65

bezinkput 18,25

bicarbonaat 17,18

biologisch 20

bladverbranding 42

bladziekten 42

bodemziekten 19,56

boogdop 43

bronwater 17,18

Capillaire druppelaar 53

capillaire werking 56

computerprogramma 14

condenswater 34

containerveld 17,34,40,43

Doseren 14

draagkracht 22,23,33,36,38

drijvende waterzak 22

druppelaar 18,29,41,53,54

druppelbevloeiing 13,19, 53

druppelgrootte 41

druppelsysteem 26

Eb-vloed 19,41,56,57

Efford-systeem 63

enkelvoudige meststoffen 27

Fijnwortelige gewassen 13

filter 17-20,25,34,35,53,63

flugzand 36

folie 22,32-36,39,63

fotosynthese 13

Gewasbeschermingsmiddel 17

gewasfactor 13,14

gietbeurt 13,14,41,54

gietwagen 41,49,50

gietwater 18,19,53,57

gootsystemen 56

grind 36

groeimedium 13

groeiremming 17,42

groeischade 17

grof zand 36

grondwater 24,25

grondwaterpeil 25

Haakweerstand 36

heestersproeier 46

horizontale waterafvoer 31,33,
39,58,59

Injectie-unit 28

investering 39,44,59,71,72

ionenwisselaar 18

ijzergehalte 18

jodium 19

Kleikorrel 36
kraanvakken 14,28
kunststof 36,38

Labyrint-druppelaar 53
langzaam zandfilter 20
langzaamwerkende meststoffen 27,63
langzame filtratie 19
lava 35-39,59
leidingwater 17
lekage 14,31
lekwater 14,35
logistiek 40
lozing 22

Mechanisatie 31,38,39,44,48,
50,57,59
membraanfiltratie 19
meststoffen 18,27-29,31,42,53,57,
63,71
mosgroei 42,53,56

Nachtvorst 31
nachtvorstbestrijding 41,44,47,50,
52,56,69
naregenen 42
neerslag 13,21,33,39,44,56
neerslagtekort 21
niet-berijdbare ondergrond 31,59

Omwaaien 57,61
ondergrond 19,22-25, 31-35,38-40,
44,50,51
,55-57,59,62, 63-67,71-73
ondergrondse wateropslag 22
onderhoudsbehoefte 33
onkruidgroei 42,53,60,63
ontharden 18
ontsmetting 19
ontzouten 18
oplosmeststoffen 27
opnamecapaciteit 14
oppervlaktewater 17,22
opslag 14,18,19,21-25,57,64,71
opzuiging van onderaf 63
opzuigsystemen 56
organische materiaal 36

overheadberegening 19,41,42,
48,53,56,69
overwintering 31,39
ozon 19

Perliet 36
pH 17,18,25-27
Phytophthora 19,20
plasmavorming 34,35
pompcapaciteit 33,59
pot-in-pot 56,59
potgrond 13,14
pottemperatuur 59
Pythium 19

Quadrat duse 46

Recirculatie 17-19,41,52,60,71,75
referentieverdamping 14
regenautoomaat 14
regenleiding 26,41,43,44
regenwater 14,17,21,25,60
registreren 14
restzout 18
retourwater 14,17,19,26,27,35,41,
44,53
rondgaande sproeier 46

Salpeterzuur 18,54
schaduwhal 31
schimmelziekten 42,52,56
sectorsproeier 46
silo 23, 22-24
sproeiers 29,41,43,44,46-51,65
sproeimond 25,47
sproeipatroon 43
sproeipen 41
stabiliteit 34
storingsgevoelig 48,50,59
stortbuien 33

Tabletten 39
tensiometers 14
transport 31,33,38-40,44,59
tunnel 31,44,49

Ultra-violette straling 19
uitgangswater 17

Veerbelaste sproeier 46,47
veiligheidsoverweging 22
verdamping 41
verhitting 19
verstopping 18,24-26,29,43,44,
53,59
verticale waterafvoer 31,35,39,59
vervangend water 23
vervuiling 18,25,35,63
vijver 22,25
visueel aantrekkelijke gewassen 27,42
vlamontsmetting 19
vleugelsproeier 46
vochtverschil 33
vochtvoorziening 13,63,71
voedingsbehoefte 27
voedingsstof 28
voedingsunit 27
voorraadbak 28
vorstschade 44,59,69,71
vulmateriaal 36

Waterbeheerder 22,24
waterbehoefte 13,14,21
waterbenutting 41
watergeeffrequentie 13
watergeefstelsysteem 14
watergeven op de pot 41,52
watergeven van onderaf 41, 56
watergift 14,49,52,53
waterkwaliteit 17
waterontsmetting 19
wateropslag 25
waterstofperoxyde 19
waterverbruik 44
waterverdeling 43,46,49
waterverliezen 56
waterzak 24
weerstation 14
winddrift 41
windgevoeligheid 47
windkering 41
wortelmilieu 13,56
wortelrot 19,35
WVO 22

Zandbedden 19,41,56, 63-65
zandfilter 53
zeefbocht 18,25
zinkovermaat 17
zoutconcentratie 17
zoutgehalte 17,18,21,25
zoutophoping 42,69
zuurgraad 17
zuurregeling 26
zuurstoftekort 13
zwenksproeier 48

ANDERE PUBLICATIES VAN HET BOOMTEELTPRAKTIJKONDERZOEK

BOEKEN

- Naamlijst van houtige gewassen (uitgave: 1995)	f 30,00
- Naamlijst van vaste planten (uitgave: 1995)	f 30,00
- Het enten van boomkwekerijgewassen (uitgave: 1989)	f 30,00
- Het stekken van houtige boomkwekerijgewassen (uitgave: 1992)	f 40,00
- Het zaaien van houtige boomkwekerijgewassen (uitgave: 1993)	f 40,00
- Bemestingswijzer boomkwekerijgewassen (uitgave: 1996)	f 45,00

BROCHURES

- De teelt van boomkwekerijgewassen in pot (uitgave: 1987)	f 20,00
- De koelcel voor de boomteelt (uitgave: 1988)	f 15,00
- Computerprogramma's voor de administratie van boomkwekerijen (uitgave: 1989)	f 25,00
- Bedrijfsorganisatie en kosten (uitgave: 1986)	f 10,00
- Licht op belichten (uitgave: 1986)	f 10,00
- Onderzoek naar de gebruikswaarde van GFT compost als gedeeltelijke vervanger van veen in potgrond	
Bijlage: bijlagenrapport (uitgave 1995)	f 75,00

RAPPORTEN

nr.		
4	Opbrengstverschillen en uitgangsmateriaal bij boomteeltgewassen	f 15,00
5	Visie vermeerdering boomkwekerijgewassen	f 15,00
6	Containerteelt 2000: Projectvoorstellen voor onderzoek	f 15,00
7	Vermeerdering van Rhododendron via weefselkweek	f 15,00
8	Onderzoek naar de zouttolerantie van tien boomteeltgewassen	f 15,00
9	Visie sortiment boomkwekerijgewassen	f 15,00
10	Visie teelt boomkwekerijgewassen	f 15,00
11	Visie bedrijfssynthese	f 15,00
12	Onderzoeksplan boomteeltpraktijkonderzoek	f 15,00
13	Uitgangspunten en criteria voor het recirculatie systeem ten aanzien van water en voedingsoplossing	f 15,00
14	Vooronderzoek bedrijfsregistratie in de boomteelt	f 15,00
15	Invloed van de kwaliteit van het uitgangsmateriaal op de opbrengst van boomkwekerijgewassen	f 15,00
16	Pot- en containerteelt in de boomkwekerij	f 15,00
18	Specialisatie in de boomkwekerij	f 15,00
19	Bedrijfseconomische analyse van de teelt naaldhout-bosplantsoen	f 15,00
20	Bloemknopvorming bij Rhododendron in pot onder invloed van remstoffen	f 15,00
21	Onderzoeksprogramma voor geïntegreerde bedrijfssystemen in de boomkwekerij	f 15,00
22	Vermeerdering van Paeonia via weefselkweek	f 15,00
23	Forceren van Pieris japonica 'Debutante'	f 15,00
24	Onderzoek naar de gebruiksmogelijkheid van minder Phytophthora-gevoelige Chamaecyparis thyoides als onderstam voor Chamaecyparis cultivars	f 15,00
25	Oriëntatie op effecten van de klimaatsfactoren licht, temperatuur en luchtvochtigheid op de groei van boomkwekerijgewassen in pot	f 15,00
26	Mechanisatie en recirculatie in de pot- en containerteelt - een economische analyse -	f 15,00
27	Effect van licht en temperatuur op de vergroeiing van geënte Pinus-cultivars	f 15,00
30	Kwaliteit van stek in de boomteelt - een inventarisatie van kwaliteitsbepalende kenmerken	f 15,00
31	Inventarisatie van handelingen en omgevingscondities rond boomkwekerij- gewassen in de afzetfase (deelrapportage ketenonderzoek 1)	f 15,00
32	Literatuuronderzoek naar de optimale omstandigheden voor het bewaren, verpakken en transport van boomkwekerijgewassen (deelrapportage ketenonderzoek 2)	f 15,00
33	Bepalen van de optimale condities voor verpakken, bewaren en transport van boomkwekerijgewassen (deelrapportage ketenonderzoek 3)	f 15,00
34	Samenvattend eindrapport van het onderzoek (deelrapportage ketenonderzoek 4)	f 15,00
35	Beworteling van houtige gewassen in vitro	f 15,00
36	Groeivergelijking van Ulmus en Tilia cultivars op onderstam en op eigen wortel	f 15,00
37	Vervroegen en verlaten van Clematis, Skimmia en Spiraea	f 15,00

39	Laanbomen enten in september	f 15,00
40	Economische evaluatie van het geïntegreerd bedrijfssysteem voor bos- en haagplantsoen en rozenonderstammen, 1991-1994	f 15,00
41	Populatiedynamica van het wortellesie-aaltje (<i>Pratylenchus penetrans</i>) in deboom- en fruitteelt	f 15,00
42	Begassen van boomkwekerijgewassen met methylbromide	f 15,00
44	Quality control in the chain	f 15,00
46	Onderzoek naar praktische toepassingen van bedrijfsregistratie	f 15,00

JAARVERSLAGEN

-	Jaarverslag 1991	f 20,00
-	Jaarverslag 1992	f 20,00
-	Jaarverslag 1993	f 20,00
-	Jaarverslag 1994	f 20,00
-	Jaarverslag 1995	f 20,00

ANNUAL REPORTS (in English)

-	Annual Report 1991	f 20,00
-	Annual Report 1992	f 20,00
-	Annual Report 1993	f 20,00
-	Annual Report 1994	f 20,00
-	Annual Report 1995	f 20,00

* Prijswijzigingen onder voorbehoud.

Deze publicaties zijn verkrijgbaar door overmaking van het betreffende bedrag, ten name van het Proefstation voor de Boomkwekerij te Boskoop, onder vermelding van de titel en het nummer.

Postgiro 21.31.16

Bankrekeningnummer 3098.15.878 (Rabo)