



BIBLIOTHEEK
PPO sector Biometrie
Postbus 85
2160 AB Lisse
0252 482121

RAPPORT
Nr. 13

Uitgangspunten en criteria voor
gebruik van water en voedingsoplossing
in recirculatiesystemen voor de
boomkwekerij

Ing. Th.G.L. Aendekerk

PROEFSTATION VOOR DE BOOMKWEKERIJ (BOSKOOP)

CENTRALE LANDBOUWCATALOGUS



0000 0940 9703

reex
7-12-13
13

Jsn 26866g

Nadruk of vertaling, ook van gedeelten, is alleen geoorloofd na schriftelijke toestemming van de directie van het proefstation. Het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, de Stichting Proefstation voor de Boomkwekerij, de Stichting Boomteeltproeftuin voor Noord-Brabant, Limburg en Zeeland (Horst), de Stichting Boomteeltproeftuin "De Boutenburg" (Lienden) en de Stichting Boomteeltproeftuin Noord-Nederland (Noordbroek) stellen zich niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen, ontstaan door het gebruik van de gegevens die in deze uitgave zijn gepubliceerd.

I N H O U D

	pag.nr.
WOORD VOORAF	2
1. INLEIDING	3
2. DOELSTELLINGEN VAN DE OVERHEID	4
3. MET WELKE SYSTEMEN ZIJN DE DOELSTELLINGEN HAALBAAR?	5
4. UITGANGSPUNTEN VOOR HET ONTWERPEN VAN RECIRCULATIE-SYSTEMEN	6
4.1 Neerslag en verdamping	6
4.2 Berekening van de afvoercapaciteit	7
4.3 Berekening van de pompcapaciteit	8
5. OPSLAGCAPACITEIT	9
5.1 De invloed van de neerslag en de verdamping op de voorraad	9
5.2 Kwaliteitseisen voor gietwater	13
5.3 Kwaliteitseisen voor aanvulwater	13
5.4 Wanneer ballast zouten spuien?	15
5.5 Opslagcapaciteit en waterkwaliteit	16
6. VOEDINGSOPLOSSING VOOR HET RECIRCULATIESYSTEEM	17
7. CONCLUSIES	19
8. SAMENVATTING	21
9. LITERATUURVERWIJZING	24
Bijlage 1.	Basisgegevens per maand over neerslag, verdamping, het tekort en overschot aan neerslag in Nederland.
Bijlage 2.	Uitwerking basisschema voor "Recirculatie 0,6 mS voor lage mest-behoefte gewassen".
Bijlage 3.	Uitwerking basisschema voor "Recirculatie 0,8 mS voor hoge mest-behoefte gewassen".

WOORD VOORAF

Door het onderzoek met recirculerende systemen met boomkwekerijgewassen in pot is aangetoond dat grote besparingen aan meststoffen te bereiken zijn. Deze behaalde besparingen werden getoetst aan de beleidsdoelstellingen, die voor de jaren 1995 en 2000 zijn geformuleerd voor de kwaliteit van het grond- en oppervlaktewater.

In deze doelstellingen is onder andere de eis opgenomen om minstens 50% besparing ten opzichte van 1985 op de stikstof- en fosfaatbelasting van het oppervlaktewater voor 1995 te verwezenlijken. De doelstellingen zijn vertaald in een recirculatiesysteem. Het systeem zal hiervoor aan een aantal eisen moeten voldoen. De uitgangspunten en berekeningswijzen worden in dit rapport vermeld.

Deze publicatie kan als handleiding dienen voor het ontwerpen van een recirculatie systeem voor de teelt van boomkwekerijgewassen in pot onder buitenomstandigheden. Hierin zijn de criteria voor het water in kwalitatieve en kwantitatieve zin opgenomen.

De gewenste samenstelling van de voedingsoplossingen voor toepassing van het recirculatiesysteem voor de teelt van boomkwekerijgewassen in de praktijk wordt eveneens vermeld.

Ir. A. van der Schaaf,
directeur Proefstation voor de Boomkwekerij,
Boskoop.

1. INLEIDING

De overheid heeft een aantal beleidsnota's opgesteld, die betrekking hebben op het milieu. Drie belangrijke nota's voor de boomkwekerijsector zijn :

- 3e Nota Waterhuishouding;
- Structuurnota Landbouw;
- Nationaal Milieubeleidsplan.

In alle drie de nota's wordt aangegeven dat voor de tuinbouwsector, dus inclusief de boomkwekerij, de eisen voor de emissie van meststoffen en gewasbeschermingsmiddelen aanzienlijk worden verscherpt.

De wetgeving is erop gericht binnen een termijn van tien jaar aan de eisen ten aanzien van het grond- en oppervlaktewater te voldoen. Bij de containerteelt zullen de gevolgen ingrijpend zijn. In de huidige vorm voldoet de containerteelt absoluut niet aan de milieudoelstelling. Het overtollige beregeningswater en de daarin opgeloste meststoffen komen immers terecht in het grond- en oppervlaktewater. Via de wetgeving zullen de boomkwekers die in containers telen worden gedwongen over te schakelen op halfgesloten en gesloten teeltsystemen. Bij halfgesloten systemen is er verlies aan meststoffen naar het grond- en oppervlaktewater bij extremen in neerslag gedurende de zomer, herfst en tijdens de winter. Bij gesloten systemen bestaat geen contact met het grond- en oppervlaktewater en is er geen sprake meer van doorspoeling naar het grondwater.

Op grond van de algemene milieuproblemen is een aantal wetten in voorbereiding. Voor de boomteelt zullen de gevolgen vermoedelijk zijn terug te voeren naar de volgende wetten.

- Wet ter bescherming van het oppervlaktewater.

Het heffingenbeleid voor lozingswater wordt strenger, ook heffingen voor te lozen fosfaat en bestrijdingsmiddelen zijn aangekondigd.

- Hinderwet.

Deze zal invloed hebben op de inrichtingseisen voor niet- grondgebonden teeltsystemen, zoals bijvoorbeeld containerteelt.

- Meststoffenwet.

Deze wet houdt verband met de kwaliteitseisen voor mestsoorten, zoals de gehalten aan zware metalen.

- Wet bodembescherming.

De bemestingsnormen worden in deze wet aangescherpt voor alle gewassen in de richting van een zogenoemde evenwichtsbemesting. Dat wil zeggen dat de aanvoer van voedingsstoffen zoveel mogelijk overeen dient te komen met de behoefte van het gewas.

Dit rapport kan als handleiding dienen voor het ontwerpen van recirculatiesystemen voor containervelden voor boomteeltgewassen in de buitenlucht. Criteria voor water wat betreft afvoer- en opslagcapaciteit zijn daarbij opgenomen. Bovendien zijn de kwaliteitseisen voor het gietwater en de voedingsoplossing vermeld voor de verschillende boomkwekerijgewasgroepen.

2. DOELSTELLINGEN VAN DE OVERHEID

Maatgevend voor de aanscherping die in de wetgeving wordt geformuleerd zijn de doelstellingen voor de kwaliteit van het grond- en oppervlaktewater, zoals deze in de nota's '3e Nota Waterhuishouding', 'Structuurnota Landbouw' en 'Nationaal Milieubeleidsplan' is te vinden.

De hierin aangegeven kwaliteitsdoelstelling voor het jaar 1995 is:

Belasting oppervlaktewater:

- voor stikstof < 50% t.o.v. 1985
- voor fosfaat < 50% t.o.v. 1985

De kwaliteitsdoelstellingen in het jaar 2000 zijn:

Belasting oppervlaktewater:

- totaal-stikstof (N) < 0,16 mmol/l water
- totaal-fosfaat (P) < 0,005 mmol/l water (jaargemiddelde)

Belasting grondwater:

- nitraatstikstof (NO_3) < 0,8 mmol/l water (norm geldt nu al voor drinkwater).

3. MET WELKE SYSTEMEN ZIJN DE DOELSTELLINGEN HAALBAAR?

Het toetsen van de bemestingsystemen uit de praktijk is noodzakelijk om vast te stellen of met het toegepaste systeem de door de overheid aangegeven kwaliteitsdoelstellingen haalbaar zijn. Er wordt aangegeven met welk technisch systeem van water-en meststofvoorziening aan de gestelde kwaliteitsdoelstellingen kan worden voldaan.

De nu volgende technische systemen voldoen reeds afzonderlijk aan de voorgenomen doelstellingen van de overheid in 1995.

- de aanleg en exploitatie van een halfgesloten recirculatiesysteem. Uiteraard zal het systeem aan bepaalde technische eisen moeten voldoen.
- de inzet van druppelbevloeiing. De hoogte van de besparing wordt in belangrijke mate bepaald door de efficiëntie van de water- en mestgift. Inzicht in de water- en meststofopname van het gewas is hiervoor noodzakelijk. Veel factoren spelen hierbij een rol, zoals specifieke eigenschappen van het gewas en het klimaat.
- uitsluitend gebruik van langzaamwerkende meststoffen voor het bijmesten van de planten in containers. De meststoffen met een juist gekozen werkingsduur worden door de potgrond gemengd of tijdig op de potgrond aangebracht.

Door een combinatie van deze drie aangegeven technische mogelijkheden kan een nog grotere positieve bijdrage aan het beperken van de emissie van meststoffen en gewasbeschermingsmiddelen worden verkregen.

De doelstellingen van de overheid om in het jaar 2000 te komen tot strengere eisen ten aanzien van de belasting van het milieu zijn haalbaar met de aanleg en exploitatie van een gesloten recirculatiesysteem. In principe mag in de groeiperiode geen meststof uit het gesloten systeem verdwijnen. In dit rapport wordt niet verder ingegaan op de specificaties voor het ontwerp van een gesloten bedrijfssysteem. Voor de technische details bij opzet van recirculatie-systemen verwijzen wij naar de brochure van het IKC-boomteelt over dit onderwerp.

4. UITGANGSPUNTEN VOOR HET ONTWERPEN VAN EEN RECIRCULATIESYSTEEM

Aan de doelstellingen van 1995 voor de kwaliteit van het grond- en oppervlaktewater kan in ieder geval worden voldaan, indien bij de aanleg van het halfgesloten recirculatiesysteem aan de technische richtlijnen hiervoor in dit rapport opgesteld wordt voldaan. In dit rapport worden de uitgangspunten voor het ontwerpen van een recirculatiesysteem geformuleerd. Hiermee zijn dan de milieudoelstellingen van 1995 haalbaar. Druppelbevloeiing en/of langzaamwerkende meststoffen kunnen uiteraard zonder problemen in recirculerendesystemen worden toegepast mits aan randvoorwaarden wordt voldaan. Dit wil zeggen dat voor druppelbevloeiing kwalitatief goed gietwater beschikbaar moet zijn.

De uitgangspunten en berekeningswijzen worden vermeld, die bij het opstellen van de eisen voor het recirculatiesysteem zijn gehanteerd. In volgorde worden de uitgangspunten voor neerslag, verdamping, afvoer- en opslagcapaciteit besproken.

4.1 Neerslag en verdamping

Door het K.N.M.I. in De Bilt worden de neerslag en verdampingsgegevens van de landelijke weerstations verzameld en verwerkt. De gemiddelde neerslag is 785 mm en de verdamping 580 mm per jaar.

Uit deze gegevens blijkt dat de neerslag groter is dan de verdamping. Er is dus een neerslag-overschot.

De gemiddelde neerslag per maand voor de periode 1951-1980 is weergegeven in bijlage 1. De maanden april en mei zijn de droogste en augustus en november de natste maanden van het jaar.

Vanaf 1 april 1987 wordt door het K.N.M.I. de gewasverdamping als referentie-gewasverdamping (Er) aangegeven. Als basis voor deze routinematige berekening heeft de verdamping van het volgroeide gewas gras gediend.

De gegevens van de gemiddelde referentie-gewasverdamping van gras voor de periode 1965-1985 per maand zijn eveneens vermeld in bijlage 1. De maanden januari en december hebben de laagste en juni en juli de hoogste verdamping.

De waterbehoefte van een boomkwekerijgewas kan geheel anders zijn dan van gras. Daarom wordt reeds enkele jaren onderzoek gedaan om vast te stellen hoe de relatie van de verdamping of waterverbruik van het in pot geteelde boomteeltgewas is t.o.v. het referentie-gewas gras. Deze relatie wordt vastgesteld met een berekeningswijze die de gewasfactoren-methode wordt genoemd.

De verdamping of evaporatie door het gewas wordt bepaald door de plant-eigenschappen en plantomvang en de klimaatfactoren als instraling (zonneshijn), temperatuur, windkracht en relatieve luchtvochtigheid.

Waarneembaar is dat bij toename van de plantomvang of groei de verdamping hoger is, d.w.z. dat een hogere gewasfactor wordt verkregen.

In bijlage 1 zijn de gewasfactoren voor boomkwekerijgewassen voor drie gewasgroepen aangegeven. Onderscheiden zijn gewassen met een lage, normale of hoge verdamping.

De gewasfactoren dienen als uitgangspunt voor het bepalen van het waterverbruik van de boomkwekerijgewassen. Tesaamen met de gegevens van de gemiddelde referentie-gewasverdamping (Er gras) per maand werd de verdamping per boomkwekerijgewasgroep berekend. Gewassen met een normale verdamping verbruiken 542 mm, gewassen met een lage verdamping verbruiken per jaar 374 mm en gewassen met een hoge verdamping 707 mm.

4.2 Berekening van de afvoercapaciteit

In een recirculerend systeem onder buitenomstandigheden zal de neerslag tijdig moeten worden afgevoerd. De uitgangspunten voor de afvoer van de neerslag zijn mede bepalend voor de pompcapaciteit. Wateroverlast wordt in principe niet getolereerd.

In tabel 1 zijn de neerslaggegevens in intensiteit en frequentie aangegeven geldend in Nederland voor een periode van 30 jaar en een gemiddelde neerslag van 750-850 mm per jaar.

Tabel 1. Neerslagintensiteit en frequentie in Nederland

In:	Neerslag per tijdseenheid		
	5	15	60 minuten
2 x per jaar:	4	7	10 mm
1 x per jaar	6	9	14 mm
1 x per 2 jaar	7	12	18 mm
1 x per 5 jaar	9	15	23 mm

Bron K.N.M.I.

Als uitgangspunt voor de afvoer van neerslag wordt een neerslagintensiteit van 18 mm per uur aangehouden. Deze intensiteit komt gemiddeld éénmaal per 2 jaar voor.

Door de in de potten aanwezige potgrond op het containerveld kan tijdens een flinke regenbui 50 m³ neerslag worden gebufferd per ha. Dit komt overeen met 10 à 15 volume % van de inhoud van de potten op één ha.

Uitgangspunten voor de afvoer

Neerslag 1 x per 2 jaar 18 mm/uur --> 180 m³/ha

Buffer in de potgrond --> 50 m³/ha

Af te voeren neerslag 130 m³/ha

4.3 Berekening van de pompcapaciteit

Het systeem van bedaanleg voor de recirculatie is mede bepalend voor de buffer aan water bij neerslag.

Is de ondergrond van het containerveld voorzien van een watervoerende laag met bijvoorbeeld lava of grind, dan kan bij regen een deel van het water worden gebufferd. Wanneer een dichte ondergrond van bijvoorbeeld beton is aangebracht op het containerveld, dan heeft de grootte van de afvoergoten invloed op de waterbuffer in deze goten en daarmee ook op de grootte van de waterbuffer in het systeem. In verband met de ruwheid van de vloeren, en de weerstand die het water ondervindt in de watervoerende lagen, wordt de waterafvoer in het systeem vertraagd. De tijd benodigd voor de afvoer van het water wordt daardoor met 50% uitgebreid tot 90 minuten. Deze cijfers zijn geschat op basis van gegevens uit de wegenbouw. De pompcapaciteit kan daarom met één derde deel worden teruggebracht.

In tabel 2 is de berekeningswijze voor het bepalen van de pompcapaciteit opgenomen.

Tabel 2. Berekening van de pompcapaciteit van een recirculatie-systeem voor containers buiten; gebaseerd op een afvoer van 130 m³/ha inclusief de paden.

Buffer in het systeem	buffer grootte	af te voeren in 90 min.	pompcapaciteit m ³ /U/ha
Watervoerende laag	70 m ³	60 m ³	40 m ³
Dichte laag:			
- diepe goot	40 m ³	90 m ³	60 m ³
- ondiepe goot	20 m ³	110 m ³	75 m ³

5. OPSLAGCAPACITEIT

De benodigde opslagcapaciteit van het bassin wordt bepaald door de neerslag verdeling over het jaar, de verdamping en de kwaliteit van het beschikbare aanvulwater. In de rekenvoorbeelden is uitgegaan van een regelmatige neerslagverdeling en verdamping over de maand. Het opstellen van een waterbalans of waterboekhouding van de neerslag en de verdamping is noodzakelijk om een goed inzicht in de beschikbare hoeveelheid water te krijgen.

5.1 De invloed van de neerslag en de verdamping op de voorraad

In deze paragraaf wordt in beeld gebracht hoe de verschillen in neerslag en verdamping de voorraad water in de bassins beïnvloeden.

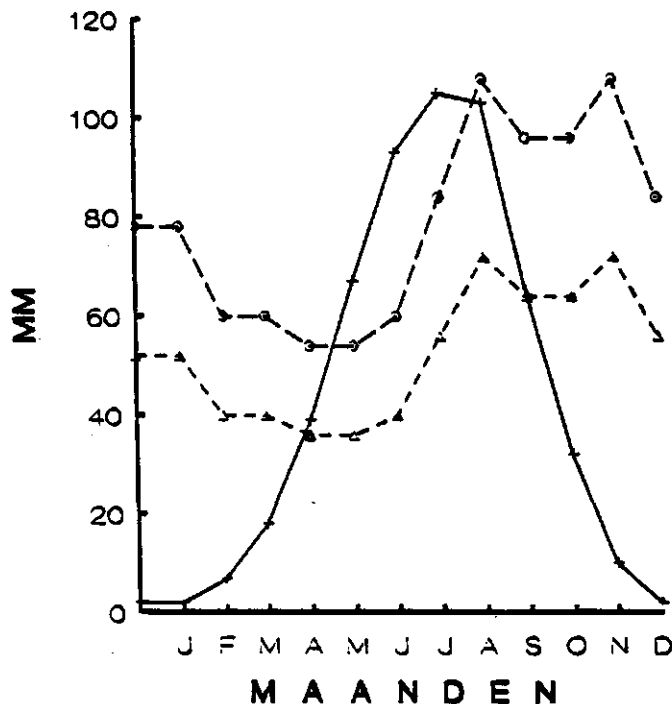
In grafiek 1 is de gemiddelde verdamping per maand van alle typen boomteeltgewassen aangegeven. Tevens zijn in grafiek 1 de hoeveelheden neerslag opgenomen, die 20% lager en hoger dan normaal werden berekend. Uit deze grafieken is af te leiden, dat in de winter en in het voor- en najaar de neerslag door de verdamping sterk wordt overtroffen.

In de zomerperiode is er in een droger jaar met 20% minder neerslag dan gemiddeld een groot neerslag-tekort, omdat de verdamping door het gewas in de zomer hoog is.

Gemiddelde verdamping per maand

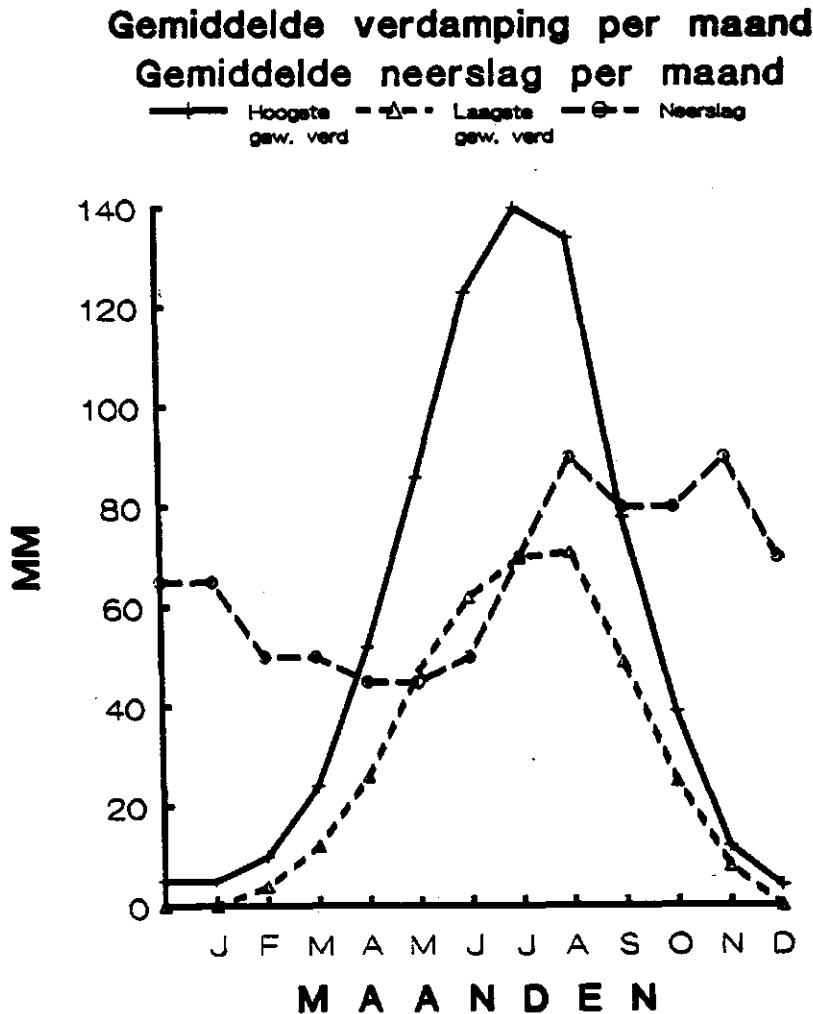
Gemiddelde neerslag per maand

—+— Verdamp. -△- - 20% Neerslag -○- + 20% Neerslag



Grafiek 1. Gemiddelde verdamping per maand van de boomteeltgewassen en een gemiddelde neerslag, die is gesteld op 20% hoger en lager dan gemiddeld.

In grafiek 2 is de gemiddelde neerslag per maand vermeld. Voor de verdamping is de hoogste en laagste gemiddelde gewasverdamping voor de boomkwekerijgewassen opgenomen. Uit de grafiek is af te leiden, dat bij een hoge waterbehoefte of verdamping van het gewas in een normaal jaar in de zomerperiode het tekort aan water hoog zal zijn.



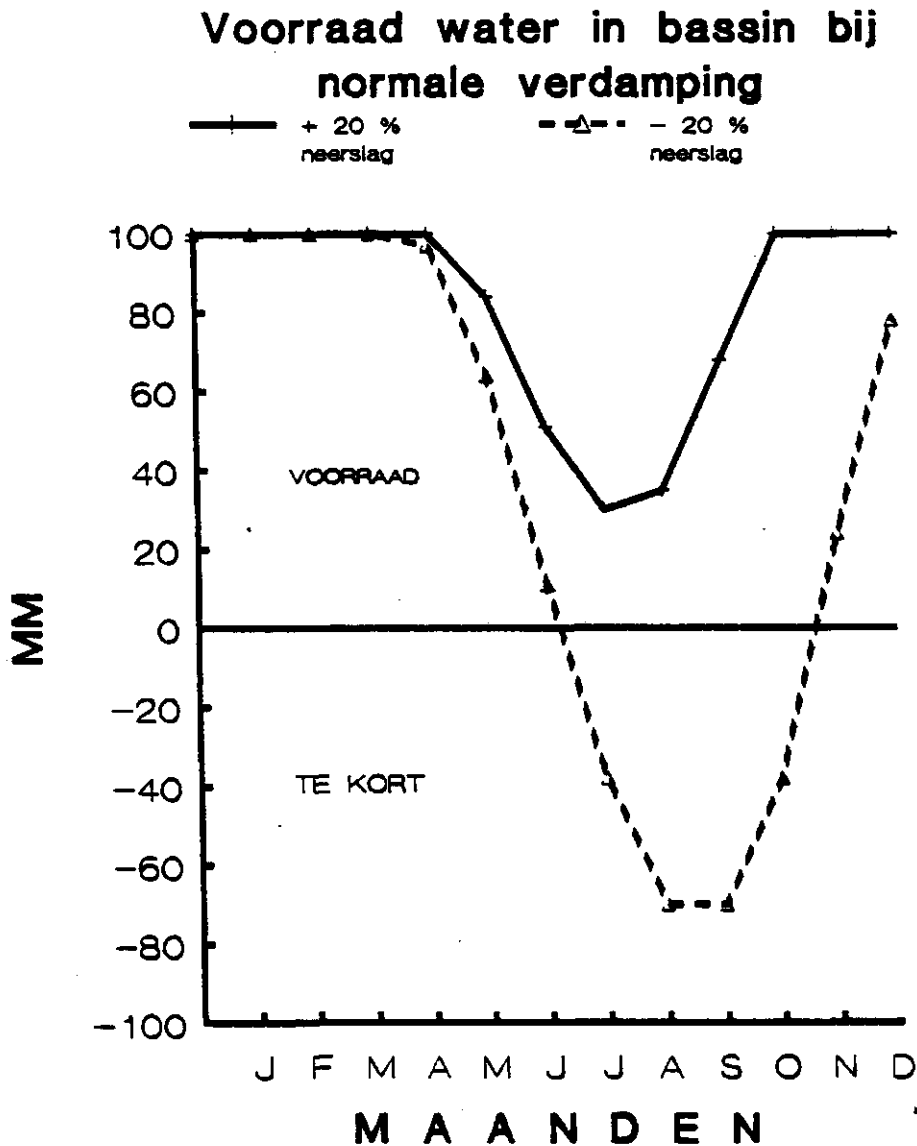
Grafiek 2. Gemiddelde verdamping per maand van boomteeltgewassen met een hoge en lage gewasverdamping en een gemiddelde neerslag per maand.

De cijfers die als basis hebben gediend voor het samenstellen van de grafieken 1 en 2 zijn opgenomen in bijlage 1.

In bijlage 1 zijn bovendien de berekende tekorten en overschotten aan neerslag vermeld bij een lage, normale en hoge verdamping en een gemiddelde neerslag. Bij een normale hoeveelheid neerslag en een normale verdamping is het neerslag-tekort 113 mm voor de zomerperiode. Het neerslagoverschot voor de overige maanden van het jaar voor een normaal verdampend gewas was 356 mm. Er blijkt in deze situatie dus ruim voldoende water te vallen om een buffer voor de zomerperiode aan te kunnen leggen.

Er is gekozen voor een buffer of opslagcapaciteit van 100 mm, zodat in een normaal jaar met een normaal verdampend gewas nog 13 mm zou moeten worden aangevuld. Een hoeveelheid water aanvullen van 13 mm per jaar is acceptabel.

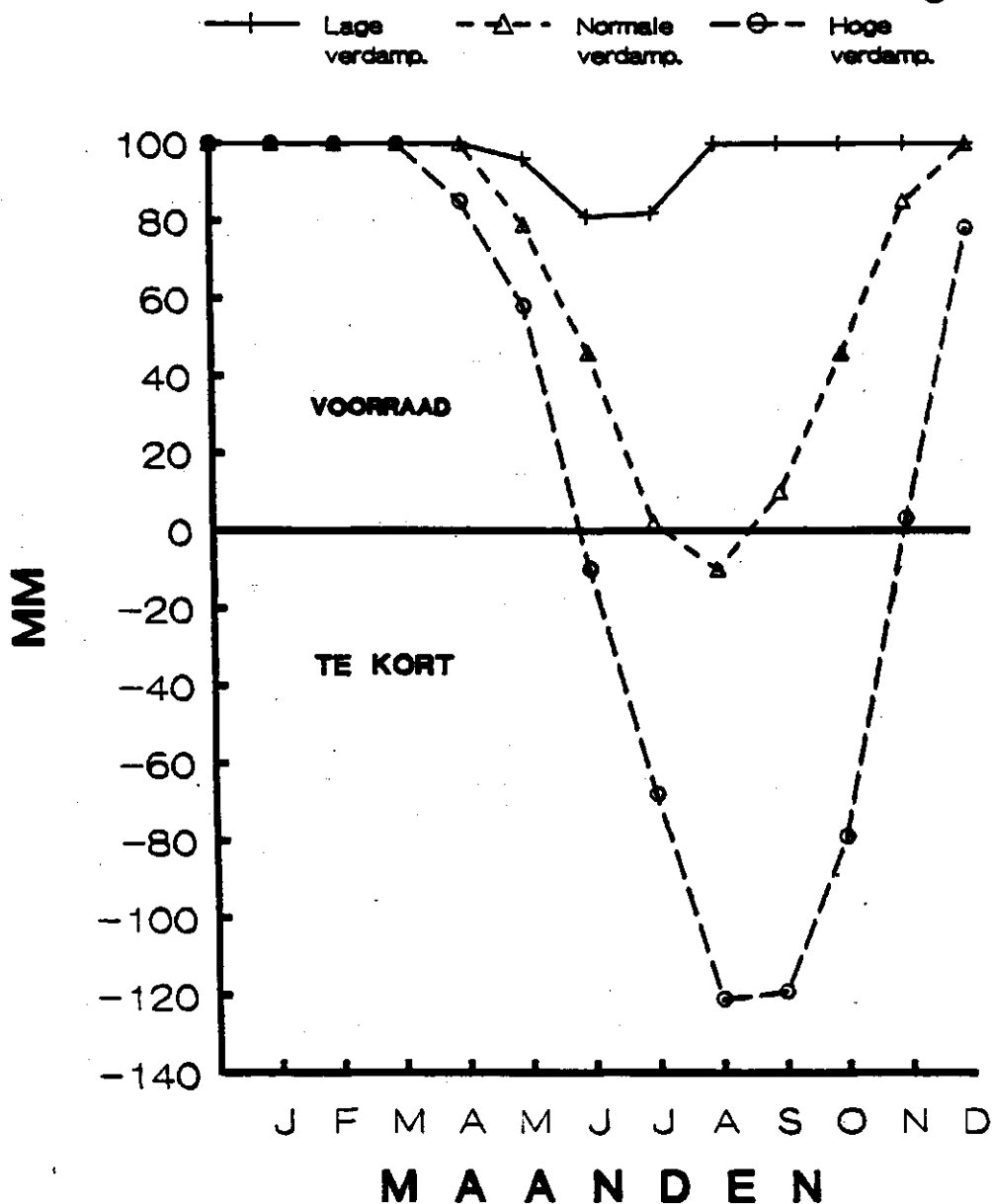
Voor de berekeningen van de werkelijke voorraad aan water in het bassin door het jaar wordt een maximale buffercapaciteit van 100 mm aangehouden. Als uitgangspunt wordt in grafiek 3 dus een maximale voorraad van 100 mm aangehouden waarmee in het voorjaar wordt gestart. Verder zijn de veranderingen aangegeven in de voorraad aan water in het bassin bij een normaal verdampend gewas en een neerslag 20% hoger en 20% lager dan gemiddeld. Bij veel neerslag (+ 20%) is de voorraad van 100 mm toereikend en bij weinig neerslag (- 20%) is er een water-tekort.



Grafiek 3. De voorraad water in het bassin per maand bij een normale gewasverdamping en een neerslag van 20% hoger en lager dan de gemiddelde neerslag.

In grafiek 4 is eveneens een maximale voorraad van 100 mm aangehouden. Hier is de voorraad aan water bij een gemiddelde hoeveelheid neerslag en een lage, normale of hoge gewasverdamping in beeld gebracht. Bij een lage verdamping wordt de voorraad beperkt aangesproken. Bij een normale verdamping is er een gering water-tekort en bij een hoge verdamping is het tekort in augustus/september circa 120 mm.

Voorraad water in bassin bij normale hoeveelheid neerslag



Grafiek 4. De voorraad aan water in het bassin per maand bij een gemiddelde hoeveelheid neerslag en een lage, normale en hoge gewas-verdamping.

5.2. Kwaliteitseisen voor het gietwater

In een eerder uitgevoerd onderzoek op het Proefstation voor de Boomkwekerij zijn zouttolerantie grenzen voor gietwater voor boomkwekerijgewassen vastgesteld. Hierbij werd aangegeven bij welke keukenzoutgehalten in het gietwater schade aan de gewassen ontstond. Bovendien werd vastgesteld, hoe groot de opbrengstafname in versgewasproductie is per mmol NaCl of keukenzout overschrijding van de drempelwaarde. De drempelwaarde is het niveau aan NaCl, waarbij door overschrijding hiervan schade aan de plant ontstaat.

Tabel 3. Drempelwaarde voor NaCl in mmol per liter en de opbrengstafname aan versgewicht produktie in procenten per mmol NaCl per liter in het gietwater bij waarden boven deze drempel.

Gewas	drempel in mmol NaCl/l	opbrengstafname in %/mmol NaCl/l
1. Acer palmatum 'Atropurpureum'	5 - 10	3.2
2. Cham. lawsoniana 'Columnaris'	5	1.7
3. Cham. lawsoniana 'Golden Wonder'	5	2.6
4. Ligustrum ovalifolium	2.5 - 5	1.1
5. Magnolia kobus	5 - 10	2.1
6. Magnolia soulangiana	5	2.4
7. Prunus laurocerasus	5	3.8
8. Rhododendron molle	2.5	5.9
9. Rhododendron 'Palestrina'	2.5	4.2
10. Viburnum rhytidophyllum	5 - 10	1.8

Uit deze tabel kunnen de volgende eisen voor de kwaliteit van het gietwater worden gesteld:

- Zoutgevoelige gewassen < 2,5 mmol NaCl/l water;
- Matig zoutgevoelige gewassen < 5,0 mmol NaCl/l water.

Op grond hiervan wordt de algemene drempelwaarde voor het NaCl gehalte in het bassinwater op 5 mmol NaCl per liter gesteld.

5.3 Kwaliteitseisen voor het aanvulwater

Omdat bij recirculatie de ballastzouten in het systeem (potgrond, bassinwater) achterblijven en ophopen moet de kwaliteit van het aanvulwater zeer goed zijn. Door verdamping van het gewas, potgrond en het veld verdwijnt het water uit het systeem. Voedingszouten worden door het gewas opgenomen en de ballastzouten zoals Na en Cl blijven achter.

De toename van de zoutconcentratie in het recirculatiewater is afhankelijk van:

- de neerslag;
- de verdamping;
- bassingrootte;
- tekort aan water (benodigde hoeveelheid aanvulwater);
- kwaliteit van het aanvulwater.

Wanneer de opslagcapaciteit op 100 mm of 100 l/m² wordt gesteld zal bij een normale verdamping en neerslag het tekort aan water slechts 11 mm zijn.

In andere situaties met minder neerslag dan gemiddeld en/of een hogere verdamping zal het tekort groter zijn.

In tabel 4 is aangegeven hoe groot de invloed van het neerslag-tekort is op de concentratie in het bassinwater. De hoeveelheid neerslag opgeslagen in de betreffende periode is eveneens vermeld. Uit de verhouding tekort aan water of aangevuld water en de hoeveelheid neerslag opgevangen in het bassin wordt de zoutconcentratie berekend.

Als toelichting voor deze berekening worden gegevens van tabel 4 gebruikt. Is het water-tekort in een jaar met een normale neerslag en verdamping bijvoorbeeld 11 mm, dan moet 11 mm water van elders in het systeem worden aangevuld om geen tekort aan gietwater te hebben. Aan neerslag is in dat jaar 471 mm in het bassin opgeslagen. De totale hoeveelheid water in dat jaar in het bassin ingevoerd is 482 mm. De invloed van deze 11 mm water die van elders is aangevoerd is slechts 11/482 deel of 2,3% concentratie verandering. Meestal zal dit een toename van de zoutconcentratie aan ballastzouten zijn.

Tabel 4. Invloed van het watertekort op de zoutophoping in het recirculatiesysteem per jaar bij een opslagcapaciteit van 100 mm of 1000 m³/ha.

	mm water tekort	mm neerslag in het bassin	toename in de zoutconcentratie aan ballastzouten
neerslag normaal verdamping normaal	11	471	2,3%
neerslag 80% normaal verdamping normaal	61	421	13%
neerslag normaal verdamping hoog	121	503	19%
neerslag 80% normaal verdamping hoog	171	454	27%

De toename in de zoutconcentratie is gering, wanneer weinig aanvulwater nodig is. De zoutconcentratie neemt sterk toe wanneer er, zoals in ons voorbeeld 121 of 171 mm water tekort is. De concentratie aan ballastzouten in het recirculerend systeem wordt dan per jaar 19 of 27% hoger dan de concentratie aan ballastzouten aanwezig in het gebruikte aanvulwater. Is het gehalte aan ballastzout in het aanvulwater hoog (>5 mmol NaCl/l) dan is de schadedrempel van 5 mmol NaCl per liter in het bassin water snel bereikt. In paragraaf 5.4 wordt toegelicht na hoeveel jaren de schade-drempel is bereikt.

Spuien van ballastzouten uit het bassin is bij hoge NaCl-gehalten dan ook snel noodzakelijk. De voorkeur gaat uit naar een NaCl-gehalte in het aanvulwater lager dan 1,5 mmol per liter water.

5.4 Wanneer ballastzouten spuien?

Het moment van spuien van ballastzouten breekt aan, wanneer de concentraties aan die zouten in het bassinwater de toelaatbare waarden of drempels overschrijden.

De gehalten zijn voor:

	<u>Na mmol/l</u>	<u>Cl mmol/l</u>
- zoutgevoelige gewassen	< 2,5	< 2,5
- matig zoutgevoelige gewassen	< 5,0	< 5,0

Het resultaat van de voorspelling of berekening wanneer zouten moeten worden gespuid wordt vermeld in tabel 5. Hierin wordt voor verschillende water-tekorten een tijdstip aangegeven met het aantal jaren waarna ballastzouten moeten worden gespuid, omdat de drempelwaarden worden overschreden.

In deze berekening zijn als uitgangspunten genomen:

- bassin 100 mm of 1000 m³/ha;
- aanvulwater bevat 5 mmol NaCl/l;
- de neerslag valt verdeelt over de maand.

Tabel 5. De invloed van de hoeveelheid aanvulwater in het recirculatiesysteem op de tijdsduur in jaren, waarbij spuien noodzakelijk is.

hoeveelheid aanvulwater / jaar	aantal jaren waarin spuien noodzakelijk is	
	zoutgevoelig gewas	matig zoutgevoelig gewas
11 mm	22	44
61 mm	4	8
121 mm	2,5	5
171 mm	2	4

Bij een bassingrootte van 100 mm en bij een kwaliteit van het aanvulwater van 5 mmol NaCl per liter water is bij 11 mm water tekort per jaar voor zoutgevoelige gewassen na 22 jaar spuien van te zout water noodzakelijk, voor matig zoutgevoelige gewassen is dit na 44 jaar.

Wanneer per jaar 61 mm water moet worden aangevuld dan is reeds na 4 of 8 jaar afhankelijk van de zoutgevoeligheid van het gewas spuien van te zout water nodig. Niet acceptabel lijken tekorten aan water groter dan 61 mm voor de zoutgevoelige gewassen en 171 mm voor de niet zoutgevoelige gewassen. D.w.z. dat bij voorkeur niet binnen 4 jaar zouten inclusief voedingszouten behoeven te worden gespuit. Door verder het onderzoek zullen praktijksituaties met het aanvullen van water moeten worden uitgewerkt. Hierdoor kan inzicht worden verkregen in het gewenste tijdstip van spuien met het erbij behorende verlies aan meststoffen.

5.5. Opslagcapaciteit en waterkwaliteit

De kwaliteit van het aanvulwater (NaCl gehalte) beïnvloedt samen met de verdamping de snelheid waarmee de drempelwaarde voor NaCl in het recirculatiewater zal worden bereikt.

In tabel 6 wordt een schatting gemaakt van welke opslagcapaciteit aan recirculatiewater is gewenst voor één ha containerveld. De benodigde opslagcapaciteit is berekend voor een lage, normale en hoge gewasverdamping bij verschillende NaCl gehalten in het aanvulwater. Bij het berekenen van de opslagcapaciteit voor het bassin is een gemiddelde hoeveelheid neerslag meegenomen.

Tabel 6. Opslagcapaciteit van het bassin in m³/ha van een recirculatiesysteem voor de teelt van boomkwekerijgewassen in pot

gewas- verdamping	NaCl in mmol/l aanvulwater		
	< 1,5	< 2,5	< 5
laag	800	800	1000
normaal	800	1000	1000
hoog	800	1000	1200

Wanneer het aanvulwater een NaCl-gehalte lager dan 1,5 mmol per liter bevat, kan worden volstaan met een reservoir van 800 m³ per ha. Voor de ongunstigste situatie, dat wil zeggen een hoge gewasverdamping en een NaCl gehalte van het aanvulwater van 5 mmol per liter, is een bassin van 1200 m³ per ha aan te bevelen.

Normaliter zal een bassin van 1000 m³ per ha een goed uitgangspunt voor de opslagcapaciteit van een recirculatiesysteem zijn.

6. VOEDINGSOPLOSSING VOOR HET RECIRCULATIESYSTEEM

In de huidige boomkwekerijpraktijk wordt gewerkt met een bemestingsadviesbasis voor de containerteelt. Deze adviesbasis is gebaseerd op de traditionele manier van bemesten, waarbij geen recirculatie van de mestoplossing wordt toegepast. Het tweede grote verschil is, dat in een recirculatiesysteem wordt bemest met het zogenaamde A + B bemestingssysteem. Hierbij worden enkelvoudige meststoffen bij het samenstellen van de voedingsoplossing gebruikt. Als overeenkomst met het oude systeem worden voor de recirculatie ook twee gewasgroepen onderscheiden. De gewassen met een lage- en een hoge mestbehoefte. Voor de gewasindeling wordt verwezen naar de "Bemestingsadviesbasis voor de teelt van boomteeltgewassen in containers" (IKC-Boskoop).

Tabel 7. Voedingsoplossingen voor de buitenteelt van boomkwekerijgewassen in containers

meststof in voedingsoplossing in mmol/l	mestbehoefte gewas	
	laag	hoog
NO_3^-	4,75	6,5
H_2PO_4^-	0,50	0,50
SO_4^{2-}	0,50	0,75
NH_4^+	0,50	0,75
K^+	1,75	2,25
Mg^{2+}	0,50	0,75
Ca^{2+}	1,50	2,0
EC-waarde in mS	0,60	0,80

Voor de uitwerking van de basisschema's voor deze voedingsoplossingen wordt verwezen naar de bijlagen 2 en 3.

De sturing van de bemesting via het recirculatiewater gebeurt met een EC-meter en regelaar. Het tekort aan EC-waarde wordt via een extra mestdosering aan het gietwater toegevoegd.

Systeem van bijmesten in de praktijk

De hoofdlijnen van het systeem van bijmesten, zoals deze tijdens de teelt worden uitgevoerd worden hier behandeld. In het algemeen zal worden gestart met bijmesten 3 à 4 weken na het oppotten, wanneer de planten voldoende zijn doorgeworteld. Daarna worden in principe met iedere watergift meststoffen aan de planten gegeven.

De concentratie aan meststof, die met het gietwater moet worden meegegeven is afhankelijk van de:

- a. natuurlijke neerslag;
- b. de maat pot;
- c. de meststofbehoefte van het gewas.

Bij grote hoeveelheden natuurlijke neerslag in een week is de invloed op het verdunnen van de meststofconcentratie in het bodemvocht van de potgrond groot. Valt er weinig neerslag dan is het effect klein. De potmaat of hoogte van de grondkolom bepaalt eveneens sterk mee hoe groot de invloed van de neerslag is op de concentratie aan meststof in de potgrond. De gewenste meststofconcentratie voor het bijmesten wordt bovendien bepaald door de meststofbehoefte van het gewas. We onderscheiden hierbij gewassen met een lage meststofbehoefte of traaggroeiende en gewassen met een hoge meststofbehoefte of sterk groeiende gewassen.

Tabel 8. Schema voor continu-bemesting in recirculatiesystemen van buiten geteelde boomkwekerijgewassen in pot.

potmaat	meststoffendosering in EC-waarde (mS)					
	< 7 l.		7 - 30 l.		≥ 30 l.	
mestbehoefte	laag	hoog	laag	hoog	laag	hoog
natuurlijke neerslag per week						
0 tot 15 mm	0,60	0,80	0,60	0,80	0,60	0,80
15 tot 35 mm	0,90	1,20	0,90	1,20	0,60	0,80
≥ 35 mm	1,20	1,60	0,90	1,20	0,90	1,20

Tot 15 mm neerslag per week worden de normale standaard concentraties aangehouden. Voor 15 tot 35 mm neerslag per week geldt voor de potmaten tot 30 l. een 50% hogere meststof concentratie.

Valt er 35 of meer mm neerslag per week, dan is voor de potmaat kleiner dan 7 l een dubbele concentratie aan meststof nodig om een voldoende hoog voedingsniveau in de potgrond te handhaven. Voor de potmaten 7 l. en groter geldt dan een 50% hogere concentratie.

Inzicht in het voedingsniveau en de concentratie aan ballastzouten in de potgrond en het recirculatiewater wordt verkregen door het maandelijks chemisch onderzoek van de potgrond en het recirculatiewater.

7. CONCLUSIES

Aan de door de overheid opgestelde doelstellingen voor 1995 betreffende de kwaliteit van het grond- en oppervlaktewater, kan door de boomkweker worden voldaan, indien de onderstaande geformuleerde eisen in het ontwerp en bij de aanleg van een containerveld als recirculerend systeem worden gerealiseerd.

A. Afvoer per ha

Uitgangspunten afvoer:

Neerslag

1x per 2 jaar 18 mm/uur --> 180 m³/ha

Buffer in het substraat --> 50 m³/ha

Af te voeren 130 m³/ha

B. Berekenen van de pompcapaciteit voor één ha containerveld.

Bij het berekenen van de pompcapaciteit wordt afhankelijk van het systeem een verschillende buffer aangehouden.

Pompcapaciteit per ha containerveld:

<u>systeem</u>	<u>pompcapaciteit</u>
- met watervoerende laag	40 m ³ /uur/ha
- dichte laag:	
* diepe goot	60 m ³ /uur/ha
* ondiepe goot	75 m ³ /uur/ha

C. Opslagcapaciteit van het bassin voor één ha containerveld

Gewas- verdamping	NaCl in mmol / l aanvulwater		
	< 1,5	< 2,5	< 5
laag	800	800	1000
normaal	800	1000	1000
hoog	800	1000	1200

Opmerkingen:

De berekende opslagcapaciteit in de bovengenoemde tabel geldt voor een gemiddelde neerslagverdeling over een periode van 30 jaar.

D. Waterkwaliteit

Het is gewenst om aanvulwater beschikbaar te hebben met een NaCl gehalte dat lager is dan 5 mmol per l water. Bij hogere NaCl gehalten is te snel spuien van ballastzouten noodzakelijk, waardoor tevens meststoffen verloren gaan. Door het analyseren van het aanvulwater en het recirculatiewater wordt inzicht verkregen in de waterkwaliteit.

E. Voedingsoplossing

De boomkwekerijgewassen zijn in verband met hun mestbehoefte ingedeeld in gewassen met een lage- en hoge mestbehoefte. De samenstelling van de voedingsoplossingen zijn geformuleerd. In het opgestelde bemestingsschema voor de gewassen zijn voor de continubemesting de meststofconcentraties aangegeven. De geadviseerde concentraties zijn hierbij afhankelijk van de neerslagverdeling, de potmaat en de mestbehoefte van het gewas.

F. Aanvullende mogelijkheden voor meststofbesparing

Met de randvoorwaarden van een recirculatiesysteem zoals die onder A. t/ m E. zijn aangegeven zijn de milieu-doelstellingen van 1995 haalbaar. Andere mogelijkheden om aan deze milieu-normen te voldoen zijn:

- de inzet van druppelbevloeiing.
- uitsluitend gebruik van langzaamwerkende meststoffen voor het bijmesten van de planten in pot.
- de combinatie van het gebruik van druppelbevloeiing en langzaamwerkende meststoffen.

Voor het jaar 2000 zijn de doelstellingen t.a.v. het milieubeleid verder aangescherpt. Met de uitgangspunten geformuleerd voor 1995 kan niet worden voldaan aan deze hoge eisen voor het jaar 2000.

De pomp- en opslagcapaciteit zullen dan hoger moeten zijn, tenzij gescheiden systemen voor het bemeste water en regenwater worden toegepast.

9. SAMENVATTING

"Door de overheid is een aantal beleidsnota's opgesteld, die betrekking hebben op het milieu. De belangrijkste nota's hiervan voor de boomkwekerijsector zijn:

- 3e Nota Waterhuishouding;
- Structuurnota Landbouw;
- Nationaal Milieubeleidsplan.

In deze nota's zijn doelstellingen geformuleerd, die vermoedelijk via aanpassingen in de 'Hinderwet', de 'Wet verontreiniging oppervlaktewater' en de 'Wet bodembescherming' worden gerealiseerd.

Belangrijk voor de aanscherping in deze wetgeving zijn de geformuleerde doelstellingen voor de kwaliteit van het grond- en oppervlaktewater. Voor 1995 zal de belasting van het oppervlaktewater met stikstof en fosfaat met 50% moeten zijn verminderd t.o.v. 1985. Voor het jaar 2000 zijn de normen voor de toegelaten immissie aanzienlijk verscherpt. Het toetsen van de kwaliteitsdoelstellingen voor de jaren 1995 en 2000 van de huidige containerbedrijfssystemen is noodzakelijk. Als conclusies worden aangegeven dat met een half gesloten bedrijfssysteem aan de doelstellingen van 1995 kan worden voldaan. Ook door druppelbevloeiing en/of uitsluitend langzaamwerkende meststoffen in het bemestingssysteem te gebruiken voor de teelt van boomkwekerijgewassen in potten kan aan de doelstellingen van 1995 worden voldaan. Voor het jaar 2000 zijn de verhoogde eisen t.a.v. de emissie alleen haalbaar indien met gesloten systemen wordt gewerkt. Gedetailleerd worden behandeld de uitgangspunten voor het ontwerpen van een recirculatiesysteem, dat voldoet aan de doelstellingen van 1995.

De uitgangspunten voor het ontwerpen van een recirculatiesysteem worden behandeld. Hiervoor zijn nodig de neerslag, verdamping, afvoercapaciteit van het containerveld, berekening van de pompcapaciteit en de opslagcapaciteit.

Voor de berekening van de neerslagintensiteit is de gemiddelde neerslag over een periode van 30 jaar genomen. Voor de berekening van de afvoer is een neerslagintensiteit van 18 mm per uur aangehouden, die éénmaal per 2 jaar voorkomt. Deze hoeveelheid komt overeen met 180 m³ per ha. In de potgrond kan van deze regenbui 50 m³ worden gebufferd, waardoor de benodigde afvoer 130 m³ per ha is.

Voor het berekenen van de pompcapaciteit is het systeem van bedaanleg mede bepalend. Is een watervoerende laag van bevoorbeeld lava, grind of zand aanwezig, dan wordt hierin water gebufferd. Deze buffer in de watervoerende laag is gesteld op 70 m³ per ha. Is sprake van een dichte ondergrond zoals bijvoorbeeld beton, dan zijn de aanwezige goten de buffer. Voor diepe goten is deze aanname aan buffer op 40 m³ en voor ondiepe goten op 20 m³ per ha gesteld. In verband met de weerstand die het water in de watervoerende laag ondervindt en de ruwheid van de vloer wordt de waterafvoer in het systeem vertraagd. De tijd benodigd voor de afvoer is daardoor met 50% uitgebreid tot 90 minuten. De berekende pompcapaciteiten zijn daardoor systeem afhankelijk. Voor het systeem met een watervoerende laag is een pompcapaciteit van 40 m³ per uur per ha nodig, voor een dichte ondergrond met een diepe goot 60 m³ en voor een dichte ondergrond met een ondiepe goot 75 m³ per uur per ha.

De gewenste opslagcapaciteit van het bassin wordt bepaald door: de neerslagverdeling door het jaar, de verdamping van de geteelde gewassen en de kwaliteit van het beschikbare aanvulwater.

De gemiddelde neerslaggegevens per maand berekend door het K.N.M.I. hebben mede als uitgangspunt gediend om een waterbalans op te stellen. In de berekening is een spreiding in de neerslag van 20% aangebracht.

Voor het niveau van de referentie gewasverdamping is de gewasverdamping van gras gemiddeld over een periode van 20 jaar genomen. De relatie in hoogte van de verdamping van een boomkwekerijgewas geteelt in pot t.o.v. het referentiegewas gras wordt weergegeven als een gewasfactor. De boomkwekerijgewassen worden ingedeeld naar de hoogte van de gewasfactoren in de groepen met een lage, normale en hoge verdamping. Voor de gewasgroep met een lage verdamping varieert de gewasfactor van 0,4 t/m 1. Voor de normale gewasverdamping van 0,6 t/m 1,3 en voor de gewassen met een hoge verdamping van 0,8 t/m 1,7.

Met behulp van de referentie gewasverdamping van gras en de gewasfactoren van de drie boomteeltgewasgroepen voor de verdamping, wordt de verdampte hoeveelheid water per maand berekend. Per jaar verdampt gemiddeld van de gewasgroep met een lage verdamping 374 mm, met een normale verdamping 542 mm en met een hoge verdamping 707 mm. Voor alle drie de situaties is er in de zomermaanden een tekort aan water. De tekorten zijn respectievelijk 14 mm, 113 mm en 235 mm. In de herfst en winterperiode is er een overschot aan neerslag. Voor de boomteeltgewassen met een lage verdamping was dit 425 mm per jaar, voor de gewassen met een normale verdamping 356 mm en voor de gewassen met een hoge verdamping 313 mm. In alle drie de situaties overtreft het overschot aan neerslag in de herfst en winter het tekort aan verdampt water in de zomer.

De opslagcapaciteit kan worden berekend, door uit te gaan van de gemiddelde neerslagverdeling van een jaar en de normale verdamping van een boomkwekerijgewas in pot. Het tekort blijkt in de zomerperiode 113 mm te zijn. Een goed uitgangspunt is een bassin met een opslagcapaciteit van 100 mm aan te leggen. In deze situatie is er in de zomer weliswaar een tekort aan water van 13 mm, maar dit tekort kan zonder bezwaar van elders worden aangevuld in het recirculatiesysteem.

De eisen te stellen aan het gietwater voor het recirculatiesysteem zijn:

- Zoutgevoelige gewassen < 2,5 mmol NaCl/l water;
- Matig zoutgevoelige gewassen < 5,0 mmol NaCl/l water.

De invloed van het water-tekort op de zoutophoping kan eenvoudig worden berekend. Bij een opslag van 100 mm of 1000 m³ per ha is bij een water-tekort van 11 mm per jaar de toename aan ballastzouten per jaar 2,3%. Voor 61 mm is dit 13%, voor 121 mm is dit 19% en voor een water-tekort 171 mm is dit 27% toename in concentratie aan ballastzouten. Wanneer de concentratie aan ballastzouten in het bassinwater stijgt tot boven de schadelijke grens van 5 mmol NaCl per liter is spuien van ballastzouten inclusief de aanwezige voedingszouten noodzakelijk. Bij voorkeur worden geen zouten binnen een periode van 4 jaar gespuid. Door het onderzoek zullen praktijksituaties, waarbij water wordt aangevuld in het recirculatiesysteem nader worden uitgewerkt, zodat het gewenste tijdstip van spuien, waarbij het geringste verlies aan meststoffen ontstaat kan worden bepaald.

De geadviseerde opslagcapaciteit is afhankelijk van de gewasverdamping en de kwaliteit van het aanvulwater. Is er goed aanvulwater met een NaCl-gehalte lager dan 1,5 mmol per liter beschikbaar dan is een opslagcapaciteit van 800 m³ per ha voldoende. In de situatie van een normaal verdampend gewas met aanvulwater beschikbaar met een NaCl-gehalte lager dan 5 mmol, dan is een bassin vereist van 1000 m³ per ha. Is de gewasverdamping echter hoog dan is in deze laatste situatie 1200 m³ wateropslag per ha noodzakelijk.

In het rapport worden twee samenstellingen van voedingsoplossingen voor de laag en hoog meststofbehoefte boomkwekerijgewassen geteelt in pot buiten in recirculatiesystemen onderscheiden. Daarbij wordt uitgegaan van een bemesting het zogenaamde A + B systeem. Hierbij worden enkelvoudige meststoffen bij het samenstellen van de voedingsoplossing gebruikt.

Het systeem van bijmesten in de recirculatie van buiten geteelde boomkwekerijgewassen in pot vindt plaats door middel van een continu-bemesting. Het niveau van de meststofconcentratie voor het doseren is afhankelijk van de potmaat, de meststofbehoefte van het gewas en de natuurlijke neerslag. De geadviseerde concentratie aan meststof varieert daarbij van 0,60 tot 1,60 mS.

Tijdens de teelt moet inzicht worden verkregen in de concentratie aan voedingszouten en ballastzouten in de potgrond en het recirculerende water. Met deze maandelijks verkregen analyseresultaten kan de bemesting tijdig worden bijgestuurd.

10. LITERATUURVERWIJZING

Aendekerk, Th.G.L. Automatische watergift bij containerteelt in ontwikkeling. De Boomkwekerij, 3e jaargang (1990), nr. 19, pag. 24/25.

Aendekerk, Th.G.L. Besparing met meer dan de helft op water en mest mogelijk. De Boomkwekerij, 1e jaargang (1988), nr. 3, pag. 14/15.

Aendekerk, Th.G.L. Hergebruik van lekwater in de containerteelt. Interne verslagen nr. 37/87 , nr. 53/90 , nr. 54/90.

Aendekerk, Th.G.L. Klasse-indeling maakt 'goede' potgrond herkenbaar. De Boomkwekerij 3e jaargang (1990), nr. 18, pag. 22/23.

Aendekerk, Th.G.L. Onderzoek naar de zouttolerantie van tien boomteeltgewassen. Rapport nr. 8, Proefstation voor de Boomkwekerij, Boskoop.

Aendekerk, Th.G.L. Onderzoek naar de zouttolerantie van Magnolia kobus en Magnolia soulangiana. Jaarboek 1978 Proefstation voor de Boomkwekerij, Boskoop, pag. 128/132.

Aendekerk, Th.G.L. en P.C. Meeuwissen. Sector staan ingrijpende aanpassingen te wachten. De Boomkwekerij 3e jaargang (1990), nr. 19, pag. 27.

Boon, J van der en B.C.M. van Elk. Uitspoelingsverliezen bij teelt van boomkwekerijgewassen in pot. Rapport 1-86. Instituut voor Bodemvruchtbaarheid in Haren.

IKC-Boomteelt. Bemestingsadviesbasis voor de buitenculturen van boomkwekerijgewassen in containers. 1990.

Jong, Ing. P. de Containervelden met recirculatie in de boomkwekerij;1991

Over, G. von. Wasserwiederverwendung in Baumschulen. Dissertation. 1982. Universität Hannover.

Bijlage 1.

BASISGEGEVENS PER MAAND OVER NEERSLAG, VERDAMPING, HET TEKORT EN OVERSCHOT AAN NEERSLAG IN NEDERLAND.

maand	gemiddelde neerslag (\pm 20%) 1951-1980 in mm	ref. gewas- verdamping (gras) 1965-1985 in mm	gewasfactoren van boomteelt- gewasgroepen laag norm. hoog	verdamping van boomteelt gewas in mm/mnd laag norm. hoog	tekort aan neerslag in mm laag norm. hoog	overschot aan neerslag in mm laag norm. hoog
	7	2	5			
jan.	65 (52-78)	14	4	7	10	60
feb.	50 (40-60)	30	0,4	0,6	0,8	40
mrt.	50 (40-60)	52	0,5	0,8	1,0	26
april	45 (36-54)	78	0,6	0,9	1,1	6
mei	45 (36-54)	88	0,7	1,1	1,4	- 2 - 22 - 41
juni	50 (40-60)	88	0,8	1,2	1,6	-12 - 43 - 73
juli	70 (56-84)	79	0,9	1,3	1,7	- 35 - 70
aug.	90 (72-108)	49	1,0	1,3	1,6	- 13 - 44
sept.	80 (64-96)	28	0,9	1,2	1,4	31 16 2
okt.	80 (64-96)	12	0,7	0,9	1,0	55 48 41
nov.	90 (72-108)	6	0	2	4	82 80 78
dec.	70 (56-84)	580	374	542	707	70 68 66
Totaal	785		-14	-113	-235	425 356 313

UITWERKING BASISSCHEMA VOOR RECIRCULATIE 0,6 MS VOOR LAAG MESTBEHOEFTEIGE GEWASSEN

H o o f d e l e m e n t e n

	Nodig mmol/l	NO ₃ ⁻	H ₂ PO ₄ ⁻	SO ₄ ²⁻	NH ₄ ⁺	K ⁺	Mg	
Kalksalpeter	1,5	4,75	0,50	0,5	0,50	1,75	0,5	1,5
Ammoniumttraat	0,50	0,50	-	-	0,50	-	-	-
Kalialsalpeter	1,25	1,25	-	-	-	1,25	-	-
Monokalifosfaat	0,50	-	0,50	-	-	0,50	-	-
Magnesiumsulfaat	0,5	-	-	0,5	-	-	0,5	-

Benodigde hoeveelheid meststof in kg/m³ 100 x geconcentreerde mestoplossing

A-bak - 30 kg Ca (NO₃)₂ - kalksalpeter
 - 7 kg (5,6 l) NH₄NO₃ - ammoniumttraat

B-bak - 12,6 kg KNO₃ - kalialsalpeter
 - 6,8 kg KH₂PO₄ - monokalifosfaat
 - 12,3 kg MgSO₄ · 7 H₂O - bitterzout

Continu 0,6 MS bemesten - 50 vol % A-bak
 - 50 vol % B-bak

UITWERKING BASISSCHEMA VOOR RECIRCULATIE 0,80 MS VOOR HOOG MESTBEHOEFTEIGE GEWASSEN

H o o f d e l e m e n t e n

	Nodig mmol/l	NO ₃ ⁻	H ₂ PO ₄ ⁻	SO ₄ ²⁻	NH ₄ ⁺	K ⁺	Mg
Ca (NO ₃) ₂	2,0	4,0	-	-	-	-	2,0
NH ₄ NO ₃	0,75	0,75	-	-	0,75	-	-
KNO ₃	1,75	1,75	-	-	-	1,75	-
KH ₂ PO ₄	0,5	-	0,5	-	-	0,5	-
MgSO ₄	0,75	-	-	0,75	-	-	0,75

Benodigde hoeveelheid meststof in kg/m³ 100 x geconcentreerde mestoplossing

- A-bak - 40 kg Ca (NO₃)₂ - kalksalpeter
 - 10,6 kg (8,5 l) NH₄NO₃ - ammoniumnitraat
- B-bak - 17,7 kg KNO₃ - kalisalpeter
 - 6,8 kg KH₂PO₄ - monokalifosfaat
 - 18,5 kg MgSO₄ · 7 H₂O - bitterzout

- Continu 0,80 mS bemesten - 50 vol % A-bak
 - 50 vol % B-bak