

Proefstation voor de Bloemisterij
Linnaeuslaan 2a
1431 JV Aalsmeer
tel : 02977 - 52525

ISSN 0921-710X

GUZMANIA EN SPATHIPHYLLUM OP
VERWARMDE TABLETTEN

Rapport nr. 87

Prijs: f 10,--



Sebr.'90

Aalsmeer, januari 1990

Ir. J. Vogelezang
Th. van den Berg

Rapport nr. 87 wordt U toegezonden na storting van f 10,-- op giro 174855 ten name van Proefstation Aalsmeer, onder vermelding van Rapport nr. 87 'Guzmania en Spathiphyllum op verwarmde tabletten'

ISN = 315801



Inhoudsopgave

Samenvatting	3
1. Inleiding	4
2. Opzet van het onderzoek	5
3. Resultaten	
3.1 Proef 1 : Oriëntatie pottemperatuur	9
- kasklimaat en microklimaat	9
- gewasreacties Spathiphyllum	11
- gewasreacties Guzmania	12
3.2 Proef 2 : Pot- en kasluchttemperatuur	14
- kasklimaat en microklimaat	14
- gewasreacties Spathiphyllum	15
- gewasreacties Guzmania	20
- verdampingsgegevens Spathiphyllum	20
- bemestingsgegevens Spathiphyllum	22
- bemestingsgegevens Guzmania	24
3.3 Oriëntatie wortelontwikkeling Spathiphyllum	27
4. Discussie	29

Literatuur

Bijlage

Samenvatting

In het kader van het energieonderzoek heeft teeltonderzoek naar de toepassingsmogelijkheden van water met lage temperaturen plaatsgevonden met tabletverwarming. Hoewel de aandacht voor energiebesparing de laatste jaren is afgenomen, staat de beheersing van het microklimaat - waarop tabletverwarming eveneens van invloed is - nog steeds in de belangstelling. In navolging van onderzoek met Saintpaulia, Begonia en een tweetal bladplanten, zijn in dit onderzoek twee bloeiende potplanten onderzocht, namelijk Guzmania 'Empire' en Spathiphyllum. Tabletverwarming heeft niet alleen invloed gehad op de pottemperatuur, ook de luchttemperatuur tussen het gewas werd verhoogd door toepassing van tabletverwarming. De verhoging van de luchttemperatuur tussen het gewas hing af van de hoogte van de pottemperatuur en de kasttemperatuur. De bloei van Spathiphyllum werd zéér sterk vertraagd door een pot- en luchttemperatuur van 18°C. Pottemperaturen in het bereik van 20-26°C, evenals luchttemperaturen tussen 20-22°C hadden geen grote invloed op de bloei. Lengtegroei, bladafsplitsing en plantgewicht werden positief beïnvloed door hogere luchttemperaturen van 18 tot 23°C. Daarentegen werd de scheutvorming juist beïnvloed door de pottemperatuur: het aantal scheuten nam af bij hogere pottemperaturen tot 26°C, maar deze scheuten werden wel groter. Ook de drogestofverdeling over hoofd-, zijscheuten en wortels werd beïnvloed door pot- en luchttemperatuur. Het voorgaande betekent dat de plantvorm van Spathiphyllum in grote mate beïnvloed kan worden door pot- en luchttemperatuur. Pottemperaturen tussen 19 en 26°C en luchttemperaturen tussen 19 en 22°C versnelden de bloei van Guzmania. Bij de combinatie van 26°C pot-/22°C luchttemperatuur werd de teeltduur met twee weken verkort ten opzichte van de controle-behandeling van 21°C pot-/luchttemperatuur. Maximale groei werd gerealiseerd bij de hoogst gerealiseerde luchttemperatuur van 22°C.

Zowel Spathiphyllum als Guzmania kunnen met succes geteeld worden op verwarmde tabletten en vloeren. Met deze systemen kan warmte op een efficiënte en gelijkmatige manier aan het gewas gegeven worden. Pottemperaturen hoger dan 26°C zijn niet aan te bevelen voor deze twee gewassen. Daarbij moet bedacht worden, dat een hoge instelling van de tabletverwarming, in combinatie met een gangbare kasttemperatuur van 20-21°C, bij Spathiphyllum kan leiden tot té hoge luchttemperaturen tussen het gewas. De optimale luchttemperatuur voor dit gewas is 22°C.

1. Inleiding

Het energiebesparend onderzoek heeft in de beginjaren van 1980 geleid tot ontwikkeling van tablet- en vloerverwarmingssystemen. Met deze systemen is het mogelijk verwarmingswater met lage temperaturen toe te passen, dat afkomstig kan zijn van rookgascondensors en van rest- en afvalwarmtebronnen. Hoewel de noodzaak voor energiebesparing is afgenomen de laatste jaren, staat de beheersing van het microklimaat nog steeds in de belangstelling. Vanuit milieu-oogpunt zal de aandacht zich in de nabije toekomst opnieuw richten op het energie-vraagstuk.

Om een tablet- of vloerverwarming ten volle te kunnen benutten is kennis nodig over het gewenste microklimaat voor een optimale gewasgroei en plantkwaliteit. In het teeltonderzoek is de eerste prioriteit gelegd bij het optimaliseren van de potttemperatuur in samenhang met de luchttemperatuur. In eerder onderzoek zijn een tweetal bloeiende potplanten (*Saintpaulia* en *Begonia*) en een tweetal bladplanten (*Ficus benjamina* en *Schefflera*) onderzocht. In dit onderzoek zijn twee andere typen bloeiende potplanten onderzocht, namelijk *Guzmania 'Empire'* en *Spathiphyllum*. In de eerste proef zijn ter oriëntatie drie potttemperaturen toegepast bij een gebruikelijke kasluchttemperatuur. In de tweede en afsluitende teeltproef is de potttemperatuur in samenhang met de luchttemperatuur tussen het gewas bestudeerd. Aansluitend op de eerste proef is een houdbaarheidstest uitgevoerd, die gericht was op eventuele nadelige effecten van een hoge EC in de pot. De EC in de bovenlaag van de potgrond wordt namelijk extra verhoogd als gevolg van tabletverwarming. Voor de resultaten hiervan wordt verwezen naar proefverslag 3201-1 van Ing. G.E. Mulderij.

2. Opzet van het onderzoek

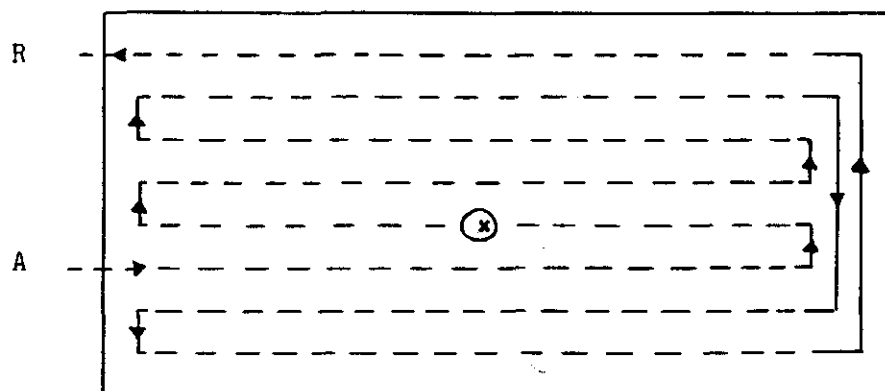
Outillage

Op het Proefstation in Aalsmeer zijn zes bestaande kasafdelingen (8,00 x 12,80 m) opnieuw ingericht voor onderzoek met verwarmde tabletten. De aanpassingen betreffen het gehele verwarmingssysteem (tabletverwarming en het bovennet), de kweektafels en het watergeefstelsel. In iedere kasafdeling zijn zes kweektafels geplaatst (1,80 x 4,80 m), waarbij telkens drie tafels een proefeenheid vormen. Per proefeenheid (kashelft) kan het tabletverwarmingssysteem geregeld worden. Er is ook een aparte eb- en vloed watergeefstelsel aanwezig per proefeenheid. Het systeem is aangelegd volgens het Venturi-principe, waarbij vanuit de middengeul de waterstroom naar weerszijden wordt gepompt. Met behulp van een standpijp kan de waterhoogte worden ingesteld.

Voorafgaand aan het onderzoek is een blancoproef uitgevoerd, waarbij de kasuitrusting en de klimaatregeling uitgetest zijn. Tijdens het uittesten werd al snel duidelijk dat de tabletconstructie van grote invloed is op de temperatuurverdeling binnen een tablet. Voor een goede warmteoverdracht binnen een tablet is het noodzakelijk dat de aluminium verwarmingsbuizen over de hele lengte contact maken met de aluminium tabletbodem. Na aanpassing van de tabletconstructie is gebleken dat verschillen in pottemperatuur binnen het proefveld beperkt blijven tot $\pm 1.5^{\circ}\text{C}$ bij een pottemperatuurniveau van 30°C .

Regeling kasklimaat

De regeling van het kasklimaat heeft plaatsgevonden met behulp van het zogenaamde multilevel systeem (HP 300). Het tabletverwarmingssysteem is geregeld op de pottemperatuur 1 cm vanaf de potbodem op basis van een constante dag- en nachttemperatuur. Deze 'regelingsensor' is geplaatst in het midden van een tablet op de eerste omloop van het verwarmingswater.



Figuur. Omloop van het verwarmingsswater in het tabletverwarmings-systeem en de plaats van de 'regelingsensor' (x).

A = aanvoer R = retour

Het bovennet bestaat uit aluminium gevinde pijpen ($\varnothing$ 76) en wordt geregeld op basis van de kasluchttemperatuur ca. 40 cm boven het oppervlak. De setpointbepaling kan plaatsvinden volgens twee methoden:

- 1: op basis van een constante dag- en nachttemperatuur;
- 2: op basis van een etmaaltemperatuur (temperatuursom).

Deze laatste methode is toegepast in de tweede proef, waarbij twee verschillende kasluchttemperaturen zijn ingesteld. Hierbij is namelijk een moeilijkheid dat op dagen met veel instraling de gerealiseerde kasluchttemperaturen naar elkaar toelopen. Dit wordt in enige mate voorkomen door de beide etmaaltemperaturen lichtafhankelijk te verhogen en correcties op de gerealiseerde temperaturen gedurende de nacht uit te voeren. Registratie en controle van het kasklimaat heeft plaatsgevonden met behulp van het multi-level systeem.

Registratie microklimaat

Voor bestudering van het klimaat op gewasniveau is een meetnet aangelegd dat gekoppeld is aan een datalogger (HP 85). Per tafel is een psychrometer geplaatst waarmee de luchttemperatuur en de relatieve en absolute luchtvochtigheid gemeten wordt (ca. 25 cm hoogte) en op iedere tafel is tevens een pottemperatuuropnemer geplaatst (allen Pt-100 elementen). Tijdens de beide teeltproeven is telkens steekproefgewijs een aantal perioden van vijf aaneensluitende etmalen gemeten.

Proefopzet

In de onderzoekseizoenen 1987 en 1988-1989 zijn twee teeltproeven uitgevoerd met de gewassen *Guzmania 'Empire'* en *Spathiphyllum*. De eerste proef is gestart in week 13, 1987. In deze proef is uitgegaan van drie pottemperatures (onverwarmd, 25°C, 30°C) bij een gebruikelijke kasluchttemperatuur van 18 tot 20°C. Er is geregeld op een constante dag- en nachttemperatuur (basis-setpoint 18°C). De tweede proef is het jaar daarop gestart in week 35. Gebaseerd op de resultaten van de eerste proef, zijn drie pottemperatures toegepast (onverwarmd, 23 en 26°C) bij twee kasluchttemperaturen. Voor de twee kasluchttemperaturen zijn basis-setpoints ingesteld van 17 en 20°C met een lichtafhankelijke temperatuurverhoging van 7°C/1000 W. Door overdag vrij snel te luchten (2°C boven setpoint, P-band van 2-4°C) met altijd een schermopening van 10%, is getracht de verschillen in kasluchttemperatuur zo goed mogelijk te realiseren.

De beide gewassen zijn gecombineerd geteeld op iedere proefeenheid van drie tabletten, per tablet één gewas. Beide proeven zijn uitgevoerd met telkens één herhaling voor iedere temperatuurbehandeling. De statistische analyses zijn voor ieder gewas afzonderlijk uitgevoerd. De eerste proef heeft plaatsgevonden in drie kasafdelingen, de tweede proef in zes kasafdelingen.

Teeltwijze

In de eerste oriënterende proef is uitgegaan van halfwas materiaal voor *Guzmania 'Empire'* (potmaat 10 cm) en van jonge zaailingen voor *Spathiphyllum* (11 cm-container). De *Spathiphyllum*-planten zijn opgepot in een eb/vloedmengsel met een voorraadbemesting van 0,75 kg PG-mix en 3 kg Dolokal. *Spathiphyllum* heeft water gekregen met het eb/vloed watergeefstelsysteem met een EC van de voedingsoplossing van 2,0, terwijl *Guzmania* met de hand gegoten en bemest is met een voedingsoplossing van 1,0 EC. Voor beide gewassen is dezelfde samenstelling van voedingsoplossing gebruikt.

(zie bijlage 1). Tijdens deze proef is telkens per temperatuur- behandeling beoordeeld wanneer een watergift nodig was. Controle op EC en pH in de potgrond heeft iedere zes weken plaatsgevonden. Bij alle temperatuurbehandelingen liep de pH van de voedingsoplossing van *Spathiphyllum* steeds sterk terug naar 4,0 tot 5,0. Dit is bijgesteld met bicarbonaat. Het schermdoek is in deze proef alleen gebruikt voor zonwering en liep dicht vanaf 200 tot 300 W/m² globale straling (buiten); begin juli is een licht krijtscherm aangebracht op het dek. Tijdens de teelt zijn de *Guzmania*'s eenmaal wijder gezet van 72 naar 49 planten per m², de *Spathiphyllum*-planten zijn tweemaal wijder gezet van 72 naar resp. 36 en 30 planten per m². Twaalf weken na start van de proef is tweemaal een bloeibehandeling uitgevoerd met acethyleengas bij *Guzmania*. Tien weken hierna kon de proef worden afgesloten. Zeven maanden na start van de proef was nog slechts 10% van de *Spathiphyllum*-planten in bloei, waardoor de proef in week 40 verplaatst moest worden naar een andere kasruimte (zonder tabletverwarming, kastemperatuur 20°C).

Naar aanleiding van de grote heterogeniteit van het plantmateriaal in de eerste proef bij *Spathiphyllum*, is in de tweede proef uitgegaan van weefselkweekmateriaal. Bewortelde plantjes van cv. 'Luna' zijn opgepot in een 14 cm ES-container in een eb/vloedmengsel met 0,75 kg PG-mix en 4 kg Dolokal. Gekozen is voor deze relatief grote potmaat om daardoor met dit gewas langer door te kunnen telen. In deze tweede proef is uitgegaan van twee keer verspeende planten van *Guzmania* 'Empire' die opgepot zijn in 10 cm-potten met als vooraadbemesting 0,5 kg PG-mix en 3,5 kg Dolokal. In deze proef is het watergeven bij *Spathiphyllum* met het eb/vloed systeem geautomatiseerd, waarbij alle temperatuurbehandelingen drie maal per week gedurende vijftien minuten water kregen, ongeacht de behoefte. Alleen de onverwarmde tafels bij de lage kastemperatuur (17°C) werden zo nu en dan overgeslagen. Eind april is de watergeeffrequentie opgevoerd tot éénmaal per dag. Gemiddeld genomen is een EC van 2,4 meegegeven in de voedingsoplossing. De *Guzmania*-planten hebben handmatig water gekregen met een EC in de voedingsoplossing van 1,0. Het schermdoek is zowel gebruikt voor energiescherm als voor zonwering. De eerste weken liep het scherm dicht bij 200 W/m² globale straling, daarna is dit verhoogd naar 350 W/m². Begin mei is een licht krijtscherm aangebracht op het dek en is de schermdoekinstelling verhoogd naar 400 W/m². Tijdens de teelt zijn de *Guzmania*-planten éénmaal wijder gezet van 90 naar 56 planten per m²; de *Spathiphyllum*-planten zijn tweemaal wijder gezet van 49 naar resp. 25 en 20 planten per m². Het moment van wijderzetten was afhankelijk van de groeisnelheid van het gewas. Na 26 teeltweken hebben de *Guzmania*-planten tweemaal een bloeibehandeling gehad met acethyleen. Acht weken hierna konden de eerste planten worden geveild. Eerste bloei trad op na 24 teeltweken bij *Spathiphyllum*; de proef is aangehouden tot veertig teeltweken.

Gewaswaarnemingen

Ter bestudering van groei en ontwikkeling zijn in de eerste oriënterende proef halverwege en aan het eind van de teelt destructieve plantmetingen verricht. De bloei van *Guzmania* en *Spathiphyllum* is vanaf het verschijnen van de eerste bloem wekelijks gevolgd. De kwaliteit van de bloeiwijze van *Guzmania* is eenmalig visueel beoordeeld aan het einde van de proef.

In de tweede proef zijn iedere acht weken plantgegevens verzameld. Voor *Spathiphyllum* betrof dit het vers- en drooggewicht van stengels en bladeren, aantal bladeren, aantal scheuten, plantlengte en het bladoppervlak. Tevens zijn bij *Spathiphyllum* - gelijklopend met de gewaswaarnemingen - verdampingsgegevens bepaald voor alle temperatuur- behandelingen. Voor

Guzmania zijn het vers- en drooggewicht van het gewas en het aantal bladeren iedere acht weken bepaald. Vanaf het verschijnen van de eerste bloem is bij *Spathiphyllum* de bloei wekelijks gevolgd, niet alleen de eerste bloem maar ook de daarop volgende bloemen. De eerste bloem is weggeknipt, van de tweede bloem is ook de bloemgrootte bepaald. Ook voor het gewas *Guzmania* is bloeitijdstip en grootte van de bloeiwijze bepaald.

Statistische analyse

De eerste oriënterende proef is geanalyseerd met variantie-analyse. Omdat in deze proef de tabletverwarming is toegepast bij één kasluchttemperatuur, konden in deze proef de gewasreacties niet toegeschreven worden aan pot- en/of luchttemperatuur. Beide worden namelijk tegelijkertijd beïnvloed door tabletverwarming. In de tweede proef zijn verschillende combinaties van pot- en luchttemperatuur gerealiseerd en is het mogelijk gebleken door middel van regressie-analyse de afzonderlijke effecten van pot- en luchttemperatuur te onderscheiden. De proefopzet was een split-plot schema, wat betekent dat het hoofdeffect van de luchttemperatuur niet toetsbaar is, omdat dit verstrengeld is met de kaseffecten. Aangenomen is nu - met gegronde redenen - dat de variantie tussen kasafdelingen, zoals lichtdoorlatendheid en gewashandelingen, gelijk is aan de variantie binnen kasafdelingen. Voorts wordt de luchttemperatuur tussen het gewas opgenomen als regressor in de regressie-analyse, wat betekent dat rekening gehouden wordt met variantie in luchttemperatuur. In de regressie-analyse is daarom geen rekening gehouden met het split-plot schema. In de analyse is voor iedere variabele in eerste instantie hetzelfde regressie-model gefit met de volgende termen: constante, potttemperatuur, luchttemperatuur, potttemperatuur², luchttemperatuur² en de interactie tussen pot- en luchttemperatuur (Montgomery and Peck, 1982). Deze termen zijn echter sterk gecorreleerd, omdat tabletverwarming zowel de pot- als de luchttemperatuur verhoogd. De modelselectie is daarom in drie stappen uitgevoerd. Allereerst is de correlatiematrix berekend voor alle variabelen en verklarende termen (pot- en luchttemperatuur) te zamen. Als slechts één term van de vijf termen (pot, lucht, pot², lucht², pot*lucht) significant was bij 5% onbetrouwbaarheid, dan werd alleen deze term opgenomen in het verklarende regressie-model. Als méér dan een term de 5%-grens overschreed, werd stap 2 toegepast: simultane F-test bij 5% voor alle relevante termen. Wanneer deze F-test niet significant bleek te zijn, werd de modelselectie gestopt. Bij een significante F-test werd de procedure vervolgd met stap 3: partiële toetsing van de regressie-termen (die significant waren in de correlatiematrix). In het uiteindelijke verklarende model werden alleen die termen opgenomen die partieel significant waren bij 5% onbetrouwbaarheid.

3. Resultaten

3.1 PROEF 1 : ORIËNTATIE POTTEMPERATUUR

In deze proef is uitgegaan van drie pottemperaturen bij een gebruikelijke kasluchttemperatuur van 18-20°C. De proef is gestart in week 13, 1987.

Kasklimaat en microklimaat

In tabel 3.1.1 worden de gerealiseerde pot-, en kasluchttemperatuur en RV weergegeven van een kas met onverwarmde tabletten die als controle kan worden gezien.

Tabel 3.1.1 Gemiddeld gerealiseerd kasklimaat over de gehele proefperiode in een kas met onverwarmde tabletten (controle). Meetbox ca. 40 cm boven het tafeloppervlak in het middenpad. Teeltperiode 27 weken (week 13 - 40 1987).

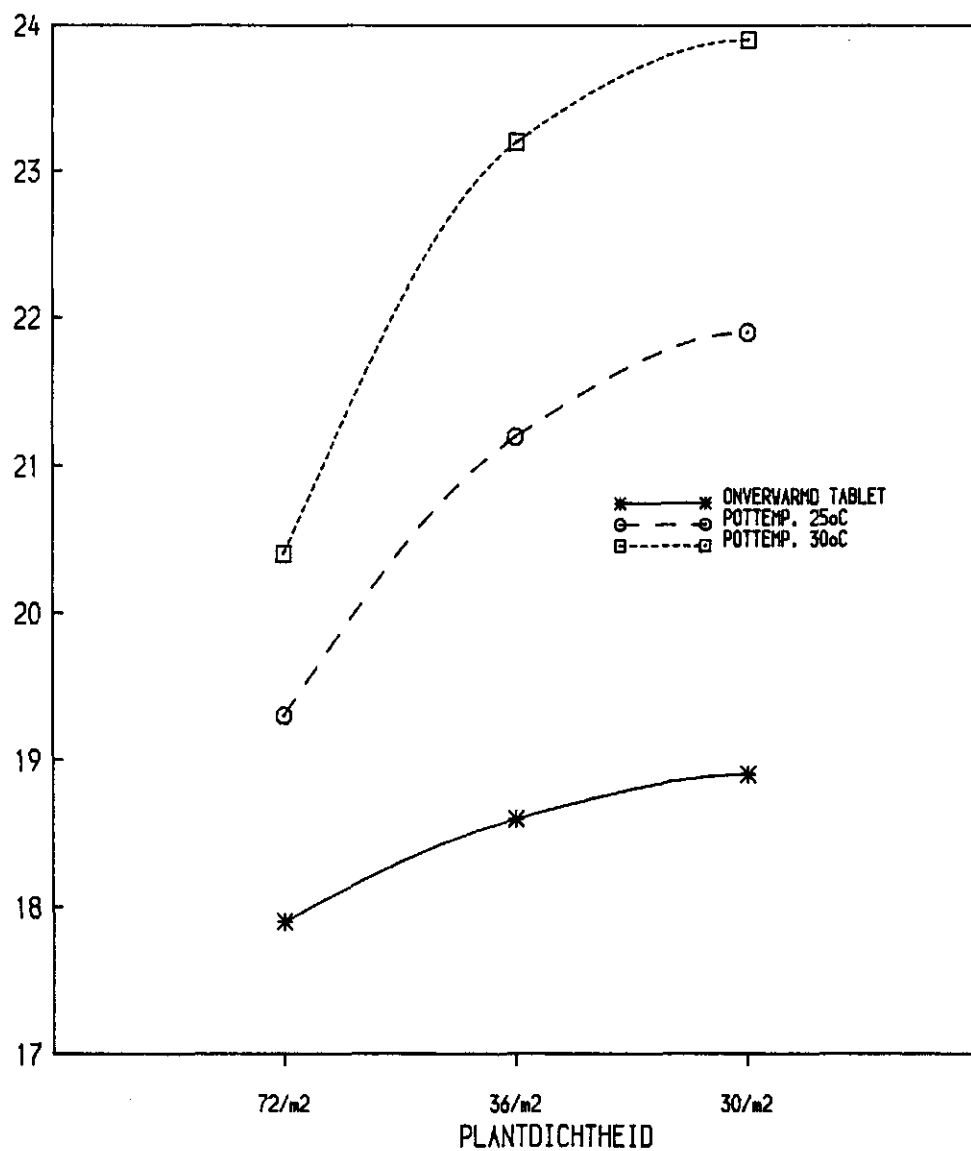
Tabletverw.	Pottemp. (°C)	Kasluchttemp. (°C)	RV (%)
Onverwarmd	22.0	21.6	69

Op onverwarmde tabletten ligt de potttemperatuur dicht bij de kasluchttemperatuur. De potttemperaturen op de verwarmde tabletten zijn gemiddeld over de proefperiode resp. 25,6 en 30,0°C geweest met een nauwkeurigheid van de regeling van +/- 1°C.

In tabel 3.1.2 wordt de invloed van tabletverwarming op het microklimaat tussen het gewas weergegeven (microklimaat meetnet, ca. 25 cm boven tafeloppervlak). In figuur 3.1.1 is de gemiddelde nachttemperatuur (22.00-4.00) weergegeven van de afzonderlijke meetperiodes voor het gewas *Spathiphyllum*. Voor *Guzmania* is een teeltperiode aangehouden van 22 weken, het merendeel van het plantmateriaal was toen in bloei. Voor *Spathiphyllum* is een teeltperiode aangehouden van 27 weken, dit was het moment dat het plantmateriaal verplaatst moest worden naar een andere kasruimte zonder tabletverwarming.

Tabel 3.1.2 Invloed van tabletverwarming op de luchttemperatuur, RV en absolute luchtvochtigheid tussen het gewas gedurende de nachtperiode (22.00-4.00), de dagperiode (10.00-16.00) en het etmaalgemiddelde. Metingen steekproefgewijs gedurende de teelt, in totaal 40 (*Guzmania*) en 45 meetdagen (*Spathiphyllum*)
Onv = onverwarmde tabletten.

Tabletverw.	LUCHTTEMP. (°C)			REL. LUCHTV. (%)			ABS. LUCHTV. (g/kg)		
	Dag	Nacht	Etmaal	Dag	Nacht	Etmaal	Dag	Nacht	Etmaal
<u><i>Spathiphyllum</i></u>									
Onv.	25.7	18.5	21.7	60	78	71	12.0	10.6	11.2
25°C	26.0	20.8	23.0	57	69	64	12.0	10.9	11.1
30°C	27.2	22.5	24.4	53	63	59	11.9	10.9	11.3
<u><i>Guzmania</i></u>									
Onv.	26.0	18.2	21.6	61	82	73	12.6	10.7	11.6
25°C	26.5	20.5	23.1	59	71	69	12.5	10.9	11.6
30°C	27.6	23.0	24.9	53	61	58	12.1	10.9	11.4



Figuur 3.1.1 Gemiddelde luchttemperatuur 's nachts tussen het gewas bij *Spathiphyllum* in verschillende teeltfasen

Er is een duidelijke invloed waargenomen van tabletverwarming op de luchttemperatuur tussen het gewas. Bij een pottemperatuur van 30°C is het temperatuurverschil 4 tot 5°C gedurende de nachtperiode ten opzichte van onverwarmde tabletten. Naarmate het gewas *Spathiphyllum* dichter wordt, nemen de verschillen tussen het gewas toe (figuur 3.1). Overdag is de invloed van instraling merkbaar, waardoor de invloed van tabletverwarming relatief gering is. Door tabletverwarming wordt de relatieve luchtvochtigheid tussen het gewas flink verlaagd, 's nachts sterker dan overdag (tabel 3.1.2). Deze verlaging bedraagt gemiddeld 10-15%. Het effect van tabletverwarming op de relatieve luchtvochtigheid is hoofdzakelijk het gevolg van de temperatuurverhoging tussen het gewas, daar de verschillen in absolute luchtvochtigheid klein zijn (zie tabel).

Gewasreacties *Spathiphyllum*

In deze proef is uitgegaan van zaailingen, wat een grote heterogeniteit met zich mee heeft gebracht. Dit heeft de beoordeling van de proefresultaten enigszins bemoeilijkt. Al snel na het oppotten waren verschillen in beworteling en gewasgroei zichtbaar. Bij een pottemperatuur van 30°C ontstond een andere structuur van het wortelstelsel dan bij de andere twee pottemperaturen. De wortels kwamen nog wel in de onderste cm van de pot, maar groeiden niet rond onderin de pot. De beworteling bij de lagere pottemperaturen vertoonden geen bijzonderheden. Bovengronds was de groeisnelheid echter uitstekend bij alle temperatuurbehandelingen. Door de heterogeniteit van het gewas hebben de gewasmetingen halverwege en aan het einde van de teelt - aan acht planten per veldje - géén betrouwbare verschillen opgeleverd. Na 26 teeltweken zijn niet-destructieve plantmetingen verricht aan 80 planten per veldje (tabel 3.1.3). Dit leverde wel betrouwbare verschillen op.

Tabel 3.1.3 Invloed tabletverwarming op gewasgroei (na 26 weken) en bloei (na tien maanden) bij *Spathiphyllum*. Verschillende letters geven betrouwbare verschillen weer bij 5% onbetrouwbaarheid (n=60 planten per veldje).

Setpoint pottemp.	24-uurgem. pot/lucht	Plantlengte (cm) va. wortelhals	Aantal scheuten per plant	Bloeiende planten (%)
Onverwarmd	21.5/21.7	56.2 (a)	4.4 (b)	80 (b)
25°C	25.6/23.0	62.5 (b)	3.9 (b)	76 (b)
30°C	30.0/24.4	62.0 (b)	3.1 (a)	52 (a)

Op verwarmde tabletten werd een ander type plant gevormd, een langere plant met grovere bladeren. De scheutvorming liep betrouwbaar terug bij tabletverwarming met een pottemperatuur van 30°C. Ook de bloei werd bij deze pottemperatuur verminderd, hoewel in de laatste teeltfase géén tabletverwarming meer toegepast kon worden. Kennelijk heeft de bloemaanleg al in een veel eerder gewasstadium plaatsgevonden.

Tijdens de proef is het waterverbruik bijgehouden van iedere afzonderlijke temperatuurbehandeling van *Spathiphyllum*. Deze cijfers geven de totale verdamping weer vanuit de plant en de pot (tabel 3.1.4). Tevens is in deze tabel de EC onder- en bovenin de pot weergegeven aan het einde van de proefperiode met tabletverwarming.

Tabel 3.1.4 Invloed tabletverwarming op het totale waterverbruik (liters) per m² tafel (week 13 t/m week 35 1987) en de EC in de potgrond aan het einde van de proefperiode in de onderste 2/3 en bovenste 1/3 deel van de potkluit.

Setpoint pottemp.	24-uurgem. pot/lucht	Waterverbruik (liters)	Procentuele toename (%)	EC potgrond (mS/cm)	
				onderin (2/3)	bovenin (1/3)
Onverwarmd	21.5/21.7	143	100	1.4	6.2
25°C	25.6/23.0	161	113	1.2	8.0
30°C	30.0/24.4	192	134	1.6	11.7

Uit de cijfers blijkt dat het totale waterverbruik toeneemt met resp. 13 en 34% voor tabletverwarming met een pottemperatuur van 25 en 30°C. Verder vindt een enorme verzouting plaats in de bovenste laag van de potgrond, wat nog verder toeneemt door toepassing van tabletverwarming. Uit het houdbaarheids-onderzoek is echter gebleken dat dit niet tot schade heeft geleid in de naogstfase, zelfs bij een uitdroogperiode van twaalf dagen in de uitbloei-ruimte (B. Mulderij, proefverslag 3201-1).

Gewasreacties Guzmania

Halverwege en aan het einde van de teeltperiode zijn gewaswaarnemingen verricht aan vers- en drooggewichten van de plant. Pot- en luchttemperatuur blijken géén invloed gehad te hebben op de toename van het plantgewicht en het drogestofpercentage. Wél zijn verschillen geconstateerd in bloeisnelheid, bloeipercentage en bloemkwaliteit (tabel 3.1.5).

Tabel 3.1.5 Invloed tabletverwarming op bloei en bloemkwaliteit bij Guzmania 'Empire'. Verschillende letters geven betrouwbare verschillen weer bij 5% onbetrouwbaarheid (n=90 planten per veldje).

Setpoint pottemp.	24-uurgem. pot/lucht	Niet- Bloei (%)	Teeltduur vanaf start	Bloemgrootte (in % van totaal)		
				Groep 1+4	Groep 2+5	Groep 3+6
Onverwarmd	21.5/21.6	3.3 (b)	21 weken	76 (b)	22 (a)	1 (a)
25°C	25.6/23.1	0.1 (a)	20 weken	82 (b)	18 (a)	0 (a)
30°C	30.0/24.9	7.3 (b)	20 weken	56 (a)	34 (b)	11 (b)

Op verwarmde tabletten waren de planten één week eerder veiltrijp. Zowel op onverwarmde tabletten als bij een pottemperatuur van 30°C waren meer niet-bloeiende planten aanwezig dan bij pottemperatuur van 25°C. Ook de bloemkwaliteit werd beïnvloed door de verschillende temperatuurbehandelingen. Er zijn voor de visuele beoordeling van 'groenheid' en grootte van de bloeiwijze zes kwaliteitsklassen gehanteerd (1=klein en rood; 2=middelgroot en rood; 3=groot en rood; 4=klein en groen; 5=middelgroot en groen; 6=groot en groen). Gebleken is dat het percentage 'groene' bloeiwijzen (groep 4,5 en 6) niet significant werd beïnvloed door de temperatuur. De doorsnede van de bloeiwijze werd echter negatief beïnvloed door toepassing van tabletverwarming met een pottemperatuur van 30°C. Bij deze temperatuurbehandeling werden méér kleine bloeiwijzen (groep 3+6) en minder grote bloeiwijzen gevormd (groep 1+4) dan bij de andere twee behandelingen.

De bloemgrootte van groep 2+5 en groep 3+6 zijn respectievelijk zo'n 35 en 70% kleiner geweest dan de bloemgrootte van groep 1+4.

Omdat bij *Guzmania* met de hand water is gegeven en bemest, konden geen cijfers verzameld worden over het waterverbruik. Wel is aan het einde van de proefperiode de EC bepaald van de onderste 2/3 en bovenste 1/3 laag van de potkluit. De EC (mS/cm) onderin de pot was 0,6 bij alle temperatuurbehandelingen, bovenin de pot nam de EC door toepassing van tabletverwarming toe van 1,6 naar 2,3.

In deze proef is tabletverwarming toegepast bij één kasluchttemperatuur, waardoor de gewasreacties niet toegeschreven konden worden aan pot- en/of luchttemperatuur. Beide worden namelijk tegelijkertijd beïnvloed door tabletverwarming. Wel zijn in deze proef de grenzen van tabletverwarming vastgesteld. Een pottemperatuur van 30°C, een luchttemperatuur van 24-25°C of de combinatie van beiden is té hoog voor deze twee gewassen. In vergelijking tot de gewasreacties met bladplanten (Vogelezang, Mulderij en van den Berg, 1989) liggen de optimale pot- en luchttemperaturen duidelijk lager.

3.2 PROEF 2: POT- EN LUCHTTEMPERATUUR

Uit de eerste oriënterende proef is gebleken dat beide gewassen op verwarmde tabletten geteeld kunnen worden. Een instelling van de tabletverwarming met een potttemperatuur van 30°C is echter te hoog voor beide gewassen. In deze proef zijn daarom drie lagere potttemperaturen toegepast, namelijk onverwarmd, 23°C en 26°C bij twee verschillende kasluchttemperaturen. Er is uitgegaan van een gangbaar kastemperatuurniveau van 20°C en een temperatuur die daar enkele graden onder ligt. Hierdoor ontstaan verschillende combinaties van pot- en luchttemperatuur tussen het gewas, waardoor met behulp van regressie-analyse het mogelijk is gewasreacties toe te schrijven aan pot- en/of luchttemperatuurverschillen tussen de behandelingen. De proef is gestart in week 35, 1988.

Kasklimaat en microklimaat

In tabel 3.2.1 wordt de gerealiseerde gemiddelde pot- en kastemperatuur en RV weergegeven van twee kassen met onverwarmde tabletten die als controle kunnen worden gezien.

Tabel 3.2.1 Gemiddeld gerealiseerd kasklimaat over de gehele proefperiode in twee kassen met onverwarmde tabletten (controle). Meetbox ca. 40 cm boven tafelloppervlak in het middenpad. Teeltperiode 40 weken (week 35 1988 - week 23 1989).

Setpoint kaslucht	Pottemp. (°C)	Kasluchttemp. (°C)	RV(%)
17°C	18.6	18.6	73
20°C	20.8	21.0	69

Op onverwarmde tabletten ligt de potttemperatuur dicht bij de beide kasluchttemperaturen. De potttemperaturen op de verwarmde tabletten zijn gemiddeld over de proefperiode resp. 23,2 en 26,1 geweest met een nauwkeurigheid van de regeling van +/- 1°C.

In tabel 3.2.2 wordt het microklimaat weergegeven op onverwarmde en verwarmde tabletten (microklimaat meetnet, ca. 25 cm boven tafelloppervlak). Uit de tabel blijkt dat de invloed van tabletverwarming op de luchttemperatuur tussen het gewas samenhangt met de omgevingstemperatuur. Bij 17°C kastemperatuur geeft een potttemperatuur van 26°C een gemiddelde luchttemperatuurverhoging van 4°C bij *Spathiphyllum*, terwijl dit bij een kastemperatuur van 20°C 1°C lager is. Bij *Guzmania* is de invloed van tabletverwarming op de luchttemperatuur geringer. Bij dit lage gewas heeft het meetpunt tijdens de gehele teeltperiode vlak boven het gewasdek gezeten, waardoor de vermenging met koudere omgevingslucht groter is geweest. De invloed van tabletverwarming op de luchttemperatuur is 's nachts het grootst. Overdag is de invloed van instraling merkbaar, waardoor de temperatuurverschillen kleiner worden.

Door tabletverwarming wordt de relatieve luchtvochtigheid tussen het gewas verlaagd, met name bij *Spathiphyllum*. Bij *Guzmania* zijn de verschillen in luchtvochtigheid geringer, doordat de luchttemperatuurverschillen tussen de behandelingen ook kleiner zijn dan bij *Spathiphyllum*. De absolute luchtvochtigheid (in g/kg) verschilt met name tussen de twee kasluchttemperatuurinstellingen van 17 en 20°C. Dit kan mogelijk verklaard worden

Tabel 3.2.2 Invloed van tabletverwarming op de luchttemperatuur, RV en absolute luchtvochtigheid tussen het gewas gedurende de nachtperiode (22.00-4.00), de dagperiode (10.00-16.00) en het etmaalgemiddelde. Metingen steekproefgewijs gedurende de teelt, in totaal 43 meetdagen. Onv. = onverwarmde tabletten.

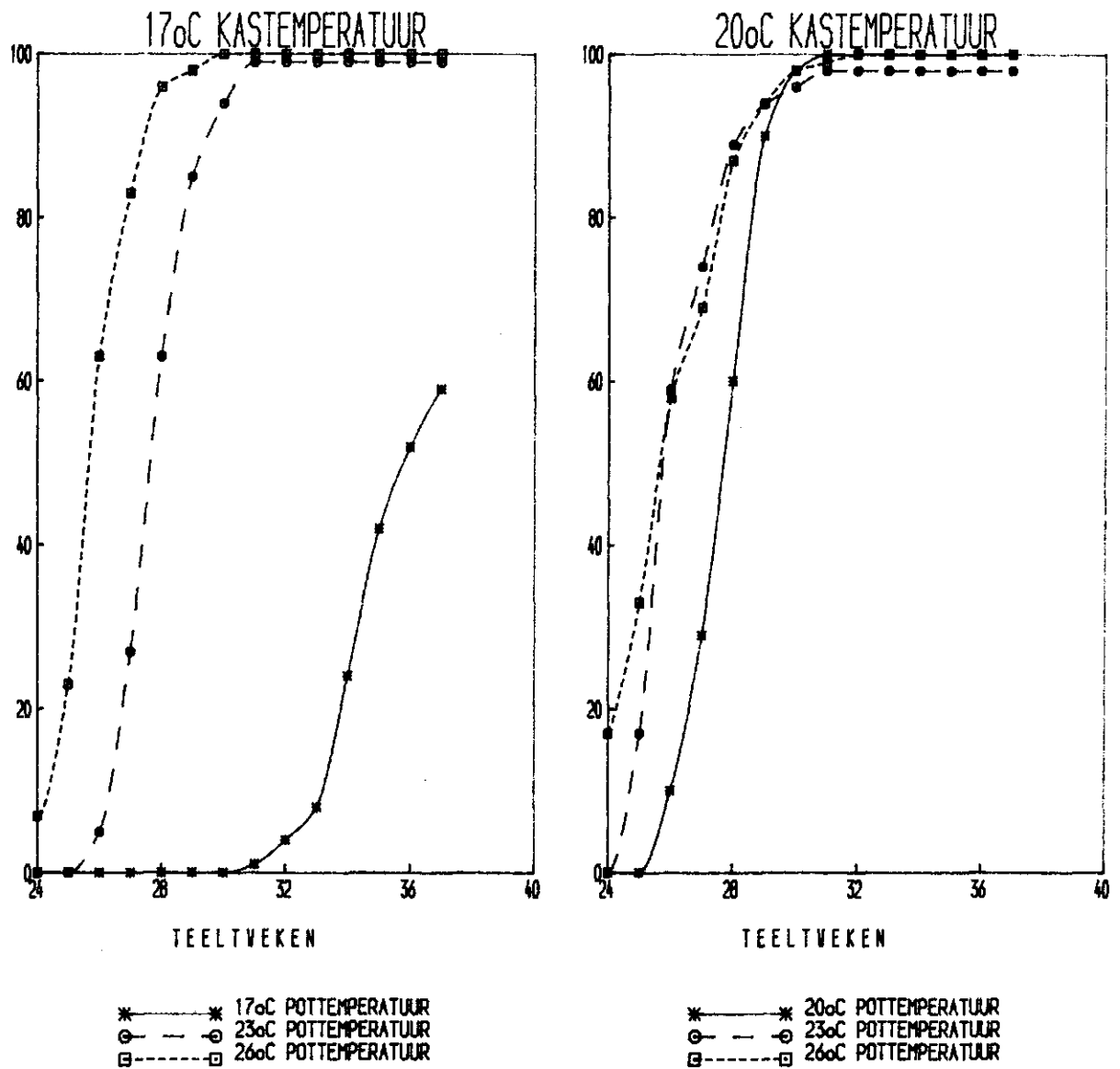
Gewas	Kastemp	Tablet	LUCHTTEMP. (°C)			REL. LUCHTV. (%)			ABS. LUCHTV. (g/kg)		
			Nacht	Dag	Etmaal	Nacht	Dag	Etmaal	Nacht	Dag	Etmaal
Spathi- phyllum	17°C	Onv.	16.9	20.5	18.4	75	71	76	9.2	10.7	9.8
		23°C	19.1	21.3	20.6	67	69	67	9.4	11.1	10.0
		26°C	20.6	22.7	22.3	63	66	59	9.6	11.5	10.3
	20°C	Onv.	19.5	21.9	20.5	70	74	74	10.0	12.4	11.0
		23°C	20.6	22.4	21.3	66	73	70	10.0	12.5	11.1
		26°C	22.3	23.6	23.7	61	69	62	10.3	12.6	11.3
Guzmania	17°C	Onv.	16.8	21.2	18.6	76	67	72	9.2	10.5	9.7
		23°C	18.2	21.4	19.5	73	66	70	9.6	10.5	10.0
		26°C	19.5	22.5	20.5	68	65	67	9.7	11.2	10.2
	20°C	Onv.	19.5	22.5	20.7	70	70	70	9.9	12.0	10.8
		23°C	20.0	22.6	20.7	70	68	70	10.3	11.8	10.9
		26°C	20.6	23.5	22.1	66	69	67	10.3	12.6	11.2

door het feit dat bij een lagere kasttemperatuur een kouder dek ontstaat, waar het vocht makkelijker tegen condenseert. Hierdoor ontstaat bij gelijke luchttemperatuur tussen het gewas een relatief lagere RV bij lage kasttemperatuur. Definitieve conclusies over de effecten van tabletverwarming op de luchtvochtigheid kunnen uit deze proefopstelling niet getrokken worden, omdat per kasafdeling verscheidene temperatuurbehandelingen aanwezig zijn. Daarom zijn aan het einde van de proefperiode de temperatuurinstellingen van de tabletverwarming zodanig gewijzigd, dat per kasafdeling slechts één instelling van de pottemperatuur aanwezig was. Uit de toen uitgevoerde vochtmetingen is gebleken dat ook in deze situatie de absolute luchtvochtigheid nauwelijks beïnvloed werd door tabletverwarming. Genoemde conclusies ten aanzien van het microklimaat lijken dus in zijn algemeenheid geldig te zijn.

Gewasreacties Spathiphyllum

In tegenstelling tot de eerste oriënterende proef was de beworteling in alle temperatuurbehandelingen goed, ook bij de hoogste pottemperatuur van 26°C. Opvallend was de zeer trage gewasontwikkeling en -groei op de onverwarmde tabletten bij de laagste kasttemperatuur (pot- en luchttemperatuur ca. 18°C). Ook het verschijnen van de eerste bloem werd zéér vertraagd ten opzichte van de overige temperatuurbehandelingen, zoals uit figuur 3.2.1 blijkt. In vergelijking tot de behandeling met onverwarmde tabletten bij hoge kasluchttemperatuur (pot- en luchttemperatuur ca. 20°C) is de bloei zo'n negen weken vertraagd! Dit grote effect van temperatuur over slechts 2°C doet het vermoeden rijzen, dat een gedeelte van de bloeispreading bij Spathiphyllum mogelijk verklaard kan worden door plaatselijke temperatuurafwijkingen in kassen. Doordat het gewasstadium bij een pot- en luchttemperatuur van 18°C sterk afweek van de overige behandelingen, is deze temperatuurbehandeling niet meegenomen in de regressie-analyse. Uit deze proef kan niet afgeleid worden in hoeverre de lage pot- en/of de lage luchttemperatuur verantwoorde-

lijk is geweest voor deze trage groei en bloei.



Figuur 3.2.1 Invloed tabletverwarming bij twee ingestelde kasttemperaturen op het bloeipcentage (%) van de eerste bloem bij *Spathiphyllum*

Na 24 teeltweken kwam de bloei bij de hoogste potttemperatuur op gang (Tabel 3.2.3). Uit de regressie-analyse is gebleken dat zowel een hogere potttemperatuur tot 26°C als een hogere luchttemperatuur tot 23°C de bloei versnellen (bijlage 2). Ten opzichte van de behandeling 20°C pot-/luchttemperatuur is door tabletverwarming de teeltduur zo'n twee weken verkort.

Tabel 3.2.3 Invloed pot- en luchttemperatuur (tussen het gewas) op het bloeipercentage (%) per teeltweek van de eerste bloem bij *Spathiphyllum* 'Luna' (n=42 planten).

Setpoint lucht/pot	24-uurgem lucht/pot	TEELTWEEK					
		24	25	26	27	28	29
17/17*	17.7/17.6	0	0	0	0	0	0
17/23	19.6/23.0	0	0	5	27	63	85
17/26	21.1/26.0	7	23	63	90	98	100
20/20	20.5/20.5	0	0	10	29	60	90
20/23	21.4/23.0	0	17	59	74	89	94
20/26	23.2/26.0	17	33	58	69	87	94

* = niet in de regressie-analyse meegenomen.

Het bloeiproces is na het verschijnen van de eerste bloem wekelijks gevolgd tot teeltweek 40, waarbij bij alle temperatuurbehandelingen - behalve bij de laagste pot-/luchttemperatuur van 18°C - zo'n vier bloemen in totaal aangelegd werden (tabel 3.2.4). Tevens is van de tweede bloem de bloemgrootte bepaald.

Tabel 3.2.4 Invloed pot- en luchttemperatuur - tijdens een verlengde teelt - op de bloei na 40 teeltweken bij *Spathiphyllum* 'Luna' (exclusief 1e bloem ; n= 42 planten). ns = geen significante effecten.

Setpoint lucht/pot	24-uurgem. lucht/pot	2e bloem			3e bloem	4e bloem
		bloei perc.(%)	bl. lengte (cm)	bl. breedte (cm)	bloei perc.(%)	bloei perc.(%)
17/17*	18.4/19.6	0	-	-	0	0
17/23	20.6/22.9	79	11.5	6.3	54	29
17/26	22.3/25.8	97	10.4	5.9	79	51
20/20	20.5/21.1	84	11.9	6.4	61	36
20/23	21.3/23.4	90	11.8	6.6	68	39
20/26	23.7/25.8	75	11.2	6.4	20	5
regressie-analyse		ns	pot	ns	lucht	lucht

* = niet in de regressie-analyse meegenomen.

Uit de tabel blijkt dat met name de temperatuurbehandeling met de hoogste pot- en luchttemperatuur achterblijft in bloeiontwikkeling bij de derde en vierde bloem. Uit de regressie-analyse is gebleken dat niet de potttemperatuur maar de hoge luchttemperatuur hier verantwoordelijk voor is, waarbij een luchttemperatuur van 22°C optimaal was. De bloemlengte van de tweede bloem werd in geringe mate negatief beïnvloed door de potttemperatuur.

Niet alleen de bloei, ook de groei werd beïnvloed door tabletverwarming. In tabel 3.2.5 is het eindresultaat weergegeven na 24 weken, het moment dat er normaal gesproken ook geveild gaat worden.

Tabel 3.2.5 Invloed pot- en luchttemperatuur (tussen het gewas) op de groei na 24 teeltweken bij *Spathiphyllum 'Luna'*. SLA (Specific Leaf Area) en drogestofpercentage gemiddeld over de eerste 24 teeltweken.

Setpoint lucht/pot	24-uurgem lucht/pot	Plant- lengte (cm)	Vers- gewicht (g)	Blad- grootte (cm ²)	SLA (cm ² / mg)	Droge- stof% (%)	Bladdikte (versgew.) (mg/cm ²)
17/17	17.7/17.6	28.7	24.4	19.2	30.3	12.0	0.247
17/23	19.6/23.0	31.7	36.7	24.7	33.8	10.9	0.242
17/26	21.1/26.0	31.5	45.8	26.1	33.7	10.8	0.245
20/20	20.5/20.5	32.3	41.3	27.0	33.8	10.8	0.245
20/23	21.4/23.0	33.3	49.9	28.3	35.6	10.4	0.241
20/26	23.2/26.0	32.3	44.1	28.5	35.1	10.7	0.239
regressie-analyse:		lucht	lucht	lucht	lucht	lucht	lucht

Uit de regressie-analyse is gebleken (bijlage 2), dat de verschillen tussen de temperatuurbehandelingen uitsluitend toegeschreven kunnen worden aan de verschillen in luchttemperatuur en dat de potttemperatuur op deze groeiprocessen géén invloed heeft. Bij hogere luchttemperaturen tot 23°C worden langere planten gevormd met grotere bladeren en meer versgewicht. Ook de benutting van drogestof wordt verbeterd door hogere luchttemperaturen. Dit blijkt uit de Specific Leaf Area (SLA), welke een maat is voor de drogestofverdunding per eenheid bladoppervlak. Ditzelfde effect is ook terug te vinden in het drogestofpercentage, welke lager wordt bij hogere luchttemperaturen; SLA en drogestofpercentage zijn zeer sterk met elkaar gecorreleerd (bijlage 2). De bladdikte op versgewichtbasis wordt ook kleiner bij hogere luchttemperaturen, de effecten zijn echter gering.

De verdeling van de drogestof over hoofd-, zijscheuten en wortels is weergegeven in tabel 3.2.6.

Tabel 3.2.6 Invloed pot- en luchttemperatuur (tussen het gewas) op scheutvorming en drogestofverdeling bij *Spathiphyllum 'Luna'* (teeltweek 32). S/W = spruit/wortel-gewichtsverhouding.

Setpoint lucht/pot	24-uurgem. lucht/pot	Drooggew. plant (g)	S/W- verh.	Aantal scheuten	Aantal bladeren hoofdsch.	Aantal bladeren zijsch.	Drooggew. per scheut
17/17	17.7/18.3	7.49	3.6	6.0	11.1	19.5	0.55
17/23	19.6/23.1	9.60	4.0	5.4	12.7	27.2	0.90
17/26	21.4/26.0	10.75	4.5	4.3	14.0	29.8	1.27
20/20	20.2/20.7	9.67	3.8	6.7	13.1	29.0	0.71
20/23	21.2/23.2	12.10	4.2	6.0	14.3	30.9	1.01
20/26	23.1/26.1	12.72	4.8	4.2	16.8	28.2	1.34
regressie-analyse:		lucht	pot	pot	lucht	lucht	pot

De gegevens van teeltweek 32 zijn hiervoor gebruikt, daar de wortels slechts éénmalig meegenomen zijn in de waarnemingen. De gegevens van teeltweek 24 (moment van le bloei) en teeltweek 40 komen echter goed overeen met deze resultaten. Bij de drogestofverdeling over spruit/wortel, drogestofverdeling over hoofd- en zij scheuten en het aantal zij scheuten speelt de potttemperatuur een duidelijke rol (bijlage 3). Het aantal scheuten wordt verminderd door hogere potttemperaturen tot 26°C. De afsplitsing van bladeren wordt niet beïnvloed door de potttemperatuur, deze verloopt sneller bij hogere luchttemperaturen. Het voorgaande betekent, dat bij hogere potttemperaturen het aantal scheuten wel minder is, maar dat het aantal bladeren en het gewicht per gevormde scheut groter is (zie tabel).

Tijdens de proef zijn nog een tweetal andere zaken opgetreden, namelijk het verschijnsel genetisch bont en de problematiek van de misvormde bladeren en groeipunten. Onderzocht is in hoeverre deze zaken toegeschreven zouden kunnen worden aan de pot- of luchttemperatuur of het niveau van de relatieve luchtvochtigheid. In de maand december en januari werden vrij plotseling in een bepaalde temperatuurbehandeling grote hoeveelheden planten gevonden met wit gespikkelde of gestreepte bladeren. In sommige bladeren werd soms helemaal geen bladgroen meer gevormd. De eerste gedachten gingen uit naar een virus, maar de Plantenziektenkundige Dienst gaf aan dat de symptomen grote overeenkomst vertoonden met genetisch bont. Eind januari is een telling verricht (tabel 3.2.7).

Tabel 3.2.7 Invloed pot-, luchttemperatuur en relatieve luchtvochtigheid op het percentage planten met genetisch bont (teeltweek 24) en het percentage planten met misvormde bladeren en/of groeipunten bij *Spathiphyllum 'Luna'* (teeltweek 40; n=140 planten).

Setpoint lucht/pot	Teeltweek 24		Teeltweek 40	
	24-uurgem. lucht/pot/RV	% planten met genetisch bont	24-uurgem. lucht/pot/RV	% planten met misvormd blad
17/17	17.7/17.6/69	0.0	18.4/19.6/76	0.8
17/23	19.6/23.0/63	0.7	20.6/22.9/67	1.1
17/26	21.1/26.0/59	1.7	22.3/25.8/59	6.2
20/20	20.5/20.5/67	1.0	20.5/21.1/74	2.5
20/23	21.4/23.0/64	1.0	21.3/23.4/70	4.4
20/26	23.2/26.0/58	12.0	23.7/25.8/62	10.9
regressie-analyse:		lucht	lucht	

Uit de regressie-analyse kwam naar voren dat het percentage planten met genetisch bont toeneemt naarmate de luchttemperatuur hoger is. Deze afwijking verdween uiteindelijk weer snel in de maand februari. Aan het einde van de proefperiode van veertig weken is ook het aantal planten met misvormde bladeren en groeipunten geteld (tabel 3.2.7). Ook hier bleek een hogere luchttemperatuur de aantasting te verergeren.

Gewasreacties Guzmania

De eerste zestien teeltweken traden slechts geringe verschillen op in ontwikkeling en groei tussen de verschillende temperatuurbehandelingen, alleen bij een lage pot-/luchttemperatuur van 18°C werd de gewasontwikkeling zichtbaar vertraagd. Na 26 teeltweken is er tweemaal een bloeibehandeling gegeven, waarna de bloei - per veldje van veertig planten - wekelijks is gevolgd vanaf het verschijnen van de eerste bloem. Aan het einde van de proef (teeltweek 40) is ook eenmalig de bloemdiameter gemeten (tabel 2.3.8). Zowel de luchttemperatuur tot 22°C als de potttemperatuur tot 26°C blijken de bloei te versnellen (bijlage 4). Ten opzichte van controle-behandeling 21°C pot-/luchttemperatuur wordt door tabletverwarming de bloei maximaal twee weken versneld. Het slagingspercentage was in alle behandelingen 100%. De gemiddelde bloemdiameter varieerde tussen de temperatuurbehandelingen van 13,2 tot 14,1 cm. In vergelijking met de eerste oriënterende proef waren dit kleine verschillen, die ook niet met het oog waarneembaar waren.

Tabel 3.2.8 Invloed van pot- en luchttemperatuur tussen het gewas op de bloei en gewasontwikkeling van Guzmania 'Empire' (teeltweek 40).

Setpoint lucht/pot	24-uurgem lucht/pot	Gem. bloeiweek	Vers- gewicht (g)	Aantal bladeren	Gem. droge- stofperc. (%)
17/17	18.6/20.0	39.7	43.6	25.2	13.38
17/23	19.5/22.6	38.3	47.4	26.1	13.63
17/26	20.5/25.7	36.7	45.6	27.3	13.61
20/20	20.7/21.2	38.0	49.9	27.5	13.44
20/23	20.7/23.7	37.2	53.5	28.4	13.64
20/26	22.1/25.6	35.9	53.5	29.1	13.68
regressie-analyse:		pot en lucht	pot en lucht	lucht	pot

Zowel het plantgewicht als het aantal bladeren aan het einde van de teeltperiode werden positief beïnvloed door hogere luchttemperaturen tot 22°C. De potttemperatuur speelde een minder belangrijke rol bij deze processen (relatief klein regressie-coëfficiënt in de regressie-analyse, bijlage 4). De verschillen in drogestofpercentage waren klein tussen de verschillende behandelingen, waarbij een hogere potttemperatuur een gering positief effect had op het drogestofpercentage.

Verdampingsgegevens Spathiphyllum

Gelijklopend met de gewaswaarnemingen zijn voor Spathiphyllum iedere acht weken verdampingsgegevens verzameld. Telkens is de gewichtsafname gemeten tussen twee watergiftten in van potten mét en zonder plant. Na deze bepaling zijn de gemeten planten bemonsterd, zodat gegevens over het bladoppervlak betrokken konden worden bij de verdampingsgegevens. In tabel 3.2.9 is de situatie weergegeven voor een 'jong' gewas en in tabel 3.2.10 voor een volgroeid gewas.

In het jonge gewas bleek de plantverdamping ten opzichte van de potverdamping slechts een gering percentage van de totale verdamping te zijn, gemiddeld zo'n 20-30%. Pas in het veilbare stadium (teeltweek 24) nemen pot- en plantverdamping beide 50% van de totale verdamping voor hun rekening. In het volgroeide gewas is de verdamping van het gewas groter dan de verdamping vanuit de pot.

Tabel 3.2.9 Invloed pot-, luchttemperatuur en relatieve luchtvochtigheid op de verdamping van de potgrond en de plant (g/plant per dag) in een jong gewas (teeltweek 16, n=8 planten per veldje).

Setpoint lucht/pot	24-uurgem. lucht/pot/RV	pot- verdamp.	plant verdamp.	plantverdamp. per cm2 blad	perc. (%) plantverd.
17/17	16.9/17.2/77	4.2	0.6	0.03	12
17/23	18.1/23.0/73	10.4	3.4	0.13	24
17/26	19.4/26.0/71	13.3	5.1	0.15	28
20/20	19.4/20.2/73	6.6	2.7	0.10	28
20/23	20.3/23.0/70	9.9	4.0	0.12	29
20/26	21.4/26.0/69	13.1	6.9	0.19	34
regressie-analyse:		pot	pot	pot	

De potverdamping werd sterk beïnvloed door de pottemperatuur (bijlage 5 en 6). Tevens werd in het jonge gewasstadium ook de totale plantverdamping door de pottemperatuur beïnvloed. Na correctie voor het totale bladoppervlak bleek óók de verdamping per eenheid bladoppervlakte toe te nemen met hogere pottemperaturen. Een eenduidige verklaring hiervoor is niet te geven. De belangrijkste drijvende kracht voor plantverdamping is de huidmondjesweerstand. Het is bekend dat koude bodems beperkend kunnen zijn voor de wateropname, waardoor de waterpotentiaal in het blad verlaagd wordt en huidmondjes dicht kunnen gaan zitten (Kramer, 1983). Dit zou ook in deze proef een rol gespeeld kunnen hebben. In het volgroeide gewasstadium werd de plantverdamping positief beïnvloed door hogere luchttemperaturen. Dit is waarschijnlijk een indirect effect geweest van het toegenomen bladoppervlak bij hogere luchttemperaturen (hoge correlatie tussen plantverdamping en bladoppervlak, bijlage 6). In vergelijking met de situatie in het jonge gewas zijn de verschillen in verdamping per cm2 veel geringer; de luchttemperatuur heeft nog het meeste effect hierop (bijlage 6).

Tabel 3.2.10 Invloed pot-, luchttemperatuur en relatieve luchtvochtigheid op de verdamping van de potgrond en de plant (g/plant per dag) in een volgroeid gewas (teeltweek 32, n=8 planten per veldje).

Setpoint lucht/pot	24-uurgem. lucht/pot/RV	pot- verdamp.	plant verdamp.	plantverdamp. per cm2 blad	perc. (%) plantverd.
17/17	17.7/18.3/74	4.9	10.7	0.15	68
17/23	19.6/23.1/67	9.1	17.9	0.16	66
17/26	21.4/26.0/62	9.3	25.1	0.20	73
20/20	20.2/20.7/71	5.5	18.4	0.16	77
20/23	21.2/23.2/66	6.6	22.0	0.18	77
20/26	23.1/26.1/61	9.1	25.1	0.20	73
regressie-analyse:		pot	lucht	pot en lucht	

Bemestingsgegevens Spathiphyllum

Tijdens de tweede proef is er wat extra aandacht aan de bemesting besteed. Belangrijk hierbij is om interacties tussen bemesting en temperatuur zo veel mogelijk te voorkomen. Zoals reeds eerder in dit verslag vermeld, zijn de planten opgepot in een eb-vloedmengsel waaraan 0,75 kg PG-mix en 4 kg Dolokal zijn toegevoegd. Door middel van een eb-vloedsysteem is er drie maal per week gedurende vijftien minuten water gegeven. Alleen de onverwarmde tafels bij de lage kasttemperatuur van 17°C werden zo nu en dan overgeslagen. De bemesting is uitgevoerd met een standaard voedingsoplossing voor potplanten (het zogenaamde A-B bakken-systeem) In tabel 3.2.11 is de samenstelling van deze voedingsoplossing weergegeven.

Tabel 3.2.11 Voedingsoplossing Spathiphyllum

EC in mS/cm bij 25°C	Hoofdelementen in mmol/liter						
	NH ₄	K	Ca	Mg	NO ₃	H ₂ PO ₄	SO ₄
2.0	1.4	7.3	4.0	1.0	14.1	2.0	1.3

Spoor-elementen in umol/liter					
Fe	Mn	Zn*	B	Cu*	Mo
15	5.0	3.0	10	0.5	0.5

*) Zn en Cu waren voldoende in het gietwater aanwezig en derhalve niet aan de voedingsoplossing toegevoegd.

Gedurende de proef zijn de voedingsoplossingen elke twee weken bemonsterd, waarbij de hoofdelementen en (elke vier weken) de spoor-elementen werden geanalyseerd. Aan de hand van deze gegevens is er éénmaal extra borium en tweemaal extra ijzer toegevoegd. Koper en zink hadden een sterke neiging tot accumuleren, waardoor deze gemiddeld uitkwamen op respectievelijk 19,6 en 23,3 umol/liter. Dit heeft echter niet tot problemen in de gewassen geleid. Gemiddeld was de pH, ondanks toevoegingen van pH-verhogende meststoffen (eenmaal 1 mmol kaliumhydroxide en twee maal 0,5 mmol calciumhydroxide) met 4,6 aan de lage kant. De pH in de potkluit bleef met een gemiddelde van 5,6 - 6,0 voldoende hoog. De EC van de voedingsoplossing had neiging tot stijgen, deze stijging was iets sterker bij een verhoging van de pottemperatuur (tabel 3.2.12).

Tabel 3.2.12 Gemiddelde EC in mS/cm 25°C in de voedingsoplossing (n=44) tussen september 1988 en juni 1989

lucht temp.	pottemperatuur			gemiddeld
	onverwarmd	23°C	26°C	
17°C	2.3	2.4	2.5	2.4
20°C	2.3	2.4	2.4	2.4
gemiddeld	2.3	2.4	2.5	2.4

Tegelijkertijd met de achtereekelijkse gewaswaarnemingen zijn ook grondmonsters genomen. De analyses uit deze grondmonsters gaven geen aanleiding tot aanpas-

singen in de bemesting. Wel bleek dat het totaal zoutgehalte in de pot iets hoger werd bij een toenemende pottemperatuur. In tabel 3.2.13 is duidelijk te zien dat vooral de elementen calcium, stikstof, kalium en magnesium hieraan hun bijdrage leverden.

Tabel 3.2.13 Gemiddelde analysecijfers (1:1.5 extract) van de achtereenvolgende bemonstering (n=5) van het onderste tweederde deel van de potkluit. Elementen in mmol/liter, EC in mS/cm 25°C, pH water.

temp. °C lucht/pot	pH	E.C.	NH ₄	K	Na	Ca	Mg	NO ₃	Cl	SO ₄	P
17/17	6.0	0.9	0.1	2.7	1.1	1.4	0.7	5.6	0.4	0.6	0.8
17/23	5.9	1.1	0.1	3.1	1.2	1.8	0.8	6.8	0.3	0.7	0.8
17/26	5.6	1.2	0.1	3.4	1.1	2.1	0.9	7.5	0.3	0.7	0.9
20/20	5.9	1.0	0.1	2.8	1.2	1.8	0.8	6.2	0.3	0.7	0.9
20/23	6.0	1.1	0.1	3.1	1.4	1.8	0.8	7.0	0.3	0.7	0.8
20/26	5.7	1.2	0.1	3.6	1.3	2.2	0.9	8.0	0.4	0.7	1.0

Begin april trad er in het jongste nog opgerolde blad bladrandbeschadiging (rand) op bij de combinatie hoogste lucht, hoogste pottemperatuur (20°C/26°C). Deze beschadiging trad in het geheel niet op bij de combinatie laagste luchttemperatuur hoogste pottemperatuur (17°C/26°C). De gedachte ging uit naar een te laag calciumgehalte in dit nog jonge blad. Om dit aan de weet te komen zijn er van het betreffende blad bladmonsters genomen. Uit de analyse (zie tabel 3.2.14) blijkt er geen verschil in calciumgehalte te zijn, wel is het stikstofgehalte in het schadeblad aanzienlijk hoger.

Tabel 3.2.14 Gewasanalyse van het jonge nog opgerolde blad van *Spathiphyllum* uitgedrukt in mmol/kg droge stof

element	geen schade lucht/pottemp. 17°C/26°C	wel schade lucht/pottemp. 20°C/26°C
N totaal	3525	4398
P	165	188
K	1578	1512
Mg	110	104
Ca	133	133

Om na te gaan in hoeverre de temperaturen van invloed zijn geweest op de opname van de hoofdelementen, zijn aan het einde van de proef bladmonsters genomen. Hiervoor is blad van alle leeftijden genomen. Deze analysecijfers (zie tabel 3.2.15) zijn dus niet vergelijkbaar met de normcijfers, omdat de normcijfers zijn gebaseerd op blad van een bepaalde leeftijd.

Tabel 3.2.15 Gewasanalyse van Spathiphyllumblad van alle leeftijden*
uitgedrukt in mmol/kg droge stof.

Setpoint lucht/pot	24-uursgem lucht/pot	N-tot	P	K	Mg	Ca
17/17	18.4/19.6	2907	113	1760	93	171
17/23	20.6/22.9	3089	128	1824	87	181
17/26	22.3/25.8	2848	109	1810	78	187
20/20	20.5/21.1	3100	147	1898	94	181
20/23	21.3/23.4	3084	135	1810	94	203
20/26	23.7/25.8	2775	119	1823	81	213

*) De cijfers kunnen niet vergeleken worden met de normcijfers omdat de normcijfers betrekking hebben op blad van een bepaalde leeftijd.

Wat ook al in eerdere soortgelijke proeven met Schefflera naar voren is gekomen, is dat er ondanks de hogere stikstofconcentratie in de potkluit er bij de pottemperatuur van 26°C toch minder stikstof in het blad wordt gevonden. Hetzelfde geldt ook voor magnesium. Mogelijk houdt dit verschil in stikstof- en magnesiumconcentratie verband met de verschillen in ontwikkelingsstadium van de planten. Calcium daarentegen wordt bij een hogere pottemperatuur juist meer in het blad aangetroffen. Het sterk afnemende fosfaatgehalte bij een toenemende pottemperatuur (in deze gewasanalyse), is in onze eerdere proeven niet geconstateerd.

Bemestingsgegevens Guzmania

De Guzmania is opgepot in een potgrond waaraan 0,5 kg PG-mix en 3,5 kg Dolokal was toegevoegd. Dit gewas heeft niet zoals Spathiphyllum op een eb-vloed-systeem gestaan, maar is steeds bovendoor voorzien van water en meststoffen. In principe is er één keer per week bemest, met een mestoplossing (A-B bakken-systeem) waarvan de EC 1,0 was. Na elke bemesting is het gewas afgebroeid met schoon water of een enkele keer met 0,3 EC plantprodoplossing (20-20-20). Omdat bij de pottemperatuur van 26°C een sterkere accumulatie van voedingselementen in de pot optrad, is de bemesting bij deze behandeling een aantal malen achterwege gebleven en is er 'schoon' water gegeven. De samenstelling van de voedingsoplossing staat in tabel 3.2.16 weergegeven.

Tabel 3.2.16 Voedingsoplossing Guzmania

EC in mS/cm bij 25°C	Hoofdelementen in mmol/liter.						
	NH ₄	K	Ca	Mg	NO ₃	H ₂ PO ₄	SO ₄
1.0	0.8	3.7	2.0	0.5	7.1	1.0	0.7

Spoor-elementen in µmol/liter					
Fe	Mn	Zn*	B	Cu*	Mo
15	5.0	3.0	10	0.5	0.5

*) Zn en Cu waren voldoende in het gietwater aanwezig en derhalve niet aan de voedingsoplossing toegevoegd.

Tegelijkertijd met de achtereekelijkse gewaswaarnemingen zijn ook grondmonsters genomen. Uit de analysecijfers van december (zestien weken na oppotten) bleek dat de pH aan het dalen was. Het calcium, magnesium en sulfaat bleken iets te laag te zijn. Begin januari is daarom bij het aanmaken van een nieuwe voedingsoplossing 0,4 mmol ammoniumnitraat vervangen door 0,4 mmol calciumnitraat en is er tevens 0,25 mmol magnesiumsulfaat extra aan de voedingsoplossing toegevoegd. Uit de gemiddelden van de analysecijfers (zie tabel 3.2.17) blijkt dat ondanks de extra bemesting bij de twee laagste pottemperaturen en het regelmatig overslaan van de bemesting bij de twee hoogste pottemperaturen er toch verschillen ontstaan zijn. Het totaal zoutgehalte (EC), blijkt gemiddeld bij de hoogste pottemperatuur ongeveer 0,2 mS/cm hoger te zijn dan bij de laagste pottemperatuur.

Tabel 3.2.17 Gemiddelde analysecijfers (1:1,5 extract) van de achtereekelijkse bemonstering (n=5) van het onderste tweederde deel van de potkluit. Elementen in mmol/liter, EC in mS/cm 25°C, pH water.

temp. °C lucht/pot	pH	E.C.	NH ₄	K	Na	Ca	Mg	NO ₃	Cl	SO ₄	P
17/17	5.6	0.4	0.1	0.6	1.1	0.4	0.3	1.5	0.4	0.2	0.3
17/23	5.2	0.5	0.1	1.0	1.2	0.6	0.4	2.4	0.5	0.2	0.4
17/26	5.1	0.6	0.1	1.1	1.3	0.7	0.5	3.1	0.6	0.2	0.4
20/20	5.5	0.4	0.1	0.7	1.1	0.4	0.3	1.6	0.4	0.2	0.3
20/23	5.2	0.5	0.1	1.0	1.3	0.6	0.4	2.2	0.6	0.3	0.4
20/26	5.1	0.5	0.1	1.0	1.3	0.7	0.5	2.8	0.5	0.2	0.4

In hoeverre de verschillende temperaturen van invloed zijn geweest op de opname van de hoofdelementen moet blijken uit gewasanalyses. Hiervoor is aan het eind van de proef blad van alle leeftijden genomen. De analysecijfers (zie tabel 3.2.18) zijn daardoor niet vergelijkbaar met de normcijfers, omdat de normcijfers voor bladanalyses gebaseerd zijn op blad van een bepaalde leeftijd.

Tabel 3.2.18 Gewasanalyse van Guzmaniablاد van alle leeftijden*
uitgedrukt in mmol/kg droge stof

Setpoint lucht/pot	24-uursgem lucht/pot	N-tot	P	K	Mg	Ca
17/17	18.6/20.0	1055	153	495	130	60
17/23	19.5/22.6	1008	161	489	128	64
17/26	20.5/25.7	886	156	483	122	66
20/20	20.7/21.2	1147	157	473	130	78
20/23	20.7/23.7	942	150	492	106	66
20/26	22.1/25.6	850	151	516	120	69

*) De cijfers kunnen niet vergeleken worden met de normcijfers omdat de normcijfers betrekking hebben op blad van een bepaalde leeftijd.

Evenals bij *Spathiphyllum* blijkt dat ook bij *Guzmania* de totale hoeveelheid stikstof in het blad afneemt bij een toenemende bodemtemperatuur. Ondanks de hogere concentratie van dit element in het wortelmilieu bij een hoge pottemperatuur, wordt er toch een lagere concentratie stikstof in het blad gevonden. Mogelijk houdt dit verschil in stikstofconcentratie verband met de verschillen in ontwikkelingsstadium van de planten. De overige elementen verschillen niet belangrijk van elkaar.

3.3 ORIËNTATIE WORTELONTWIKKELING SPATHIPHYLLUM

Tijdens de uitvoering van proef 2 is oriënterend gekeken naar de wortelontwikkeling en het verloop van de spruit-wortelverhouding bij *Spathiphyllum* onder invloed van verschillende pottemperaturen.

Aanleiding voor deze proef waren vragen uit de praktijk over achterblijvende wortelgroei bij toepassing van tabletverwarming. Dit zou negatieve gevolgen hebben voor de houdbaarheid van de plant.

De metingen zijn alleen verricht bij planten die werden geteeld bij een kasluchttemperatuur van 17°C. Voor deze proef zijn vijftien planten per behandeling opgepot in vermiculite, zodat het schoonspoelen van de wortels geen problemen zou opleveren. Ook werden planten in het gangbare substraat (eb/vloed-grond: 75% turfstrooisel, 25% perlite) in onder- en bovengrondse groei gevolgd. Dit om na te gaan of de groei in beide substraten analoog verliep. Na drie, zes, negen en twaalf weken (dat wil zeggen alleen in het vegetatieve stadium) zijn metingen verricht aan twee planten per veldje. De resultaten zijn geanalyseerd met een variantieanalyse, waarbij mogelijke kasverschillen zijn genegeerd.

Resultaten

Invloed substraat

Opvallend was dat het verloop van de groei in de beide substraten niet synchroon verliep. Om zoveel mogelijk de situatie van de planten in de 'hoofdproef' te beoordelen, worden hieronder alleen de resultaten van de groei in het eb-vloedmengsel weergegeven.

Wortelgewicht (vers en droog), wortelvolume en percentage droge stof

Vanaf zes weken na oppotten was het totaal-gewicht aan wortels (fig. 3.3.1) bij de hoogste potttemperatuur minimaal 30% hoger dan bij onverwarmd tablet. Een potttemperatuur van 23°C resulteerde pas na vijftien weken in een hoger wortelgewicht (vers en droog). Het wortelvolume (fig. 3.3.2) werd alleen bij 26°C potttemperatuur vergroot. Bij de laatste meting, twaalf weken na oppotten, waren de verschillen niet meer betrouwbaar. Het percentage droge stof in de wortels werd niet betrouwbaar beïnvloed door de potttemperatuur. Het percentage daalde voor alle behandelingen in de loop van de teelt van ca. 12% naar ca. 7%. Het percentage lag daarmee 3 tot 5% lager dan dat voor de spruit.

Spruit-wortelverhouding

Uit het verloop van de spruit-wortelverhouding (vers) (fig. 3.3.3) is duidelijk te zien dat de planten eerst hun energie voor de ontwikkeling van een wortelgestel aanwenden (sterke daling spruit-wortelverhouding tot zes weken) en daarna pas investeren in bovengrondse groei. Door tabletverwarming toe te passen stijgt de spruit-wortelverhouding daarna aanzienlijk sneller. De spruit-wortelverhouding op basis van drooggewicht (fig. 3.3.4) laat een ander beeld zien. Hierbij stijgt de spruit-wortelverhouding al vanaf het begin. Deze verhouding is bij 26°C potttemperatuur eerst betrouwbaar lager en wordt daarna hoger dan de overige behandelingen.

Conclusie en discussie

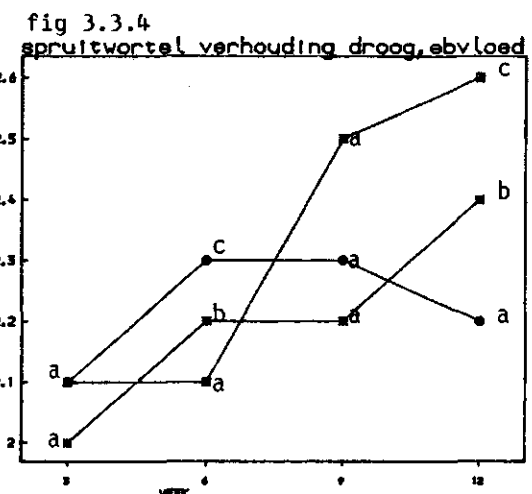
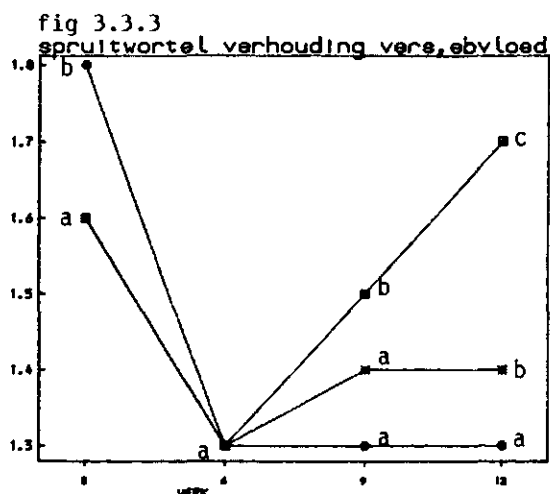
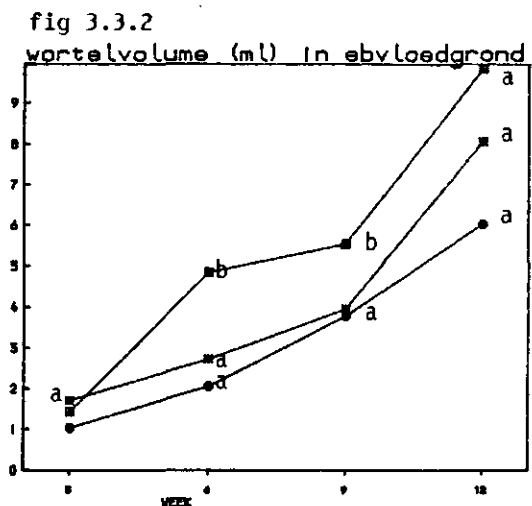
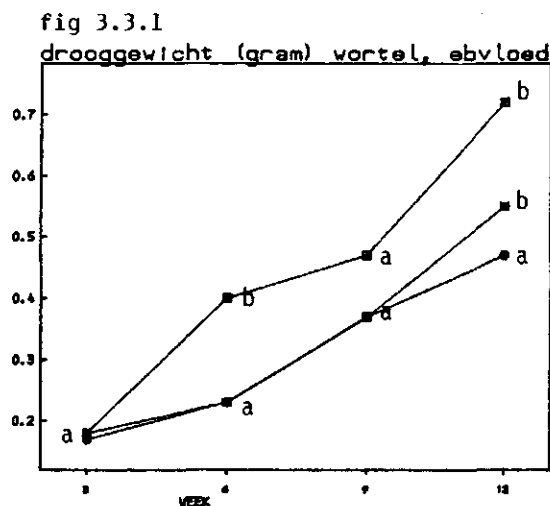
Toepassing van tabletverwarming (23°C, 26°C) bij een lage kasluchttemperatuur (17°C) heeft een positief effect op de wortelontwikkeling bij *Spathiphyllum*. Daarnaast wordt de bovengrondse groei nog sterker gestimuleerd. De spruit-

wortelverhouding wordt, naarmate de teelt vordert, hoger bij tabletverwarming ten opzichte van geen tabletverwarming. Dat hierbij de houdbaarheid niet negatief hoeft te worden beïnvloed is al eerder gebleken uit een onderzoek van G.E. Mulderij (zie PBN-Rapport nr.66: Bladplanten op verwarmde tabletten, d.d. november 1988).

De keuze van het substraat lijkt enigszins invloed te hebben op de plantreactie bij verschillende pottemperaturen. Bij gebruik van vermiculite waren het wortelgewicht en het wortelvolumen zowel bij 26°C als bij 23°C pottemperatuur betrouwbaar hoger dan bij onverwarmd tablet, in eb/vloedgrond verschilden de ontwikkeling bij 23°C nauwelijks van die bij onverwarmd tablet.

In de proef zijn per meetdatum maar weinig planten per behandeling gemeten (drie herhalingen à twee planten). De conclusies die uit de proef getrokken worden, kunnen echter redelijk betrouwbaar worden geacht, gezien het regelmatige verloop van de plantontwikkeling op de vier meetdata, zoals blijkt uit de resultaten.

Fig. 3.3.1 t/m 3.3.4. Drooggewicht wortel, wortelvolumen, spruitwortelverhouding op vers- en drooggewicht-basis van *Spathiphyllum*, geteeld bij 17°C ruimtetemperatuur en drie tablettemperaturen, 3, 6, 9 en 12 weken na oppotten (verschillende letters per meetdatum geven significant verschil aan, 95% betrouwbaar).



Spathiphyllum
 ● —●—● zonder bodemverwarming
 * —*—* 23°C
 □ —□—□ 26°C

4. Discussie

Tabletverwarming heeft niet alleen een groot effect op de potttemperatuur, maar ook op de luchttemperatuur tussen het gewas. De verhoging van de luchttemperatuur tussen het gewas hangt af van de hoogte van de potttemperatuur en de kasluchttemperatuur. Uit intensieve microklimaatmetingen tijdens het onderzoek met *Schefflera*, is gebleken dat er een groter verticaal temperatuurgradiënt ontstaat naarmate de gewassen hoger worden. Afhankelijk van de hoogte van het gewas en de plaats van de groeipunten ten opzicht van de tabletbodem zal de verhoging van de luchttemperatuur tussen het gewas een meer of minder grote invloed kunnen hebben op de groei en ontwikkeling van het gewas. In dit opzicht kunnen zowel *Spathiphyllum*-planten - met laag geplaatste groeipunten - als *Guzmania*'s goed profiteren van de warmte van onder.

Uit de eerste oriënterende proef is gebleken, dat de bloei van *Spathiphyllum* nadelig werd beïnvloed door de combinatie van 30°C pot- en 24-25°C luchttemperatuur. De bloeiperiode besloeg drie maanden vanaf het begin van bloei tot 80% bloei, maar grote heterogeniteit in bloei en plantlengte is een bekend verschijnsel bij zaailingen (Langius, 1985). In de tweede proef werd een veel gelijkmatiger bloei verkregen met weefselkweekplanten, waarbij het begin van de bloei tot 90% bloei zo'n vier weken in beslag nam. Opvallend was de zeer grote bloeiverlating bij een pot- en luchttemperatuur van 18°C. Potttemperaturen van 20 tot 26°C en luchttemperaturen van 20 tot 23°C bevorderden juist de bloei. Ten opzichte van de controle-behandeling 20°C pot-/luchttemperatuur werd de teeltduur met tabletverwarming zo'n twee weken verkort. Bij de later gevormde bloemen in de zijscheuten trad een bloeiverlating op bij een luchttemperatuur hoger dan 22°C. De bevindingen van Hendriks en Scharpf (1988) komen overeen met onze resultaten. Het beste bloeiresultaat werd in hun onderzoek bereikt bij een constante dag- en nachttemperatuur van 22°C. Geconcludeerd kan worden dat de potttemperatuur in het bereik van 20-26°C geen grote invloed heeft op de bloei, evenals de luchttemperatuur tussen het gewas van 20 tot 22°C. De nadelige bloeirespons die waargenomen is in de eerste proef, is waarschijnlijk te wijten geweest aan de te hoge luchttemperatuur tussen het gewas; in hoeverre de potttemperatuur van 30°C een remmende rol heeft gespeeld blijft echter onduidelijk.

Tabletverwarming had ook grote invloed op groei en plantvorm van *Spathiphyllum*. In de eerste oriënterende proef werd een ander type plant gevormd op verwarmde tabletten, namelijk een langere plant met grotere bladeren en minder scheuten. Door de heterogeniteit van de zaailingen konden in de eerste proef geen significante verschillen in plantgewicht vastgesteld worden. In de tweede proef werden opnieuw verschillen in plantlengte en bladgrootte geconstateerd, evenals verschillen in plantgewicht. De potttemperatuur was niet van invloed op deze processen, de hoogte van de gemiddelde luchttemperatuur bleek bepalend te zijn voor de gerealiseerde groei. In deze proef werd maximale groei waargenomen bij de hoogst gerealiseerde luchttemperatuur, namelijk 23°C. Hendriks en Scharpf (1988) constateerden zelfs een toename in plant- en bladgrootte bij een gemiddelde etmaaltemperatuur tot 26°C. De scheutvorming werd in tegenstelling tot de hiervoor genoemde zaken juist beïnvloed door de potttemperatuur. Bij hogere potttemperaturen van 18 tot 26°C werden minder scheuten gevormd, maar deze waren wel zwaarder. Ook de afname in het aantal scheuten in de oriënterende eerste proef is hoogstwaarschijnlijk veroorzaakt geweest door de potttemperatuur van 30°C. Uit ons onderzoek is tevens gebleken dat de drogestofverdeling over hoofd-, zijscheuten en wortels door pot- en luchttemperatuur beïnvloed wordt. Bij een hoge potttemperatuur wordt relatief minder geïn-

vesteerd in de wortels en méér in de bovengrondse groei. De ontwikkeling van de plant - uitgedrukt in het aantal gevormde bladeren - werd uitsluitend beïnvloed door de luchttemperatuur, maar de veranderde scheutvorming gaf wel een verschuiving te zien in drogestofverdeling binnen de plant. Een en ander betekent dat de plantvorm in grote mate beïnvloed kan worden door pot- en luchttemperatuur.

In tegenstelling tot Hendriks en Scharpf (1988) werd wél een verband gevonden tussen bladdeformatie en luchttemperatuur. Het verschijnsel van misvormde groeipunten en bladeren werd bevorderd door hogere luchttemperaturen van 18 tot 24°C. Ook het verschijnsel genetisch bont werd onder deze omstandigheden bevorderd. Dit laatste is waarschijnlijk wel een rasgebonden probleem. De potttemperatuur had géén invloed op beide verschijnselen.

Uit de eerste oriënterende proef kwam naar voren, dat de bloei van Guzmania door tabletverwarming versneld werd, maar dat de bloemgrootte sterk nadelig beïnvloed werd. Uit de tweede proef kon geconcludeerd worden dat zowel potttemperaturen van 19 tot 26°C als luchttemperaturen van 19 tot 22°C de bloei versnellen. Eerste bloei trad in deze proef op bij de combinatie van 26°C pot-/22°C luchttemperatuur. Het genoemde optimale temperatuurbereik wijkt niet af van temperatuurreacties van andere Bromeliaceae (Zimmer, 1965; 1985a), waar optimale bloei werd gevonden bij 22-25°C luchttemperatuur. Ten opzichte van de controle-behandeling 21°C pot-/luchttemperatuur werd de teeltduur twee weken verkort. In tegenstelling tot de eerste oriënterende proef werden in dit temperatuurbereik géén zichtbare verschillen in bloemdiameter waargenomen. Onduidelijk blijft in hoeverre de hoge pot- of de hoge luchttemperatuur bepalend is geweest voor de geringere bloemdiameter in de eerste proef. De gerealiseerde luchttemperatuur tussen het gewas, bleek het meest bepalend te zijn voor de groei. Maximale groei werd gerealiseerd bij de hoogst gerealiseerde luchttemperatuur tussen het gewas van 22°C. In zijn algemeenheid is gevonden, dat vegetatieve groei van Bromeliaceae optimaal is boven de 20°C luchttemperatuur (Zimmer, 1985b).

Zowel *Spathiphyllum* als *Guzmania* kunnen met succes geteeld worden op verwarmde tabletten. Met tablet- en vloerverwarmingssystemen kan warmte op een efficiënte en gelijkmatige manier aan het gewas gegeven worden. Potttemperaturen hoger dan 26°C zijn niet aan te bevelen voor deze twee gewassen. Daarbij moet wel bedacht worden, dat een hoge instelling van de tabletverwarming, in combinatie met een gangbare kasttemperatuur van 20-21°C, bij *Spathiphyllum* kan leiden tot té hoge luchttemperaturen tussen het gewas. De optimale luchttemperatuur voor dit gewas is 22°C.

Literatuur

- Hendriks, L. und Scharpf, H.C., 1988. Temperaturreaktionen von Spathiphyllum. Zierpflanzenbau 3: 100-102.
- Kramer, P.J., 1983. Water relations of plants. Academic Press, Inc., New York. 489 pp.
- Langius, G., 1985. Spathiphyllumteelt heeft toekomst. Vakblad voor de Bloemisterij 38: 50-53.
- Montgomery, D.C. and Peck, E.A., 1982. Introduction to linear regression analysis. John Wiley & Sons, New York. 504 pp.
- Vogelezang, J.V.M., Mulderij, G.E. en van den Berg, Th., 1989. Tabletverwarming verkort teeltduur van Ficus en Schefflera. Vakblad voor de Bloemisterij 49: 52-55.
- Zimmer, K., 1965. Beeinflussung der Blüte bei Bromelien, Gartenwelt 65: 35-37.
- Zimmer, K. 1985a. Bromeliaceae. In: A.H. Halevy (Editor), CRC Handbook of flowering, Volume II, CRC Press Inc., Boca Raton, Florida, pp. 78-81.
- Zimmer, K. 1985b. Temperatur-Untersuchungen an Bromelien. Deutscher Gartenbau 11: 546-549.

Bijlage 1

Per 50 liter 100 x geconcentreerd

A

Kalksalpeter	3,0	kg
Kalisalpeter	0,52	kg
Ammoniumnitraat (vast)	0,2	kg
Fe 9%	46,6	g

B

Kalisalpeter	1,25	kg
Monokalifosfaat	1,02	kg
Kalisulfaat	0,22	kg
Bitterzout	0,925	kg
Borax	4,75	g
Natriummolybdaat	0,6	g
Mangaansulfaat	4,25	g

Bijlage 2

Correlatiematrix (Spathiphyllum, teeltweek 24). Correlatiecoëfficiënt is significant als $r \geq 0.482$ (5% onbetrouwbaarheid).

Term	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. Pottemperatuur	1.000											
2. Luchttemperatuur	0.879	1.000										
3. Pottemperatuur ²	-	-	1.000									
4. Luchttemperatuur ²	-	-	0.785	1.000								
5. Pottemp.* Luchtttemp.	-	-	0.894	0.959	1.000							
6. Bloei% (teeltwk 25)	0.794	0.731	-	-	-	1.000						
7. Plantlengte	0.590	0.678	-0.789	-0.620	-0.728	*	1.000					
8. Versgewicht	0.783	0.758	-0.664	-0.600	-0.674	*	0.802	1.000				
9. Bladgrootte	0.732	0.883	-0.703	-0.487	-0.600	*	0.910	0.870	1.000			
10. SIA	0.744	0.847	-0.699	-0.556	-0.633	*	0.832	0.860	0.910	1.000		
11. %drogestof	-0.843	-0.880	0.684	0.584	0.645	*	-0.849	-0.920	-0.933	-0.958	1.000	
12. Bladdikte	-	-0.510	-	-	-	*	-	-	-	-0.497	-	1.000

* : bloei% is apart geanalyseerd zonder de laagste pot-/luchttemperatuur (18°C).

Partiële toetsing van de regressie-termen. De onderstreepte student-t waarden zijn significant bij 5% onbetrouwbaarheid.

Variabele	Pottemp.	Luchtttemp.	Pottemp. ²	Luchtttemp. ²	Pottemp.*Luchtttemp.
Bloei% (teeltwk 25)	0.072 (3.15)	0.088 (2.32)			
Plantlengte	-0.182 (-1.27)	0.659 (2.75)	0.027 (0.36)	0.296 (1.02)	-0.383 (-1.52)
Versgewicht	0.260 (0.45)	2.938 (3.03)	0.322 (1.06)	-0.260 (-0.22)	-0.900 (-0.88)
Bladgrootte	-0.324 (-1.91)	1.857 (6.53)	0.075 (0.85)	0.400 (1.17)	-0.585 (-1.95)
SIA	-0.027 (-0.28)	0.656 (4.12)	0.003 (0.05)	-0.134 (-0.70)	-0.034 (-0.20)
%drogestof	-0.015 (-0.76)	-0.239 (-7.23)	-0.017 (-1.69)	-0.004 (-0.09)	0.065 (1.86)

Bijlage 3

Correlatiematrix (Spathiphyllum, teeltweek 32). Correlatiecoëfficiënt is significant als r 0.482 (5% onbetrouwbaarheid).

Term	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1. Potttemperatuur	1.000										
2. Luchtttemperatuur	0.879	1.000									
3. Potttemperatuur ²	-	-	1.000								
4. Luchtttemperatuur ²	-	-	0.787	1.000							
5. Potttemp.* Luchtttemp.	-	-	0.920	0.959	1.000						
6. Drooggewicht	0.813	0.943	-	-	-	1.000					
7. S/W-verhouding	0.930	0.902	-	-	-	0.853	1.000				
8. Aantal blad hoofdsch.	0.810	0.962	-	-	-	0.920	0.870	-0.621	1.000		
9. Aantal blad zijsch.	0.622	0.680	-0.670	-0.540	-0.646	0.712	0.515	-	0.550	1.000	
10. Drooggewicht per sch.	0.919	0.845	-	-	-	0.839	0.906	-0.839	0.847	0.521	1.000

Partieële toetsing van de regressie-termen. De onderstreepte student-t waarden zijn significant bij 5% onbetrouwbaarheid.

Variabele	Potttemp.	Luchtttemp.	Potttemp. ²	Luchtttemp. ²	Potttemp.*Luchtttemp.
Drooggewicht	-0.042 (-0.36)	1.025 (5.27)			
S/W-verhouding	0.009 (3.33)	0.009 (2.06)			
Aantal scheuten	-0.417 (-3.25)	0.248 (1.19)			
Aantal blad hoofdsch.	-0.010 (-1.07)	1.143 (7.51)			
Aantal blad zijsch.	-0.551 (-0.97)	2.140 (2.36)	0.427 (0.85)	1.070 (0.76)	-1.760 (-1.13)
Drooggewicht per sch.	0.081 (3.48)	0.036 (0.94)			

Bijlage 4

Correlatiematrix (Guzmania, teeltweek 40). Correlatiecoëfficiënt is significant als $r \geq 0.482$ (5% onbetrouwbaarheid).

Term	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Potttemperatuur	1.000								
2. Luchttemperatuur	0.734	1.000							
3. Potttemperatuur ²	-	-	1.000						
4. Luchttemperatuur ²	-	-	0.652	1.000					
5. Potttemp.* Luchttemp.	-	-	0.776	0.967	1.000				
6. Gem. bloeiweek	-0.926	-0.909	-	-	-	1.000			
7. Versgewicht	-	0.699	-0.536	-	-	-0.569	1.000		
8. Aantal bladeren	0.642	0.855	-	-	-	-0.813	0.755	1.000	
9. Drogestofpercentage	0.751	0.538	-	-	-	-0.663	-	-	1.000

Partiële toetsing van de regressie-termen. De onderstreepte student-t waarden zijn significant bij 5% onbetrouwbaarheid.

Variabele	Potttemp.	Luchttemp.	Potttemp. ²	Luchttemp. ²	Potttemp.*Luchttemp.
Gem. bloeiweek	-0.321 (<u>-8.73</u>)	-0.536 (<u>-7.72</u>)			
Versgewicht	-0.758 (<u>-1.56</u>)	3.739 (<u>4.06</u>)	-0.547 (<u>-2.98</u>)		
Aantal bladeren	0.022 (0.16)	1.076 (<u>4.21</u>)			
Drogestofpercentage	0.048 (<u>3.07</u>)	-0.003 (<u>-0.11</u>)			

Correlatiematrix verdampingsgegevens (Spathiphyllum, teeltweek 16). Correlatiecoëfficiënt is significant als $r \geq 0.482$ (5% onbetrouwbaarheid).

Term	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1. Pottemperatuur	1.000										
2. Luchttemperatuur	0.735	1.000									
3. Rel. Luchtv. ²	-0.663	-0.789	1.000								
4. Pottemperatuur ²	-	-	-	1.000							
5. Luchttemperatuur ²	-	-	-	0.701	1.000						
6. Pottemp.* Luchttemp.	-	-	-	0.879	0.923	1.000					
7. Rel. luchtv. ²	-	-	-	0.489	-	0.567	1.000				
8. Potverdamping	0.984	0.670	-0.593	-	-	-	-	1.000			
9. Plantverdamping	0.901	0.818	-0.680	-	-	-	-	0.841	1.000		
10. Bladoppervlak	0.849	0.870	-0.703	-0.558	-	-0.485	-	0.772	0.890	1.000	
11. Plantverd./cm2	0.910	0.751	-0.641	-	-	-	-	0.870	0.969	0.820	1.000

Partiële toetsing van de regressie-termen. De onderstreepte student-t waarden zijn significant bij 5% onbetrouwbaarheid.

Variabele	Pottemp.	Luchttemp.	Rel. Luchtv.	Pottemp. ²	Pottemp.*Luchttemp.
Potverdamping	1.141 (<u>16.94</u>)	-0.132 (-0.74)	0.067 (0.90)		
Plantverdamping	0.446 (<u>4.62</u>)	0.533 (2.07)	0.046 (0.43)		
Bladoppervlak	9.690 (2.11)	41.00 (<u>3.40</u>)	1.970 (0.42)	1.730 (0.77)	-6.390 (-1.54)
Plantverd./cm2	0.013 (<u>4.78</u>)	0.007 (1.04)	0.001 (0.27)		

Bijlage 6

Correlatiematrix verdampingsgegevens (Spathiphyllum, teeltweek 32). Correlatiecoëfficiënt is significant als $r \geq 0.482$ (5% onbetrouwbaarheid).

Term	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1. Potttemperatuur	1.000										
2. Luchttemperatuur	0.879	1.000									
3. Rel. Luchtv. ²	-0.929	-0.872	1.000								
4. Potttemperatuur ²	-	-	-	1.000							
5. Luchttemperatuur ²	-	-	-	0.787	1.000						
6. Potttemp.* Luchttemp.	-	-	-	0.920	0.959	1.000					
7. Rel. luchtv. ²	-	-	-	0.650	0.643	0.680	1.000				
8. Potverdamping	0.806	0.584	-0.730	-	-	-	-	1.000			
9. Plantverdamping	0.874	0.905	-0.871	-	-	-	-	0.524	1.000		
10. Bladoppervlak	0.821	0.849	-0.789	-0.687	-	-0.619	-	0.540	0.918	1.000	
11. Plantverd./cm2	0.710	0.737	-0.735	-	-	-	-	0.841	0.561	1.000	

Partieële toetsing van de regressie-termen. De onderstreepte student-t waarden zijn significant bij 5% onbetrouwbaarheid.

Variabele	Potttemp.	Luchttemp.	Rel. Luchtv.	Potttemp. ²	Luchttemp. ²	Pot.*Luchttemp. ²	Rel. Luchtv. ²
Potverdamping	0.892 (2.94)	-0.698 (-1.91)	-0.044 (-0.27)				
Plantverdamping	0.379 (0.63)	1.655 (2.29)	-0.259 (-0.81)				
Bladoppervlak	-9.900 (-0.61)	64.500 (3.35)	-7.650 (-0.90)	2.000 (0.33)	-10.30 (-0.41)	-9.900 (-0.46)	-0.426 (-0.50)
Plantverd./cm2	0.00001 (0.0)	0.005 (1.01)	-0.002 (-0.75)				