



# Energiebesparing en vermindering van pieken in gasafname bij gewassen met een lage energiebehoefte.

Onderzoek 2002-2003

Jan Janse, Edwin Rijpsma en Marcel Raaphorst

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.  
Sector Glastuinbouw  
september 2003

© 2003 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Dit project is gefinancierd door: **Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij**

en



Projectnummer PPO : 417.04628

PT-nummer : PT 11165

**Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.**

SectorGlastuinbouw

Adres : Kruisbroekweg 5, 2671 KT Naaldwijk

: Postbus 8, 2670 AA Naaldwijk

Tel. : 0174 – 63 67 00

Fax : 0174 – 63 68 35

E-mail : [infoglastuinbouw.ppo@wur.nl](mailto:infoglastuinbouw.ppo@wur.nl)

Internet : [www.ppo.dlo.nl](http://www.ppo.dlo.nl)

# Inhoudsopgave

	pagina
1 INLEIDING .....	6
2 MATERIAAL EN METHODE .....	7
2.1 Klimaatbehandelingen .....	7
2.2 Gewassen en rassen .....	7
2.3 Waarnemingen gewassen .....	9
2.4 Berekningen energieverbruik.....	10
2.5 Bemesting.....	10
2.6 Overige gegevens.....	11
3 RESULTATEN .....	12
3.1 Klimaat .....	12
3.1.1 Gerealiseerd klimaat .....	12
3.1.2 Energieverbruik .....	17
3.1.3 Piekverbruik .....	18
3.1.4 Rendement scherm.....	20
3.1.5 Jaarlijkse besparing en investeringsruimte scherm en temperatuurintegratie .....	21
3.2 Productie en kwaliteit .....	22
3.2.1 Radijs .....	22
3.2.2 Sla.....	23
3.2.3 Andijvie .....	25
3.2.4 Freesia .....	26
3.2.5 Ranonkel.....	27
4 DISCUSSIE .....	29
5 CONCLUSIES.....	32
LITERATUUR.....	34
BIJLAGEN 1-10	

# Samenvatting

Door de liberalisering van de energiemarkt komen tuinders die groenten- en bloemengewassen telen met een lage energiebehoefte, ernstig in de problemen. Bij deze gewassen is het gasverbruik weliswaar laag (circa 10-20 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>), maar het verbruik is sterk ongelijkmatig verdeeld over het jaar. In de winterperiode kunnen er tevens flinke pieken in het gasverbruik vallen. Dit resulteert in erg hoge prijzen voor het gas.

Door het Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. (PPO) in Naaldwijk is bij de gewassen sla, radijs, andijvie, freesia en ranonkel een onderzoek uitgevoerd om het energieverbruik te verminderen en gaspieken af te vlakken. Dit in verband met het realiseren van een lagere contractcapaciteit. Het onderzoek richtte zich op het gebruik van een energiescherm en temperatuurintegratie. De proef is uitgevoerd in de periode van half oktober 2002 tot half mei 2003. Er zijn drie teelten radijs, twee teelten sla en andijvie en één teelt freesia en ranonkel gerealiseerd.

Het onderzoek vond plaats in vier kassen. In één standaardafdeling was de stooktemperatuur tijdens de dag en de nacht ingesteld op respectievelijk 10 en 6°C. Daarnaast was er een afdeling met dezelfde temperatuurinstellingen, maar met een energiescherm. Het scherm ging dicht van zononder tot zonop als de buitentemperatuur beneden de 3°C kwam. In een andere geschermd afdeling met temperatuurintegratie werd gestreefd naar een etmaaltemperatuur van circa 8°C. De temperatuur mocht daarbij variëren van 4 tot 12°C. De bandbreedte was dus 8°C. De integratieperiode was zeven dagen en de maximaal toegestane temperatuursom 600 graduren. In de vierde afdeling met een scherm werd geprobeerd om nog meer energie te besparen door één uur langer te schermen en een iets grotere bandbreedte aan te houden (3 tot 14°C). Ook werd pas bij een hogere buitentemperatuur een minimumluchtje getrokken. De integratieperiode was zeven dagen en de maximaal toegestane temperatuursom 1000 graduren. In deze laatste afdeling werden de grenzen opgezocht van wat voor de gewassen nog mogelijk was.

In de proefperiode zijn er vier flinke koudeperiodes voorgekomen. Afhankelijk van de behandeling is er in de proef 775 tot 810 uur geschermd. In gesloten toestand werd er circa 45% aan energie bespaard. De totale energiebesparing door een scherm over de gehele periode was zo'n 20%, ofwel 1,8 m<sup>3</sup> gas per m<sup>2</sup>. De combinatie van temperatuurintegratie en een energiescherm bespaarde over de hele teelt ongeveer 45% aan energie (zo'n 4 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>). De meest vergaande behandeling met temperatuurintegratie en een energiescherm bespaarde meer dan 50%, ofwel bijna 5 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>. Door het gebruik van alleen een energiescherm kon het aantal hoge pieken in gasverbruik al met circa 35% worden gereduceerd. Dit percentage had nog hoger kunnen zijn als het energiescherm bij erg koud weer niet op een vast tijdstip was geopend. Bij de combinatie van temperatuurintegratie met een energiescherm daalde het aantal hoge gaspieken met 80 tot 90%. Hierdoor kan met een duidelijk lagere contractcapaciteit worden volstaan. Volgens berekeningen op basis van de KWIN, wegen de opbrengsten van alléén een energiescherm niet op tegen de kosten ervan. Bij de berekeningen is echter geen rekening gehouden met de energie-investeringsaftrek en eventuele andere voordelen van een scherm, bijvoorbeeld gebruik als zomerscherm. Bij de combinatie van een energiescherm met de meest vergaande vorm van temperatuurintegratie is de totale besparing per jaar nog niet voldoende om de investering van een scherm te bekostigen. Temperatuurintegratie kan echter helpen om een energiescherm eerder rendabel te krijgen. Als er op een bedrijf al een energiescherm aanwezig is, is toepassing van temperatuurintegratie met een grote bandbreedte zeker rendabel.

Het verminderen van het aantal gaspieken levert bij gebruik van alleen een schermdoek financieel ruim drie maal zoveel op dan de energiebesparing door het doek. De inschatting op basis van de proef is dat, indien uitgegaan wordt van een standaard situatie met een contractcapaciteit van 160 m<sup>3</sup>/u/ha, de contractcapaciteit kan dalen tot respectievelijk ongeveer 110 en 90 m<sup>3</sup>/u/ha in de situatie met een energiescherm en een energiescherm in combinatie met een vergaande temperatuurintegratie.

Bij radijs gaf een energiescherm bij de standaard temperatuurinstelling een iets kleinere knol. Daarentegen waren de knollen bij temperatuurintegratie en een scherm groter. Alleen in de december oogst trad er bij de behandelingen met temperatuurintegratie in combinatie met een scherm wat meer geel lobblad op. In de

voorjaarsteelten was het radijsloof bij deze behandelingen 1 à 2 cm langer dan bij de standaard. In de eerste slateelt trad er meer glazigheid op naarmate er meer op energiebesparing werd gewerkt. In de daaropvolgende teelt was de gebruikswaarde van de sla uit de afdelingen met temperatuurintegratie + scherm hoger dan bij de standaard. Bij de meest extreme behandeling van temperatuurintegratie en een scherm waren de slakroppen 10% zwaarder dan bij de standaard.

Andijvie had in de eerste teelt in de geschermd afdeling iets minder omvang, maar een gelijk kropgewicht dan bij de standaard. In beide afdelingen met temperatuurintegratie en een scherm kreeg de andijvie een hoger cijfer voor de gebruikswaarde. In de tweede andijvieteelt waren de kroppen in deze afdelingen zwaarder dan bij de standaard. Bij de meest vergaande behandeling van temperatuurintegratie en een scherm nam het gewicht zelfs met 14% toe.

Een scherm alleen had bij freesia geen effect op de productie of de kwaliteit. Bij de combinatie temperatuurintegratie met een scherm werden in beide afdelingen zwaardere hoofdtakken en haken geoogst dan bij de standaard. Bij een gelijk aantal takken was daardoor het totaal takgewicht in de afdeling met temperatuurintegratie en een scherm 8% hoger. Bij de meest vergaande behandeling in energiebesparing zijn er iets minder takken geoogst. Dit kwam door een lager aantal haken bij twee van de drie rassen. In de afdeling waar het meest is gewerkt op energiebesparing is er eenmalig een geringe aantasting van pokken geconstateerd. Ook waren de hoofdtakken wat zachter. Bij deze extreme klimaatbehandeling lijken de grenzen voor de kwaliteit benaderd te zijn.

Bij ranonkel was het totaal oogstgewicht aan bloemtakken bij de standaard het laagst en bij de behandeling temperatuurintegratie met scherm het hoogst. Dit laatste was vooral het gevolg van 15% zwaardere takken. Bij de geschermd standaardafdeling en de afdeling waarin gestreefd werd naar de meeste energiebesparing was het aantal takken rond de 6% hoger. Er zijn geen verschillen in vroegheid of andere kwaliteitseigenschappen gevonden.

Met uitzondering van freesia zijn er bij de andere vier gewassen geen interacties gevonden tussen rassen en klimaatbehandelingen.

Door aanpassing van de klimaatinstellingen, bijvoorbeeld iets minder grote bandbreedte in temperatuur, of aanpassing van de watergift moet het mogelijk zijn om ook in de moeilijke herfstperiode met temperatuurintegratie en een energiescherm kwalitatief goede sla en radijs te telen. In dit onderzoek is aangetoond dat gewassen een grotere fluctuatie in temperatuur aankunnen en dus een grotere bandbreedte hebben dan vaak wordt gedacht.

# 1 Inleiding

Een aantal groenten- en bloemengewassen worden bij vrij lage temperaturen geteeld, waardoor de warmtebehoefte gering is. Onder andere sla, andijvie, radijs, freesia, en ranonkel behoren tot de energiearme gewassen. Het gasverbruik per jaar varieert voor deze gewassen van circa 10 m<sup>3</sup> bij sla tot ongeveer 20 m<sup>3</sup> bij freesia. Maar omdat vooral 's winters gas wordt verbruikt, is het energieverbruik erg ongunstig over het jaar verdeeld. Daarnaast ontstaan er onder koude weersomstandigheden sterke pieken in het gasverbruik. Bij toepassing van de nieuwe energiewet met zijn CDS-systeem, valt dit bij energiearme teelten financieel zeer ongunstig uit. Hierdoor komt de rentabiliteit bij deze teelten ernstig in het geding.

Als het mogelijk zou zijn om een lagere contractcapaciteit af te sluiten, zou dit de kosten voor tuinders sterk kunnen reduceren. Mogelijkheden om het piek- en energieverbruik in koude periodes te verminderen lijken te liggen in het gebruik van een energiescherm en via temperatuurintegratie. Maar bij groenten- en bloemengewassen met een lage energiebehoefte is hiermee in onderzoek en praktijk nog weinig ervaring opgedaan. In het seizoen 2001 – 2002 is er door het Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V. (PPO), Business Unit Glastuinbouw te Naaldwijk, een onderzoek uitgevoerd met vijf verschillende energiearme gewassen. In de proef is nagegaan of het energieverbruik en de pieken in gasverbruik kunnen worden verminderd door gebruik te maken van temperatuurintegratie en een energiescherm. Helaas was het tijdens de proefperiode erg zacht weer, waardoor er onvoldoende duidelijke conclusies uit het onderzoek konden worden getrokken (Janse, 2002). Daarom is er in het seizoen 2002 – 2003 door het PPO nogmaals een min of meer vergelijkbaar onderzoek met dezelfde gewassen uitgevoerd. Dit onderzoek is uitgevoerd in het kader van het energieprogramma van het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij en Productschap Tuinbouw.

In dit verslag worden de proefopzet en resultaten beschreven van de proef met drie groenten- en twee bloemengewassen met een relatief lage energiebehoefte in het seizoen 2002-2003.

## 2 Materiaal en methode

### 2.1 Klimaatbehandelingen

In de periode half oktober 2002 tot half mei 2003 waren voor het onderzoek vier goed vergelijkbare kassen beschikbaar. In Bijlage 1 is de ligging van de kassen weergegeven. In deze kassen zijn de volgende klimaatbehandelingen uitgevoerd:

- A: Standaard – scherm (kas 2): geen scherm + standaardtemperatuurinstelling (nacht/dag 6/10°C)  
B: Standaard + scherm (kas 3): scherm (SLS 10 Ultra), dicht bij buitentemperatuur < 3°C van zononder tot zonop + standaardtemperatuurinstelling (nacht/dag 6/10°C)  
C: TI + scherm (kas 1): scherm (SLS 10 Ultra), dicht bij buitentemperatuur < 3°C van zononder tot zonop + temperatuurintegratie bandbreedte 8°C (4-12°C, gemiddeld circa 8°C), integratieperiode 7 dagen, maximaal toegestane temperatuursom 600 graaduren  
D: TI 'extra' + scherm (kas 5): scherm (SLS 10 Ultra), dicht bij buitentemperatuur < 3°C van zononder tot 1 uur na zonop + temperatuurintegratie met bandbreedte van ongeveer 11°C (3-14°C, gemiddeld circa 8°C), integratieperiode 7 dagen, maximaal toegestane temperatuursom 1000 graaduren

De verschillende klimaatbehandelingen zijn ingezet op 15 november 2002. In de periode daarvoor is in alle kassen veel gelucht om de grondtemperatuur zo snel mogelijk omlaag te krijgen. Bij hoge grondtemperaturen wordt namelijk de onderkant van de kroppen bij ondermeer sla erg zwak.

Bij de temperatuurintegratie is gebruik gemaakt van het programma Econaut CTI (Combined Temperature Integration) van Hoogendoorn Automation BV. Deze was geïnstalleerd op een Hoogendoorn NT Economic. Het programma combineert etmaal en meerdaagse temperatuurintegratie met de weersverwachting op korte (binnen een dag) en langere termijn (binnen een week). Hiervoor wordt het lokale weerbericht vijf maal per etmaal opgevraagd bij Meteo Consult. In de proef gaf de Econaut CTI de temperatuursetpoints per minuut door aan de centrale computer van het PPO, die weer de gerealiseerde temperaturen aan de Econaut CTI stuurde. Alle andere klimaatinstellingen werden geregeld door de PPO-klimaatcomputer. Voor de modelberekening waren deze gegevens echter ook ingevoerd in de Econaut CTI.

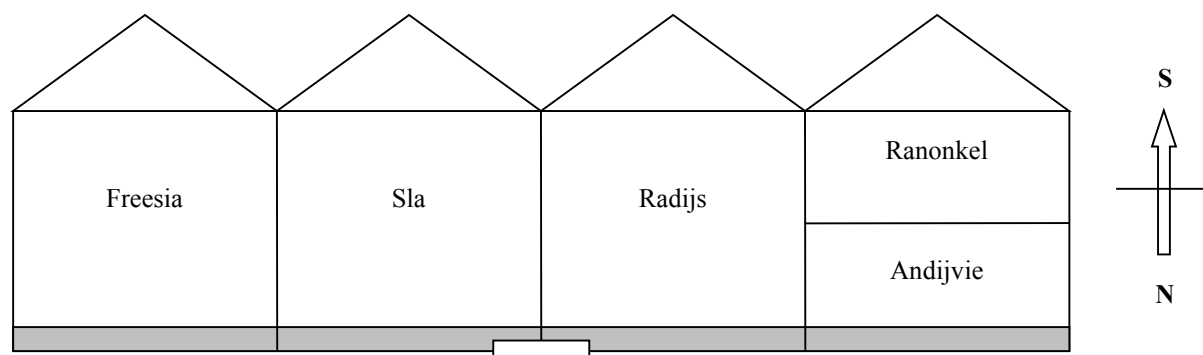
Er is gestreefd naar ongeveer gelijke gemiddelde temperaturen op weekbasis voor de afdelingen met temperatuurintegratie regeling en de standaard. Anders zouden er te grote verschillen in gewasontwikkeling kunnen ontstaan. Daarom zijn de klimaatsinstellingen en dan met name de gemiddelde streef temperatuur bij de TI-regeling tijdens de proef wel eens gewijzigd. Voor de klimaatsinstellingen en klimaatswijzigingen wordt verwezen naar Bijlage 2 tot en met 4. Hoewel de RV wel is gemeten, is hierop niet gestuurd.

Het gebruikte scherm bestond uit SLS 10 Ultra-doek, dat vrij vochtdoorlatend is. De schermen zijn in de kassen met een scherm vanaf 22 maart ook als zomerscherm gebruikt door ze 75% te sluiten van 11.00 tot 16.00 uur bij een instraling boven 550 W/m<sup>2</sup>. Het scherm werd weer geopend bij een instraling van 500 W/m<sup>2</sup>.

### 2.2 Gewassen en rassen

Per kas is er onderzoek verricht met de gewassen freesia, ranonkel, sla, andijvie en radijs. Deze gewassen hebben ongeveer dezelfde temperatuurbehoefte en kunnen dus vrij goed bij elkaar in dezelfde kas worden

geteeld. Bij radijs waren er drie teelten, bij sla en andijvie twee teelten, bij freesia en ranonkel één teelt. Per kas waren er vier kappen. In de volgende figuur is de ligging van de gewassen per kas weergegeven.



*Figuur 1* : Ligging van de verschillende gewassen per kas.

Om eventuele interacties tussen de klimaatbehandelingen en rassen te onderzoeken, zijn er verschillende rassen geteeld. In onderstaande tabellen zijn de rassen per gewas en per teeltperiode weergegeven voor de geteelde groente- en bloemgewassen.

*Tabel 1* : Overzicht per teelt van de gebruikte rassen bij de drie groentegewassen.

Eerste teelt		Tweede teelt		Derde teelt	
Ras	Zaadbedrijf	Ras	Zaadbedrijf	Ras	Zaadbedrijf
<i>Radijs</i>					
Famox	Nunhem	Famox	Nunhem	Recipar	S&G (Syngenta)
Rhône	Rijk Zwaan	Corox	Nunhem	Girox	Nunhem
Wintella	Nickerson Zwaan	Donar	S&G (Syngenta)	Suprella	Nickerson Zwaan
<i>Sla</i>					
Coronel	Enza				
Montel	Enza				
Patrick	Nunhem				
Wynona	Rijk Zwaan	Wynona	Rijk Zwaan		
<i>Andijvie</i>					
Keran	Royal Sluis	Congo	Enza		
Reijkjavik	Rijk Zwaan	Excel	Rijk Zwaan		

*Tabel 2* : Overzicht van de getoetste rassen bij de twee bloemgewassen.

Ras	Bedrijf	Kleur	Type	Knolmaat
<i>Freesia</i>				
Ambassador	Wülfinghoff	Wit	Enkel	5/-
Avila	Van den Bos	Blauw	Enkel	8/+
Yvonne	Penning	Geel	Dubbel	7/+
<i>Ranonkel</i>				
Elegance White	Ball Holland	Wit		
Frandine Orange	Ball Holland	Oranje		
Friandine Rose Light	Ball Holland	Licht roze		
Friandine Yellow Dark	Ball Holland	Donker geel		

De zaai- en plantdata van de verschillende gewassen zijn in de volgende tabel weergegeven.



Tabel 3 : De zaai- en plantdata per gewas en per teelt.

Gewas	1 <sup>e</sup> zaaidatum	1 <sup>e</sup> plantdatum	2 <sup>e</sup> zaaidatum	2 <sup>e</sup> plantdatum	3 <sup>e</sup> zaaidatum
Radijs	16 oktober 2002		6 januari 2003		18 maart 2003
Sla	19 september 2002	17 oktober 2002	8 november 2002	9 januari 2003	
Andijvie	19 september 2002	17 oktober 2002	3 februari 2003	5 maart 2003	
Freesia		17 oktober 2002			
Ranonkel	augustus 2002	30 oktober 2002			

In verband met het schieten zijn de andijvieplanten tijdens de opkweek in februari bijbelicht.

De zaai- en plantdichtheden zijn in de volgende tabel vermeld.

Tabel 4 : De zaai- en plantdichtheden bij de verschillende groente- en bloemgewassen.

Gewas	1 <sup>e</sup> zaaidatum	1 <sup>e</sup> plantdatum	2 <sup>e</sup> zaaidatum	2 <sup>e</sup> plantdatum	3 <sup>e</sup> zaaidatum
Radijs	240 zaden/m <sup>2</sup>		240 zaden/m <sup>2</sup>		240 zaden/m <sup>2</sup>
Sla		18 planten/m <sup>2</sup> (23,5 x 23,5 cm)		18 planten/m <sup>2</sup> (23,5 x 23,5 cm)	
Andijvie		12 planten/m <sup>2</sup> (29 x 29 cm)		10,4 planten/m <sup>2</sup> (31 x 31 cm)	
Freesia		80 knollen/m <sup>2</sup> bed (2 bedden per kap)			
Ranonkel		30 planten/m <sup>2</sup> bed (2 bedden per kap) (17 x 20 cm)			

Om de zaaiafstanden in de kleine veldjes zoveel mogelijk gelijk te houden werd de radijs gezaaid via een speciaal gemaakt stempel. Dit was een plank met op de juiste afstand geboorde gaatjes, waarin kleine buisjes waren aangebracht.

Bij sla, andijvie, radijs en ranonkel stonden de rassen per afdeling in tweevoud. Bij freesia waren er vier veldjes per ras. Bij dit gewas waren deze verdeeld in vier blokken in de lengterichting van de kap, omdat er een effect van de naburige kassen aan de zuidgevel werd verwacht. De ligging van de veldjes is via warren bepaald. De veldgrootte bedroeg bij radijs, sla, andijvie, freesia en ranonkel respectievelijk circa 2, 3, 3, 1,5 en 1 m<sup>2</sup>.

De sla- en andijvieplanten werden opgekweekt in 5 cm potten. Om rand tegen te gaan is de andijvie vanaf één week na het planten wekelijks bespoten met kalksalpeter in een concentratie van 0.5%.

Bij de freesia's zijn 2 lagen gaas gebruikt met een breedte van 1 m. De afmetingen van de mazen waren 12,5 x 12,5 cm. Op de grond is bij dit gewas een laagje houtmoolm aangebracht.

## 2.3 Waarnemingen gewassen

Vooraf bij de oogst zijn aan de gewassen waarnemingen uitgevoerd. Hieronder worden ze per gewas weergegeven.

**Radijs:** waarnemingen zijn steeds verricht aan 25 representatieve knolletjes per veldje. Metingen aan knoldiameter en looflengte, beoordeling op voosheid en gescheurde knollen. Een knol werd als voos aangemerkt als deze de eerste verschijnselen van voosheid vertoonde (witachtig plekje bij doorsnijden). Zogenaamde nieten zijn knolletjes met een diameter kleiner dan 17 mm.

**Sla:** beoordeling bij de oogst op kropomvang, kropvulling, kleur, vulling, sluiting bovenkant, aanslag, geel blad, graterigheid, uniformiteit en gebruikswaarde. Beoordeling volgens schaal van 1 tot 10, waarbij een

hoger cijfer meer van die eigenschap betekent. Bij de kleur betekent een hoger cijfer echter een lichtere kleur. Meting van het nettogewicht van 16 kroppen. Op beide oogstdata is het product beoordeeld door drie personen.

**Andijvie:** beoordeling bij de oogst op kropomvang, uniformiteit, bladkleur, rand, aanslag, geel blad, grofheid nerf, graterigheid, hartvulling, schot en gebruikswaarde volgens schaal van 1 tot 10. Een hoger cijfer betekent hierbij meer van die eigenschap. Bij de kleur betekent een hoger cijfer echter een lichtere kleur. Voor het bepalen van het nettogewicht zijn in de eerste en tweede teelt respectievelijk 16 en 8 kroppen gewogen.

**Freesia:** Eind maart is het aantal zieke en dode planten geteld en verwijderd. Per oogstdatum zijn waarnemingen verricht aan het aantal takken, het gewicht en de gemiddelde taklengte.

**Ranonkel:** bij de oogst zijn het aantal takken, de taklengte en het gewicht bepaald. Verder zijn er opmerkingen gemaakt over het eventueel voorkomen van afwijkingen, zoals *Botrytis* in de bloem.

Om duidelijker eventuele behandelingsverschillen waar te kunnen nemen is met name de andijvie en radijs wat later geogst dan eigenlijk optimaal was voor het product.

## 2.4 Berekeningen energieverbruik

Van de gehele proefperiode zijn de klimaatgegevens per half uur door de klimaatcomputer weggeschreven en bewaard. Geregistreerd zijn: setpoint Econaut voor de ruimtetemperatuur, ruimtetemperatuur, aanvoertemperatuur verwarmingsbuis, grondtemperatuur freesia, watertemperatuur grondverwarming, relatieve luchtvochtigheid, CO<sub>2</sub>, raamstanden en aantal schermuren.

Het energieverbruik is met een speciaal programma berekend als warmteafgifte van de buizen in Watt per meter buis. Dit is weer omgerekend naar het gasverbruik in m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>. Voor de berekening van het energieverbruik zijn als invoergegevens de aanvoertemperatuur van de verwarmingsbuis en de kasttemperatuur genomen. Omdat in een kwart van de afdeling freesia's met grondverwarming werd geteeld is een correctie toegepast van + 0,5 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> voor de periode dat de grondverwarming werd gebruikt. Dat is van week 47 tot en met week 1. Voor elk gewas is een berekening gemaakt van het energiegebruik per uur, per teeltperiode en totaal over de verschillende teelten. Door de berekening per uur was het mogelijk om het aantal uren met een gasverbruik boven een bepaalde waarde te bepalen.

## 2.5 Bemesting

Na het stomen zijn in alle afdelingen bemestingsmonsters genomen. Omdat het bemestingsniveau in de vier afdelingen vrij sterk verschilde, zijn de afdelingen na het stomen gespoeld door enkele weken voor de proef afhankelijk van de afdeling 150 tot 300 mm water te geven in etappes van 50 mm. Daarna is er weer een bemestingsmonster genomen.

In Bijlage 5 zijn de resultaten van de grondanalyses na het spoelen voor de start van de proef en – afhankelijk van het gewas – voor de tweede en eventueel derde teelt weergegeven.

In Bijlage 6 staan de gegevens van de tussentijdse grondanalyses bij ranonkel.

In Bijlage 7 zijn de hoeveelheden toegediende meststoffen per gewas, afdeling c.q. behandeling en teelt weergegeven. Voorafgaand aan elke teelt zijn de meststoffen goed door de bovenste laag van de grond gewerkt.

Bij ranonkel is na de tweede tussentijdse grondanalyse vanaf week 11 in 2003 drie weken achter elkaar bij alle behandelingen 1,6 kg KAS en 0,8 kg kalisalpeteertoegevend. Deze meststoffen zijn toegediend door ze in water op te lossen en goed na te spoelen in verband met mogelijke verbranding van het gewas. Door de kleine veldjes was het niet mogelijk om de meststoffen via de regenleiding te geven.

## 2.6 Overige gegevens

Kas	: 4 afdelingen PPO-kas 303 in Naaldwijk
Bouwjaar kas	: 1977
Poothoogte	: 3 m
Kaplengte	: 12,8 m
Kapbreedte	: 3,20 m (4 kappen per kas)
Kasgrootte	: 186 m <sup>2</sup>
Lichttransmissie kasdek	: 55-60%
Ruimteverwarming	: buisverwarming met vijf 51-ers per kap, hoogte onderste buis circa 40 cm
Bedbreedte	: freesia en ranonkel 1 m breed
Grondverwarming freesia:	4 slangen per bed op circa 3 cm onder het maaiveld, steeds tussen 2 rijen freesia's in
Watergift	: met de regenleiding, tijdens watergeven afscherming van naburige veldjes met andere gewassen met verticaal gespannen plastic schermen. Bij de watergift van de freesia is eind november overgegaan op watergeven via druppelslangen in verband met de kans op <i>Botrytis</i> (3 druppelslangen per bed)
CO <sub>2</sub>	: rookgas-CO <sub>2</sub> , dosering via CO <sub>2</sub> -darmen (1 per kap)
Belichting	: géén
Grondsoort	: zandgrond met lutumgehalte van 4 à 5%
Grondontsmetting	: via stomen circa drie weken voor start van de proef
Gewasbescherming	: bestrijdingen uitgevoerd in overleg met telers die het onderzoek hebben begeleid
Onderzoekperiode	: 16 oktober 2001 tot en met 15 mei 2002

## 3 Resultaten

### 3.1 Klimaat

#### 3.1.1 Gerealiseerd klimaat

In de volgende tabellen zijn de berekende setpoints Econaut voor de temperatuur en de gerealiseerde waarden van verschillende klimaatparameters per gewas en per teelt weergegeven.

*Tabel 5* : Gemiddeld berekende setpoint Econaut en gerealiseerde waarden van verschillende klimaatfactoren per klimaatbehandeling en per **radijsteelt**.

Klimaatfactoren	Standaard – scherm	Standaard + scherm	Temperatuur- integratie + scherm	Temperatuur- integratie 'extra' + scherm
<i>1<sup>e</sup> radijsteelt (16/10 – 30/12)</i>				
Setp Econaut (°C)	7,0	7,0	6,8	7,1
Tkas (°C)	10,0	10,0	9,7	10,0
Tbuis aanvoer (°C)	13,9	13,3	12,0	12,8
CO <sub>2</sub> (ppm)	608	597	594	610
Ventilatie (%)	31	30	30	30
RV (%)	87	85	87	87
Energiescherm (u)	0	245	244	263
Zonnescherm (u)	0	0	0	0
<i>2<sup>e</sup> radijsteelt (6/1 – 12/3)</i>				
Setp Econaut (°C)	7,9	7,9	6,8	6,7
Tkas (°C)	8,9	9,2	8,5	8,8
Tbuis aanvoer (°C)	18,0	16,4	12,7	12,2
CO <sub>2</sub> (ppm)	635	640	618	727
Ventilatie (%)	5	5	4	2
RV (%)	87	82	85	87
Energiescherm (u)	0	446	446	452
Zonnescherm (u)	0	0	0	0
<i>3<sup>e</sup> radijsteelt (18/3 – 22/4)</i>				
Setp Econaut (°C)	8,7	8,7	8,6	9,6
Tkas (°C)	13,2	13,2	13,0	13,6
Tbuis aanvoer (°C)	17,8	17,3	15,7	16,3
CO <sub>2</sub> (ppm)	516	511	499	575
Ventilatie (%)	35	42	35	28
RV (%)	76	72	73	73
Energiescherm (u)	0	7	9	9
Zonnescherm (u)	0	207	204	212
<i>Gemiddelde 3 radijsteelten</i>				
Setp Econaut (°C)	7,9	7,9	7,4	7,8
Tkas (°C)	10,7	10,8	10,4	10,8
Tbuis aanvoer (°C)	16,6	15,7	13,5	13,8
CO <sub>2</sub> (ppm)	586	583	570	637
Ventilatie (%)	24	26	23	20
RV (%)	83	80	81	82
Energiescherm (u)	0	697	698	723
Zonnescherm (u)	0	207	204	212

- Gemiddeld over de 3 radijsteelten is de berekende setpoint van de Econaut bij de behandeling temperatuurintegratie (=TI) + scherm circa 0,5°C lager dan bij de overige behandelingen. Dit is vooral veroorzaakt door de lagere setpoint in de 2<sup>e</sup> teeltperiode. Dit was ook bij de meest extreme behandeling (TI 'extra' + scherm) het geval, maar bij deze behandeling is de lagere temperatuur in de 2<sup>e</sup> periode weer gecompenseerd door een hogere setpoint in de 3<sup>e</sup> teeltperiode.
- De gerealiseerde kasttemperatuur kwam bij de behandeling TI + scherm gemiddeld uit op 0,3 à 0,4°C lager dan bij de overige behandelingen.
- Vooral in de afdelingen met de combinatie temperatuurintegratie en een scherm is de gerealiseerde buistemperatuur van het aanvoerwater lager dan bij de standaard.
- Het gebruik van een scherm resulteert in een daling van de buistemperatuur met 1°C. De lagere buistemperaturen zijn in alle teeltperiodes maar met name in de 2<sup>e</sup> teeltperiode van de radijs gerealiseerd.
- In de afdeling met de meest extreme klimaatbehandeling was de CO<sub>2</sub>-concentratie gemiddeld zo'n 50 ppm hoger dan in de overige behandelingen. De verschillen zijn grotendeels ontstaan in de 2<sup>e</sup> en 3<sup>e</sup> teeltperiode van de radijs.
- De hogere CO<sub>2</sub>-concentratie is waarschijnlijk vooral het gevolg van minder ventileren bij de behandeling TI 'extra' + scherm. Bij deze behandeling is er zowel 's nachts als overdag minder geventileerd.
- Afhankelijk van de behandeling is het energiescherm bij de klimaatbehandelingen met een scherm in totaal circa 700 tot 725 uur gebruikt en het zonnescherm ruim 200 uur.

Tabel 6 : Gemiddeld berekende setpoint Econaut en gerealiseerde waarden van verschillende klimaatfactoren per klimaatbehandeling en per **slateelt**.

Klimaatfactoren		Standaard – scherm	Standaard + scherm	Temperatuur- integratie + scherm	Temperatuur- integratie 'extra' + scherm
<i>1<sup>e</sup> slateelt (17/10 – 16/12)</i>					
Setp Econaut (°C)		7,0	7,0	6,7	7,0
Tkas (°C)		10,1	10,1	9,7	10,0
Tbuis aanvoer (°C)		14,2	13,5	12,1	12,8
CO <sub>2</sub> (ppm)		607	597	595	592
Ventilatie (%)		34	34	34	35
RV (%)		87	84	86	86
Energiescherm (u)		0	181	181	202
Zonnescherm (u)		0	0	0	0
<i>2<sup>e</sup> slateelt (9/1 – 25/3)</i>					
Setp Econaut (°C)		8,1	8,1	6,9	7,1
Tkas (°C)		9,7	9,9	9,3	9,7
Tbuis aanvoer (°C)		17,9	16,4	12,9	12,9
CO <sub>2</sub> (ppm)		615	615	599	701
Ventilatie (%)		9	11	8	5
RV (%)		85	80	83	84
Energiescherm (u)		0	503	505	516
Zonnescherm (u)		0	111	108	115
<i>Gemiddelde 2 slateelten</i>					
Setp Econaut (°C)		7,5	7,5	6,8	7,1
Tkas (°C)		9,9	10,0	9,5	9,8
Tbuis aanvoer (°C)		16,0	15,0	12,5	12,9
CO <sub>2</sub> (ppm)		611	606	597	646
Ventilatie (%)		21	23	21	20
RV (%)		86	82	84	85
Energiescherm (u)		0	684	686	718
Zonnescherm (u)		0	111	108	115

- De setpoint van de Econaut is in de 2<sup>e</sup> slateelt in de afdelingen met temperatuurintegratie en een scherm duidelijk lager geweest dan in de twee standaardafdelingen. In de afdeling TI + scherm heeft dit tot gevolg dat de gerealiseerde kasttemperatuur daar lager uitkomt dan in de andere afdelingen.
- Bij schermen blijft de buistemperatuur van het aanvoerwater gemiddeld 1°C lager dan bij de standaard. Bij de afdelingen met temperatuurintegratie is dit 3 tot 3,5°C .
- In de 2<sup>e</sup> teelt is er in de afdeling TI 'extra' + scherm minder geventileerd.
- Het CO<sub>2</sub>-gehalte is in de 2<sup>e</sup> teelt in de afdeling TI 'extra' + scherm zo'n 85 ppm hoger geweest dan in de afdelingen met een standaard temperatuurinstelling.
- Het energiescherm is in beide teelten in totaal 685 uur gebruikt. In de meest extreme behandeling was dit zelfs 718 uur. Tijdens de 2<sup>e</sup> teelt is het scherm ruim 100 uur als zonweringscherm gebruikt.

Tabel 7 : Gemiddeld berekende setpoint Econaut en gerealiseerde waarden van verschillende klimaatfactoren per klimaatbehandeling en per **andijveteelt**.

Klimaatfactoren	Standaard – scherm	Standaard + scherm	Temperatuur- integratie + scherm	Temperatuur- integratie 'extra' + scherm
<i>1<sup>e</sup> andijveteelt (16/10 – 27/2)</i>				
Setp Econaut (°C)	7,3	7,3	6,7	6,7
Tkas (°C)	9,3	9,5	9,0	9,2
Tbuis aanvoer (°C)	16,0	14,8	12,2	12,4
CO <sub>2</sub> (ppm)	635	631	622	672
Ventilatie (%)	19	18	18	17
RV (%)	87	84	86	87
Energiescherm (u)	0	753	754	782
Zonnescherm (u)	0	0	0	0
<i>2<sup>e</sup> andijveteelt (5/3 – 28/4)</i>				
Setp Econaut (°C)	8,6	8,6	8,3	9,3
Tkas (°C)	12,5	12,6	12,3	13,0
Tbuis aanvoer (°C)	17,4	17,0	15,0	15,7
CO <sub>2</sub> (ppm)	523	517	504	590
Ventilatie (%)	29	34	28	22
RV (%)	77	73	74	75
Energiescherm (u)	0	21	23	26
Zonnescherm (u)	0	201	199	206
<i>Gemiddelde 2 andijveteelten</i>				
Setp Econaut (°C)	8,0	8,0	7,5	8,0
Tkas (°C)	10,9	11,0	10,6	11,1
Tbuis aanvoer (°C)	16,7	15,9	13,6	14,0
CO <sub>2</sub> (ppm)	579	574	563	631
Ventilatie (%)	24	26	23	20
RV (%)	82	79	80	81
Energiescherm (u)	0	775	776	808
Zonnescherm (u)	0	201	199	206

- De berekende setpoint van de Econaut is in de 1<sup>e</sup> teeltperiode 0,6°C lager geweest in de afdelingen met temperatuurintegratie dan in de beide standaardafdelingen. Tijdens de 2<sup>e</sup> teeltperiode blijft de setpoint van de Econaut in de afdeling met TI + scherm wat lager dan in de standaardafdelingen, maar bij de behandeling TI + scherm 'extra' is deze dan fors hoger.
- Gemiddeld over beide teelten is de gerealiseerde kasttemperatuur in de afdeling TI + scherm circa 0,4°C lager dan in de andere afdelingen.
- Vooral in de afdelingen met temperatuurintegratie is de buistemperatuur lager.
- Met name in de tweede teeltperiode is bij de behandeling TI + scherm 'extra' veel minder geventileerd dan in de andere afdelingen.
- Hierdoor bleef het CO<sub>2</sub>-gehalte in de afdeling TI + scherm 'extra' op een duidelijk hoger niveau.

- Het energiescherm is in totaal 775 tot 810 uur gebruikt. Dit is voor het overgrote deel in de 1<sup>e</sup> teeltperiode gerealiseerd.
- Het scherm is in de 2<sup>e</sup> teeltperiode rond de 200 uur gebruikt als zonweringscherm.

*Tabel 8* : Gemiddeld berekende setpoint Econaut en gerealiseerde waarden van verschillende klimaatfactoren per klimaatbehandeling bij **freesia**.

Klimaatfactoren		Standaard – scherm	Standaard + scherm	Temperatuur- integratie + scherm	Temperatuur- integratie 'extra' + scherm
<i>Freesiateelt (17/10 – 22/4)</i>					
Setp Econaut (°C)		7,7	7,7	7,1	7,4
Tkas (°C)		10,1	10,2	9,8	10,2
Tbuis aanvoer (°C)		16,3	15,3	12,9	13,2
CO <sub>2</sub> (ppm)		606	601	591	654
Ventilatie (%)		20	21	19	17
RV (%)		85	81	83	84
Energiescherm (u)		0	774	776	808
Zonnescherm (u)		0	185	182	190

- Gemiddeld over de gehele teeltperiode is de berekende setpoint van de Econaut bij de beide TI-behandelingen met TI + scherm lager uitgekomen dan bij de beide standaardtemperatuurbehandelingen. De gerealiseerde kasttemperatuur is in de afdeling met TI + scherm gemiddeld 0,3°C lager dan bij de standaard.
- Vooral in de afdelingen met temperatuurintegratie en een scherm is de gemiddelde aanvoertemperatuur van de buisverwarming lager dan bij de standaard.
- In de afdeling met temperatuurintegratie 'extra' + scherm is de gerealiseerde CO<sub>2</sub>-concentratie ongeveer 50 ppm hoger. In deze afdeling is het minst geventileerd.
- Tijdens de teeltperiode van de freesia is het scherm, afhankelijk van de klimaatbehandeling, bij de schermbehandelingen circa 775 tot 810 uur gebruikt als energiescherm en zo'n 185 uur als zonweringscherm.

Tot begin knopstrekking (2 à 3 cm) is een grondtemperatuur aangehouden van 14,5°C, daarna mocht de temperatuur wegzakken. De gerealiseerde grondtemperatuur in alle afdelingen lag in de betreffende periode op circa 14,3°C.

*Tabel 9* : Gemiddeld berekende setpoint Econaut en gerealiseerde waarden van verschillende klimaatfactoren per klimaatbehandeling bij **ranonkel**.

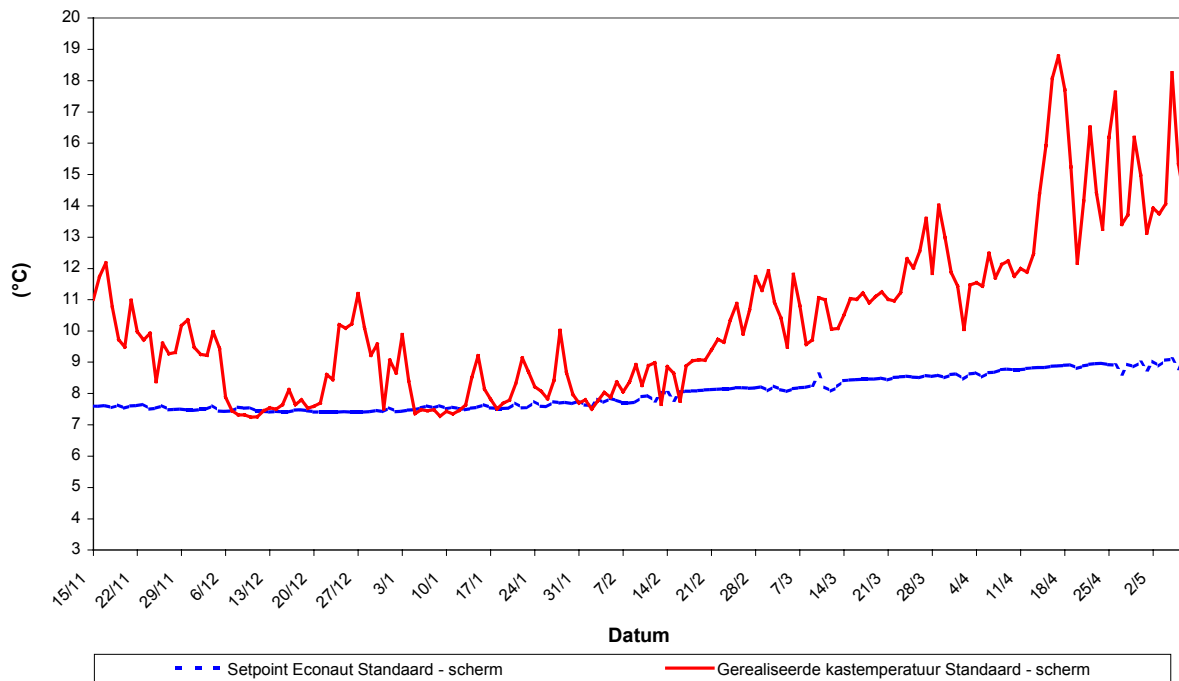
Klimaatfactoren		Standaard – scherm	Standaard + scherm	Temperatuur- integratie + scherm	Temperatuur- integratie 'extra' + scherm
<i>Ranonkelteelt (30/10 – 16/5)</i>					
Setp Econaut (°C)		7,9	7,9	7,4	7,8
Tkas (°C)		10,4	10,5	10,1	10,5
Tbuis aanvoer (°C)		16,7	15,7	13,2	13,6
CO <sub>2</sub> (ppm)		600	600	589	652
Ventilatie (%)		20	21	20	16
RV (%)		85	81	83	84
Energiescherm (u)		0	774	776	808
Zonnescherm (u)		0	234	231	239

- Gemiddeld over de gehele teeltperiode is de berekende setpoint van de Econaut bij de behandeling met TI + scherm circa 0,5°C lager uitgekomen dan bij de overige behandelingen.
- De gerealiseerde kasttemperatuur is in deze afdeling over de gehele periode gemiddeld 0,3°C lager dan bij de standaard.
- Het schermen, al dan niet in combinatie met temperatuurintegratie, heeft geresulteerd in een lagere

buistemperatuur.

- In de afdeling met temperatuurintegratie 'extra' + scherm is de gerealiseerde CO<sub>2</sub>-concentratie ongeveer 50 ppm hoger geweest. In deze afdeling is er in totaal circa 1/5 minder geventileerd.
- Afhankelijk van de behandeling is in de afdelingen met een scherm tijdens de teeltperiode van de ranonkel het scherm circa 775 tot 810 uur gebruikt als energiescherm en zo'n 235 uur als zonweringscherm.

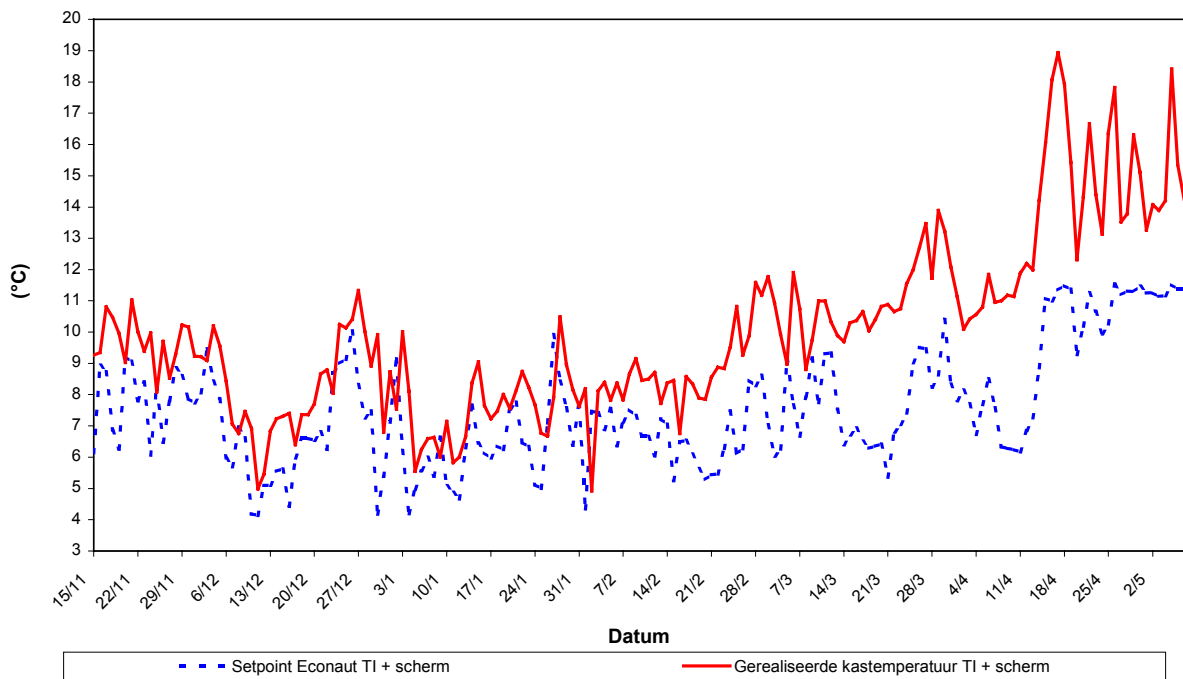
In de volgende figuren is het verloop van de berekende setpoints en de gerealiseerde etmaaltemperatuur voor enkele klimaatbehandelingen weergegeven.



Figuur 1 : Berekende setpoint en gerealiseerde etmaaltemperatuur voor de standaard temperatuurbehandeling.

Bij de standaard ligt de setpoint voor de etmaaltemperatuur rond de 8°C. Voor half februari ligt de setpoint eronder en na dat tijdstip erboven. Dit heeft te maken met de variatie in daglengte en de lichtverhoging. Door meer instraling en hogere buitentemperaturen is de gerealiseerde kasttemperatuur vooral na half februari hoger dan de ingestelde temperatuur.





Figuur 2 : Berekende setpoint Econaut en de gerealiseerde etmaaltemperatuur bij de behandeling temperatuurintegratie + scherm.

In figuur 2 is te zien dat de setpoint Econaut en de gerealiseerde kasttemperatuur duidelijk meer fluctueren dan bij de standaard temperatuurbehandeling (figuur 1). Na half februari is het verschil tussen de setpoint en de gerealiseerde kasttemperatuur bij de behandeling temperatuurintegratie 'extra' + scherm meestal kleiner dan bij de standaardbehandeling. De figuur met de setpoint Econaut en de gerealiseerde temperatuur van de andere behandeling met temperatuurintegratie (Bijlage 8) lijkt veel op figuur 2. Bij beide behandelingen met temperatuurintegratie en schermen komt de gerealiseerde etmaaltemperatuur slechts enkele keren op 5°C uit. In figuur 2 is goed te zien dat de berekende setpoint Econaut voor de etmaaltemperatuur tijdens koude periodes een aantal keren de 4°C benaderd. Het verloop van de ingestelde en gerealiseerde temperatuur bij de standaardbehandeling met scherm is vrijwel gelijk aan die van de standaardbehandeling zonder scherm. Daarom is alleen de figuur van de standaard weergegeven

### 3.1.2 Energieverbruik

In tabel 10 staat het berekend gasverbruik per teelt voor de verschillende gewassen.

Tabel 10 : Berekend gasverbruik in m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> en procentuele energiebesparing ( ) ten opzichte van de standaard temperatuurbehandeling.

Teelt	Standaard – scherm	Standaard + scherm	Temperatuur-integratie + scherm	Temperatuur-integratie 'extra' + scherm
1 <sup>e</sup> radijsteelt	2,7	2,2 (18)	1,7 (38)	1,9 (30)
2 <sup>e</sup> radijsteelt	4,4	3,4 (22)	1,9 (58)	1,5 (67)
3 <sup>e</sup> radijsteelt	1,2	1,1 (12)	0,6 (47)	0,6 (49)
Totaal radijs	8,3	6,7 (19)	4,2 (49)	4,0 (52)
1 <sup>e</sup> slateelt	1,9	1,5 (22)	1,0 (49)	1,1 (39)
2 <sup>e</sup> slateelt	5,9	4,6 (21)	2,4 (59)	2,0 (65)
Totaal sla	7,7	6,1 (21)	3,4 (56)	3,2 (59)
1 <sup>e</sup> andijvieteelt	7,2	5,6 (23)	3,6 (52)	3,3 (54)
2 <sup>e</sup> andijvieteelt	1,8	1,6 (8)	0,9 (49)	0,9 (49)
Totaal andijvie	8,9	7,2 (20)	4,4 (51)	4,2 (53)
Freesia	9,1	7,3 (20)	4,4 (52)	4,2 (53)
Ranonkel	9,2	7,5 (19)	4,5 (51)	4,4 (53)

- In een lange teelt, zoals bij freesia en ranonkel, is het berekende gasverbruik in de proef bij de standaard temperatuurinstelling ruim 9 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.
- De energiebesparing door een scherm ligt bij de verschillende gewassen rond de 1,7 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>. Procentueel gezien ligt de besparing aan gas door het scherm op zo'n 20%. In de 2<sup>e</sup> andijvieteelt en de 3<sup>e</sup> radijsteelt is dit wat minder, maar er is toen ook weinig geschermd (zie respectievelijk tabel 7 en 5).
- De energiebesparing bij de behandeling TI + scherm ligt over de verschillende teelten in totaal rond de 50%, ofwel 4 tot 4,5 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.
- De procentuele gasbesparing bij de meest extreme behandeling (TI 'extra'+ scherm) ligt iets boven de 50%. Absoluut gezien is dit bij de langere teelten 4,8 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>. In de 1<sup>e</sup> radijs- en slateelt is het percentage energiebesparing wat lager geweest, in de 2<sup>e</sup> radijs- en slateelt juist weer wat hoger.

Er is berekend dat een gesloten scherm bij de standaard temperatuurinstelling circa 45% gas bespaarde in vergelijking met de ongeschermd standaard klimaatbehandeling.

### 3.1.3 Piekverbruik

Tijdens de proefperiode zijn er vier koudeperiodes geweest, namelijk van circa 5 december tot en met 16 december 2002, 4 januari tot en met 13 januari, 29 januari tot en met 4 februari en 10 februari tot en met 26 februari 2003. In het vervolg worden deze periodes aangegeven met rond 10 december 2002, 9 januari, 1 februari en 18 februari 2003. In de volgende tabel zijn de maximum piekverbruiken per uur weergegeven in de vier verschillende koudeperiodes.

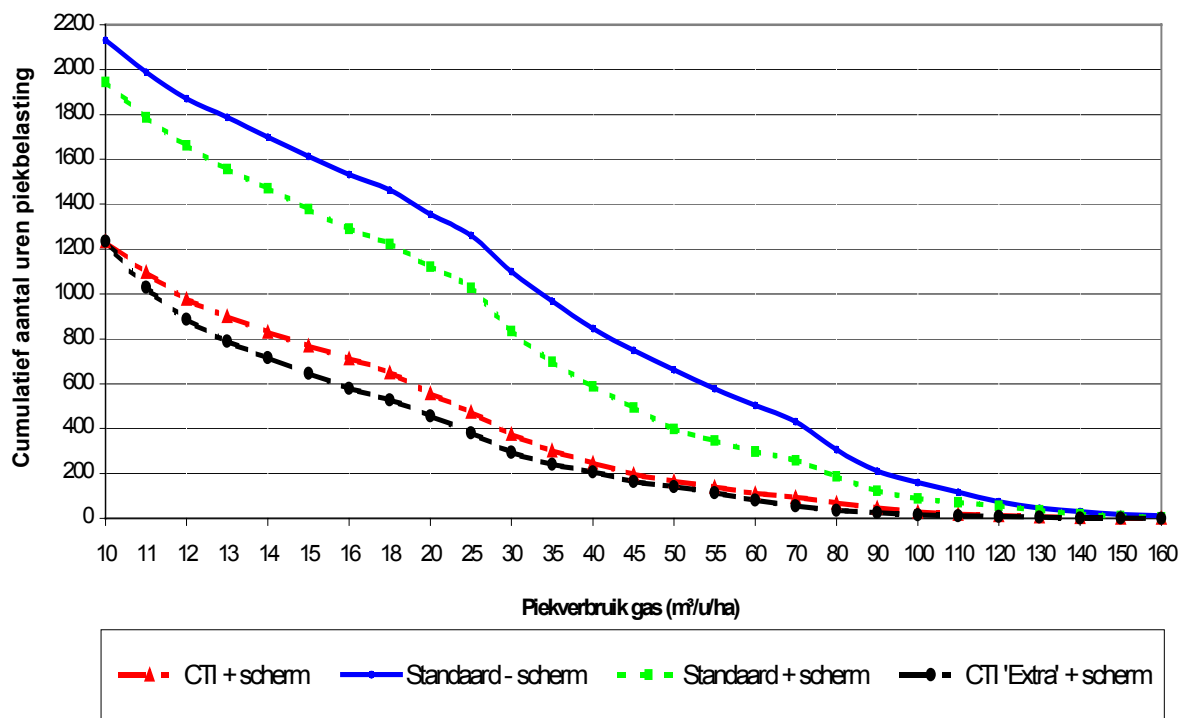
Tabel 11 : Maximum piekverbruik in m<sup>3</sup>/u/ha voor vier verschillende koudeperiodes tijdens de proefperiode.

Koudeperiode	Standaard – scherm	Standaard + scherm	Temperatuur-integratie + scherm	Temperatuur-integratie 'extra' + scherm
Rond 10 december	159	159	158	147
Rond 9 januari	135	130	139	114
Rond 1 februari	132	143	119	126
Rond 18 februari	154	149	123	80

- In de eerste koudeperiode is het maximum piekverbruik bij alle behandelingen hoog. Alleen in de afdeling met TI + scherm 'extra' is de maximum piek circa 10 m<sup>3</sup>/u/ha lager.

- In de tweede periode is het maximum piekverbruik in de afdeling met TI + scherm 'extra' duidelijk het laagst.
- In de derde koudeperiode komt het maximum piekverbruik bij de behandeling TI + scherm als laagste uit de bus. Bij de standaard + scherm ligt dit juist wat hoger.
- In de koudeperiode rond 18 februari is de maximum piek duidelijk lager bij de behandeling TI + scherm en véél lager bij de meest extreme behandeling.
- In alle periodes komen er bij de standaard temperatuurinstelling met scherm toch relatief hoge pieken voor in vergelijking met de standaard.

In de volgende figuur is de jaarbelastingsduurkromme weergegeven. Hierbij is het cumulatief aantal uren met een bepaald gasverbruik te zien.



Figuur 3 : Cumulatief aantal uren met een bepaalde piekbelasting bij de vier klimaatsbehandelingen.

- Het aantal uren met een bepaalde piekbelasting is duidelijk het hoogst bij de standaard en is wat lager bij de standaard met scherm.
- In de twee afdelingen met temperatuurintegratie en een scherm zijn veel minder vaak hoge pieken waargenomen dan bij de afdelingen met een standaardtemperatuurregiem.

In de volgende tabel is per behandeling het aantal keren gegeven dat het piekverbruik boven een bepaalde waarde uitkomt.

Tabel 12 : Aantal pieken in gasverbruik boven een bepaalde waarde bij de vier verschillende behandelingen tijdens de gehele proefperiode.

Grens in gasverbruik (m <sup>3</sup> /u/ha)	Standaard – scherm	Standaard + scherm	Temperatuur-integratie + scherm	Temperatuur-integratie 'extra' + scherm
> 80	213	123	47	26
> 100	119	71	18	12
> 120	47	36	7	6
> 140	18	10	2	1

- Door het gebruik van een scherm vermindert het aantal hoge pieken in gasverbruik gemiddeld met zo'n 35%.
- Door de combinatie van temperatuurintegratie en een scherm vermindert het aantal hoge pieken met ongeveer 80 (TI + scherm) tot 90% (TI + scherm 'extra').

### 3.1.4 Rendement scherm

Zoals in de voorgaande te zien is, kan met een energiescherm energie worden bespaard en het aantal pieken in gasverbruik worden vermindert. In deze paragraaf wordt het rendement van een energiescherm in energiearme teelten uitgerekend op basis van de proefresultaten met betrekking tot de besparingscijfers en piekbelastinggegevens.

#### *Opbrengsten energiescherm*

Het schermgebruik geeft minder stookpieken en levert dus een besparing op de aansluitwaarde van de ketel ofwel de contractcapaciteit op. Via de jaarbelastingsduurkromme in figuur 3 is te zien dat er een maximum capaciteit van 160 m<sup>3</sup>/u/ha benodigd is. Dit is echter maar een piek van één uur. De contractcapaciteit na 14 dagen kan de leidraad zijn voor het bepalen van de aansluitwaarde. In deze berekening is gekozen voor 110 m<sup>3</sup>/u/ha.

Volgens Westland Energie Services liggen de opbrengsten van een besparing van 1 m<sup>3</sup>/u gas rond de € 170,-/jaar. De opbrengsten van een scherm door de lagere contractcapaciteit zijn dan : (160 – 110 m<sup>3</sup>/u/ha) \* € 170,- = € 8.500,-/ha = € 0,85/m<sup>2</sup>.

In de proef was de energiebesparing door het scherm over de gehele periode ongeveer 20% van 9 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>, dat is 1,8 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>. Als gemiddelde gasprijs (de commodity volgens CDS) is € 0,13/m<sup>3</sup> aangehouden. De opbrengsten als gevolg van de energiebesparing zijn dan: 1,8 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> \* € 0,13/m<sup>3</sup>m<sup>2</sup> = € 0,24/m<sup>2</sup>.

De totale opbrengsten van een scherm komen dan uit op: € 0,85/m<sup>2</sup> + € 0,24/m<sup>2</sup> = € 1,09/m<sup>2</sup>

#### *Kosten energiescherm*

Voor de kostenberekening van een energiescherm zijn de volgende gegevens uit de KWIN gebruikt (Woerden, 2001).

Installatiekosten (inclusief montage) per m <sup>2</sup>	€ 5,-
Kosten SLS 10 Ultra per m <sup>2</sup>	€ 3,-
Afschrijving installatie (7 jaar)	14%
Afschrijving SLS 10 Ultra (5 jaar)	20%
Onderhoud	5%
Rente	6%
Rente over gemiddeld geïnvesteerd vermogen	3%

De jaarkosten voor de installatie zijn: € 5,-/m<sup>2</sup> \* (0,14 + 0,05 + 0,03) = € 1,10/m<sup>2</sup>.

De jaarkosten van het doek zijn: € 3,-/m<sup>2</sup> \* (0,20 + 0,05 + 0,03) = € 0,84/m<sup>2</sup>.

De totale jaarkosten voor een energiescherm van SLS 10 Ultra bedragen: € 1,10 + € 0,84 = € 1,94/m<sup>2</sup>.

#### *Rendement energiescherm*

Een energiescherm kan op deze wijze niet rendabel gerekend worden. In bovenstaande berekening blijft

men met een 'gat' van € 0,85/m<sup>2</sup> zitten.

### 3.1.5 Jaarlijkse besparing en investeringsruimte scherm en temperatuurintegratie

In de proef is het schermregiem zodanig ingesteld, dat het is geopend op een vast tijdstip, ongeacht de buitenomstandigheden. Hierdoor zijn de pieken in het gasverbruik tijdens het openen van het scherm vrijwel net zo hoog als de pieken bij de proef zonder scherm (zie tabel 11). Om te kunnen schatten hoeveel het piekverbruik kan worden verlaagd als ook overdag zou worden geschermd, is een theoretische berekening nodig. Met deze theoretische berekening van de piekverlaging en de uit de proef gebleken energiebesparing, wordt de jaarlijkse besparing en de investeringsruimte van een scherminstallatie en een temperatuurintegratiemodule bepaald.

#### *Scherm*

Als men uitgaat van een momentane besparing door het energiescherm met 45% kan een scherm het piekverbruik met maximaal 45% verminderen. Dit betekent dat een scherminstallatie een piekverbruik van 160 m<sup>3</sup>/ha.uur kan verlagen naar 88 m<sup>3</sup>/ha.uur. Een voorwaarde hiervoor is dat een geavanceerde klimaatcomputer wordt gebruikt. Aangezien in de proef het piekverbruik ook bij gebruik van schermen nog hoog was, wordt bij deze berekening nog voorzichtigheidshalve uitgegaan van een verlaging van het piekverbruik tot 110 m<sup>3</sup>/ha.uur door het gebruik van schermen. De kostenbesparing is dan € 1,09 per jaar (zie tabel 12a). Uitgaande van een gemiddeld afschrijvingspercentage van een scherminstallatie en schermdoek van 16%, een onderhoudspercentage van 5% en een gemiddeld rentepercentage van 3% op het geïnvesteerde vermogen (Van Woerden, 2001) betekent dit een investeringsprijs van  $1,09/(0,16+0,05+0,03) = € 4,50$  per m<sup>2</sup>. Aangezien een scherminstallatie ongeveer € 8,- per m<sup>2</sup> kost blijkt een scherminstallatie niet rendabel als het alleen door energiebesparing moet worden terugverdiend.

#### *Temperatuurintegratie*

Uit tabel 12 blijkt dat het aantal pieken boven de 100 en 80 m<sup>3</sup>/ha.uur voor de kas met extra temperatuurintegratie met scherm ongeveer vergelijkbaar is met het aantal pieken boven de 140 en 120 m<sup>3</sup>/ha.uur voor de kas met scherm en zonder temperatuurintegratie. Hieruit kan geconcludeerd worden dat de temperatuurintegratie heeft geleid tot een verlaging van het piekverbruik met 40 m<sup>3</sup>/ha.uur. Ten opzichte van een piekverbruik van 110 m<sup>3</sup>/ha.uur zal het moeilijk zijn om deze 40 m<sup>3</sup>/ha.uur verlaging te realiseren. Daarom gaat deze berekening uit van een verlaging met 20 m<sup>3</sup>/ha.uur. Hiermee zal een temperatuurintegratiemodule € 0,73 per m<sup>2</sup> per jaar mogen kosten (zie tabel 12a). Dit betekent voor een bedrijf van 1,5 hectare, een afschrijvingstermijn van 5 jaar, geen onderhoudskosten en een rentepercentage van 3% op het geïnvesteerde vermogen (Van Woerden, 2001) een investeringsprijs van  $15.000 * 0,73/0,23 =$  ongeveer € 50.000,-. Dit is tien maal zo veel als de waarde van een module voor temperatuurintegratie (± € 5.000,-) en zelfs meer dan de investering in een nieuwe klimaatcomputer (€ 13.000 tot 36.000,-). Temperatuurintegratie blijkt hiermee rendabel als een scherm aanwezig is en indien een grote breedte kan worden aangehouden. Het is niet bekend of temperatuurintegratie ook rendabel is zonder scherm. Deze behandeling is namelijk niet in de proef opgenomen.

Gezamenlijk geven temperatuurintegratie en scherm een besparing van € 1,82 per m<sup>2</sup>. Dit is nog niet voldoende om de investering van een scherm te bekostigen. Indien een scherm ook andere voordelen biedt, zoals een beter klimaat in de zomer, kan de teler overwegen alsnog een scherm aan te schaffen. Temperatuurintegratie kan dan helpen het scherm eerder rendabel te krijgen.

*Tabel 12a* : Berekening gas-, piek- en totale energiekosten en de besparing bij gebruik van een scherm of combinatie TI extra + scherm.

	Gasverbruik	Piekverbruik	Gaskosten	Piekkosten	Energiekosten	Besparing
	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /ha.uur	0,13	170		
Geen scherm	9,0	160	€ 1,17	€ 2,72	€ 3,89	
Scherm	7,2	110	€ 0,93	€ 1,87	€ 2,80	€ 1,09
Scherm +TI extra	4,2	90	€ 0,55	€ 1,53	€ 2,08	€ 0,73

## 3.2 Productie en kwaliteit

### 3.2.1 Radijs

In de volgende tabellen zijn de resultaten weergegeven van de drie teelten met radijs.

Tabel 13 : Resultaten eerst radijsteelt (oogstdatum 30 december 2002).

Behandeling	Knoldiameter (mm)	Looflengte (cm)	% voos	% gescheurd	% nieten (< 17 mm)
<i>Klimaat</i>					
A: Standaard – scherm	20,8	15,2	45	0,7	15
B: Standaard + scherm	20,3	14,7	41	0	17
C: Temp. integratie + scherm	21,5	15,6	45	1,3	15
D: Temp. integratie 'extra' + scherm	22,3	15,1	53	1,3	11
<i>Rassen</i>					
Famox	21,6	15,3	40	0	13
Rhône	20,5	14,3	51	0	19
Wintella	21,5	15,8	49	2,5	13
<i>Gemiddeld</i>	<i>21,2</i>	<i>15,2</i>	<i>46</i>	<i>0,8</i>	<i>15</i>

#### *Klimaat:*

- Schermen lijkt van weinig invloed op de verschillende knol- en loofeigenschappen (vergelijking standaard – en + scherm).
- Met temperatuurintegratie zijn de knollen wat grover en er zijn mogelijk iets meer gescheurde knollen dan bij de standaard. Gescheurde radijs kwam echter alleen bij het ras Wintella voor.
- Hoewel dit niet in de tabel is weergegeven, blijkt het loof in de afdelingen met temperatuurintegratie meer gele lobbladjes te hebben. De loofkwaliteit is dus minder.

#### *Ras:*

- Het ras Rhône geeft wat fijnere knollen en korter loof.
- Het ras Famox heeft iets minder last van voosheid dan de andere twee rassen.
- Gescheurde knollen komen alleen bij Wintella voor.

Tabel 14 : Resultaten tweede radijsteelt (oogstdatum 12 maart 2003).

Behandeling	Knoldiameter (mm)	Looflengte (cm)	% voos	% gescheurd	% nieten (< 17 mm)
<i>Klimaat</i>					
A: Standaard – scherm	24,7	15,0	12	0	3
B: Standaard + scherm	23,8	15,4	10	0	1
C: Temp. integratie + scherm	25,3	16,5	15	0	6
D: Temp. integratie 'extra' + scherm	25,6	17,3	19	0	3
<i>Rassen</i>					
Famox	24,0	17,5	12	0	3
Corox	25,1	15,2	22	0	6
Donar	25,4	15,4	9	0	2
<i>Gemiddeld</i>	<i>24,9</i>	<i>16,1</i>	<i>14</i>	<i>0</i>	<i>3</i>

#### *Klimaat:*

- Met een scherm blijft de knoldiameter iets achter in vergelijking met de standaard. Verder is er geen duidelijk effect van het schermen op de eigenschappen.
- Met temperatuurintegratie zijn de knollen grover en is het loof langer.
- Alleen bij de afdeling met temperatuurintegratie 'extra' + scherm zijn enkele knolletjes met zwarte plekjes veroorzaakt door valse meeldauw ('t wit) waargenomen.

#### *Ras:*

- De knoldiameter van Famox blijft iets achter bij de andere twee rassen.

- Famox bezit het langste loof.
- Corox geeft duidelijk de meeste voze knollen.
- Tijdens de 2<sup>e</sup> teelt zijn er geen gescheurde knollen geconstateerd.

Tabel 15 : Resultaten derde radijsteelt (oogstdatum 22 april 2003).

Behandeling	Knoldiameter (mm)	Looflengte (cm)	% voos	% gescheurd	% nieten (< 17 mm)
<i>Klimaat</i>					
A: Standaard – scherm	26,5	14,8	1,0	0	0,7
B: Standaard + scherm	24,9	13,3	0,7	0	0
C: Temp. integratie + scherm	26,3	16,1	0	0	0,7
D: Temp. integratie 'extra' + scherm	27,5	16,0	0	0	1,3
<i>Rassen</i>					
Suprella	27,2	13,1	0	0	0,3
Recipar	25,5	17,6	0	0	0,8
Girox	26,2	14,3	1,3	0	0
<i>Gemiddeld</i>	<i>26,3</i>	<i>15,1</i>	<i>0,4</i>	<i>0</i>	<i>0,7</i>

#### *Klimaat:*

- Met scherm blijft de knoldiameter wat achter in vergelijking met ongeschermd. Ook blijft de looflengte iets achter op die van de standaard.
- Met temperatuurintegratie is het loof langer en de meest extreme behandeling met temperatuurintegratie (behandeling D) geeft knollen met de grootste diameter.
- Er zijn geen gescheurde knollen en nauwelijks voze knollen of nieten.
- De knoldiameter binnen een monster varieerde het meest bij behandeling D en het minst bij behandeling B. Bij de looflengte was dit het meest bij behandeling A en het minst bij behandeling B.

#### *Ras:*

- Suprella geeft knollen met de grootste diameter en de knollen zijn het meest uniform. Het loof is bij dit ras het kortst.
- De knollen van Recipar zijn relatief klein en vertoonden onderling de grootste variatie in diameter.
- Recipar geeft het langste loof, terwijl de variatie binnen een monster in looflengte ook het grootst is.
- Alleen Girox geeft enige voze knolletjes.

### 3.2.2 Sla

In de volgende tabellen zijn de resultaten weergegeven van de waarnemingen bij de oogst van de eerste en tweede slateelt.

Tabel 16 : Resultaten oogstwaarnemingen van de eerste slateelt (oogstdatum 16 december 2002).

	Om- vang	Kleur	Vulling	Sluiting	Aanslag	Geel blad	Graterig	Uniformi- teit	Ge- bruiks- waarde	Netto kropge- wicht (g)
<i>Klimaat</i>										
A: Standaard – scherm	6,5	7,2	6,1	6,6	6,1	6,1	5,0	6,7	5,3	164
B: Standaard + scherm	5,9	7,1	5,8	6,4	5,0	4,9	5,7	6,2	4,4	170
C: Tempint. + scherm	6,1	7,0	5,4	6,0	5,0	5,6	5,2	6,6	4,8	169
D: Tempint. "extra" + scherm	6,0	7,0	6,0	5,8	4,7	5,0	5,6	5,8	3,3	160
<i>Rassen</i>										
Coronel	6,0	7,1	6,3	6,5	5,3	5,3	5,5	6,5	4,7	173
Montel	6,5	7,3	5,8	6,2	5,3	5,6	4,9	6,2	4,6	164
Patrick	6,2	6,9	5,8	6,0	5,2	5,4	5,4	6,1	4,3	173
Wynona	5,9	7,0	5,6	6,0	5,1	5,5	5,9	6,5	4,4	153
<i>Gemiddeld</i>	<i>6,2</i>	<i>7,1</i>	<i>5,9</i>	<i>6,2</i>	<i>5,2</i>	<i>5,5</i>	<i>5,4</i>	<i>6,3</i>	<i>4,5</i>	<i>166</i>

#### *Klimaat:*

- Omdat er veel glazigheid in de sla zat, is eerder geoogst dan oorspronkelijk de bedoeling was. Daarom zijn de netto kropgewichten bij alle behandelingen aan de lage kant.
- Glazigheid lijkt toe te nemen naarmate er meer op energiebesparing wordt gewerkt: dus toename van behandeling A naar B naar C naar D. Beoordeling op glazigheid is niet standaard en is daarom niet in de tabel opgenomen.
- Bij de standaard klimaatbehandeling zonder scherm heeft de sla wat meer omvang, de minste aanslag en geel blad en is de gebruikswaarde het hoogst. Vooral in verband met het optreden van glazigheid is de gebruikswaarde overal aan de lage kant. Bij behandeling D, waar het meest gewerkt is op energiebesparing, is de gebruikswaarde het laagst.
- Het gebruik van een energiescherm lijkt in deze proef kroppen te geven met wat minder omvang, meer aanslag en geel blad en een lagere gebruikswaarde (vergelijking A met B).

#### *Ras:*

- Montel heeft wat meer omvang, maar is grateriger dan de andere rassen.
- Coronel heeft daarentegen een iets betere vulling en sluiting dan de andere rassen.
- Coronel en Patrick leveren de zwaarste kroppen. Wynona heeft het laagste kropgewicht.

Tabel 17 : Resultaten oogstwaarnemingen van de tweede slateelt (oogst 25 maart 2003).

	Om- vang	Kleur	Vulling	Sluiting	Aanslag	Geel blad	Graterig	Uniformi- teit	Ge- bruiks- waarde	Netto krop- gewicht (g)
<i>Klimaat</i>										
A: Standaard – scherm	7,1	6,6	7,2	6,8	6,1	5,6	6,3	6,4	5,8	306
B: Standaard + scherm	7,4	6,7	6,7	6,5	5,8	5,5	6,4	6,5	6,0	321
C: Tempint. + scherm	7,3	6,7	6,7	6,8	7,2	6,1	6,9	6,8	6,7	309
D: Tempint. “extra” + scherm	7,7	6,8	7,2	6,8	5,6	5,6	6,5	6,5	6,1	336
<i>Rassen</i>										
Coronel	7,0	6,6	7,4	7,1	6,3	5,8	6,8	6,5	6,1	328
Montel	7,5	7,0	7,3	6,7	5,9	5,3	6,6	6,7	6,4	333
Patrick	7,6	6,6	6,7	6,5	5,9	5,4	6,1	6,3	5,3	333
Wynona	7,4	6,6	6,5	6,6	6,6	6,3	6,6	6,7	6,6	278
<i>Gemiddeld</i>	<i>7,4</i>	<i>6,7</i>	<i>7,0</i>	<i>6,7</i>	<i>6,2</i>	<i>5,7</i>	<i>6,5</i>	<i>6,6</i>	<i>6,1</i>	<i>318</i>

#### *Klimaat:*

- De standaard heeft de minste omvang. De meest vergaande behandeling met temperatuurintegratie (D) heeft de meeste omvang.
- De kropvulling is het beste bij de standaard zonder scherm en met temperatuurintegratie ‘extra’ + scherm.
- Aanslag, geel blad en graterigheid komen het minste voor bij behandeling C (temperatuurintegratie met scherm). De kroppen in deze behandeling krijgen ook de hoogste waardering voor de gebruikswaarde.
- De kroppen zijn het zwaarst bij behandeling D (temperatuurintegratie ‘extra’+ scherm), gevolgd door de standaard met scherm.
- Hoewel er niet op rand is beoordeeld, zijn er meer opmerkingen gemaakt over het voorkomen van rand bij de sla in de afdelingen met een standaard temperatuurregime dan bij de sla geteeld met temperatuurintegratie.
- Het schermen lijkt van weinig invloed op de kwaliteit. De kroppen lijken wat minder gevuld, maar zijn juist wat zwaarder bij gebruik van een scherm (vergelijking behandeling A en B).

#### *Ras:*

- Coronel heeft de minste omvang, maar is het meest gesloten en heeft een goede vulling. Dit laatste geldt ook voor Montel.
- Montel en Patrick hebben de meeste aanslag en geel blad. Wynona scoort op deze punten het best, maar is ook het minst ver in ontwikkeling. De kropgewichten zijn namelijk ongeveer 50 g



- lager dan bij de andere rassen.
- Patrick is behoorlijk graterig en minder uniform. Bij Patrick worden de meeste opmerkingen over rand gemaakt. Dit ras krijgt ook duidelijk de laagste waardering voor de gebruikswaarde.
  - Wynona is het minst gevoelig voor rand.

### 3.2.3 Andijvie

In de volgende twee tabellen zijn de resultaten weergegeven van de waarnemingen van de oogst van de twee andijvieteelten.

Tabel 18 : Resultaten oogstwaarnemingen van de eerste andijvieteelt (oogst 28 februari 2003).

Behandeling	Om- vang	Unifor- miteit	Blad- kleur	Rand	Aan- slag	Geel blad	Grof- heid nerf	Grate- rig- heid	Hart- vulling	Schot	Ge- bruiks- waarde	Netto kropge- wicht (g)	Netto gewicht /m <sup>2</sup> (kg)
<i>Klimaat</i>													
A: Standaard – scherm	6,6	5,6	7,2	6,9	4,9	4,9	5,7	6,0	6,4	4,5	5,4	297	3,56
B: Standaard + scherm	5,8	5,1	7,0	6,5	4,9	5,0	5,8	5,7	6,0	4,3	5,1	298	3,58
C: Temperatuurintegratie + scherm	6,3	6,3	7,2	7,5	4,9	5,2	6,2	6,2	6,7	6,0	5,9	294	3,53
D: Temperatuurintegratie “extra” + scherm	6,3	6,2	7,0	6,6	5,0	5,4	6,1	5,9	6,6	4,6	6,4	309	3,71
<i>Rassen</i>													
Keran	6,2	5,7	7,1	6,9	5,0	6,6	5,9	5,6	6,3	4,8	5,5	300	3,60
Reijkjavik	6,3	5,9	7,1	6,8	4,8	6,5	6,0	6,3	6,5	4,9	5,8	299	3,59
<i>Gemiddeld</i>	<i>6,2</i>	<i>5,8</i>	<i>7,1</i>	<i>6,8</i>	<i>4,9</i>	<i>5,1</i>	<i>5,9</i>	<i>5,9</i>	<i>6,4</i>	<i>4,8</i>	<i>5,7</i>	<i>299</i>	<i>3,60</i>

#### *Klimaat:*

- Schermen (vergelijking B met A) geeft wat minder uniforme kroppen met iets minder omvang, wat meer rand en wat minder hartvulling. De gebruikswaarde is daardoor enigszins lager. Schermen heeft geen invloed op het kropgewicht.
- Bij temperatuurintegratie zijn de kroppen uniformer, hebben iets minder geel blad, minder grove nerven, iets meer hartvulling en een hoger gebruikswaardecijfer. Er zit duidelijk minder schot en rand in de kroppen bij behandeling C. Bij de behandeling waar gestreefd wordt naar de meeste energiebesparing (behandeling D), zijn de kroppen het zwaarst.

#### *Ras:*

- De verschillen tussen de rassen zijn gering. Reijkjavik is iets minder graterig en krijgt een wat hoger cijfer voor de gebruikswaarde.

Tabel 19 : Resultaten oogstwaarnemingen van de tweede andijvieteelt (oogst 28 april 2003).

Behandeling	Om- vang	Unifor- miteit	Blad- kleur	Rand	Aan- slag	Geel blad	Grof- heid nerf	Grate- rig- heid	Hart- vulling	Schot	Ge- bruiks- waarde	Netto kropge- wicht (g)	Netto gewicht /m <sup>2</sup> (kg)
<i>Klimaat</i>													
A: Standaard – scherm	7,2	6,6	7,0	6,7	7,2	6,9	6,9	7,0	7,0	7,7	6,9	656	6,82
B: Standaard + scherm	6,9	6,6	6,9	6,9	6,7	6,5	6,6	6,9	7,0	7,3	6,8	635	6,60
C: Temperatuurintegratie +scherm	7,2	6,8	7,0	7,0	6,6	6,7	7,0	7,1	7,1	7,7	6,9	684	7,11
D: Temperatuurintegratie “extra” + scherm	7,6	6,8	7,0	6,4	6,0	6,3	7,0	7,1	7,2	7,2	6,8	748	7,78
<i>Rassen</i>													
Excel	7,2	6,7	7,0	7,0	6,9	7,0	6,9	7,0	7,1	7,4	7,1	670	6,97
Congo	7,2	6,7	6,9	6,5	6,4	6,2	6,8	7,0	7,0	7,5	6,6	691	7,19
<i>Gemiddeld</i>	<i>7,2</i>	<i>6,7</i>	<i>7,0</i>	<i>6,8</i>	<i>6,6</i>	<i>6,6</i>	<i>6,9</i>	<i>7,0</i>	<i>7,0</i>	<i>7,5</i>	<i>6,8</i>	<i>681</i>	<i>7,08</i>

#### Klimaat:

- Schermen geeft iets minder omvang, iets meer geel blad en aanslag en iets meer schot. Het kroggewicht is iets lager, maar de gebruikswaarde is gelijk met de standaard.
- Met temperatuurintegratie (behandeling C) is er iets meer aanslag en zijn de kroppen iets zwaarder dan bij de standaard. De gebruikswaardecijfers liggen gelijk.
- Bij de meest extreme behandeling met temperatuurintegratie en schermen hebben de kroppen meer omvang en zijn de kroppen duidelijk zwaarder (+ 14%). Omdat ze verder zijn qua ontwikkeling, vertonen de kroppen hoogstwaarschijnlijk meer rand, aanslag en geel blad en iets meer schot. Het gebruikswaardecijfer ligt echter gelijk met die van de standaard.

#### Ras:

- Het ras Congo vertoont meer rand, meer aanslag en geel blad dan Excel. De gebruikswaarde is daarom iets lager. Congo produceert iets zwaardere kroppen.

### 3.2.4 Freesia

In de volgende tabellen zijn de resultaten weergegeven bij achtereenvolgens de verschillende klimaatbehandelingen en de rassen.

Tabel 20 : Productie, takgewicht, taklengte en oogsttijdstip bij freesia's per klimaatbehandeling.

		Standaard – scherm	Standaard + scherm	Temperatuur- integratie + scherm	Temperatuur- integratie 'extra' + scherm
Productie	- aantal takken per plant	2,6	2,6	2,6	2,5
	- totaal aantal takken per bruto m <sup>2</sup>	157	156	157	148
	- totaal geoogst takgewicht (g/bruto m <sup>2</sup> )	1877	1901	2034	1883
Talgewicht	- hoofdtak (g)	15,5	15,2	16,8	16,2
	- eerste haak (g)	9,9	10,0	10,3	10,4
	- overige haken (g)	9,6	10,4	10,7	10,5
Taklengte	- hoofdtak (cm)	51	52	51	51
	- eerste haak (cm)	40	40	40	40
	- overige haken (cm)	48	49	48	48
Oogsttijdstip – hoofdtakken 10% (dagen na planten)		151	150	151	152
	- hoofdtakken 90% (dagen na planten)	161	160	161	161
	- eerste haken 10% (dagen na planten)	159	159	159	160
	- eerste haken 90% (dagen na planten)	170	169	171	170
	- overige haken 10% (dagen na planten)	165	166	167	165
	- overige haken 90% (dagen na planten)	179	179	179	179

- Bij de behandeling temperatuurintegratie 'extra' + scherm zijn er in totaal iets minder takken geoogst dan bij de andere behandelingen. Dit kwam vooral door het ras Avila en in mindere mate door Yvonne, die bij deze behandeling minder produceerden (zie Bijlage 12).
- Bij de beide behandelingen met temperatuurintegratie in combinatie met een scherm is met name bij de hoofdtakken het gemiddeld takgewicht hoger dan bij de standaard en standaard + scherm.
- Het totaalgewicht van alle takken is circa 8% hoger bij de behandeling met temperatuurintegratie + scherm.
- De verschillen in taklengte tussen de klimaatbehandelingen zijn te verwaarlozen.
- Bij de oogst van de hoofdtakken is er alleen in de afdeling met temperatuurintegratie 'extra' + scherm eenmalig een geringe aantasting van pokken geconstateerd. Ook bleken de hoofdtakken in deze afdeling wat zachter te zijn dan in de andere afdelingen.
- De verschillen tussen de behandelingen in vroegheid (10% oogst) en tijdstip 90% oogst zijn gering. Wel lijkt de oogst van de hoofdtakken en eerste haken in de meest extreme klimaatbehandeling bij de rassen Ambassador en Avila zo'n twee dagen later op gang te komen. Bij Yvonne is dit niet het geval (zie Bijlage 13).

Tabel 21 : Productie, takgewicht, taklengte en oogsttijdstip bij freesia's per ras.

		Ambassador	Avila	Yvonne	Gemiddeld
Productie	- aantal takken per plant	2,6	2,2	2,9	2,6
	- totaal aantal takken per bruto m <sup>2</sup>	156	134	173	155
	- totaal geoogst takgewicht (g/bruto m <sup>2</sup> )	2091	1808	1872	1924
Takgewicht	- hoofdtak (g)	17,0	16,0	14,3	15,9
	- eerste haak (g)	11,1	10,5	8,6	10,2
	- overige haken (g)	10,3	10,9	9,7	10,3
Taklengte	- hoofdtak (cm)	52	51	52	51
	- eerste haak (cm)	40	40	39	40
	- overige haken (cm)	49	48	48	48
Oogsttijdstip – hoofdtakken 10% (dagen na planten)		150	149	154	151
	- hoofdtakken 90% (dagen na planten)	161	160	161	161
	- eerste haken 10% (dagen na planten)	159	159	159	159
	- eerste haken 90% (dagen na planten)	170	169	171	170
	- overige haken 10% (dagen na planten)	165	166	167	166
	- overige haken 90% (dagen na planten)	179	179	179	179

- Yvonne geeft de meeste takken, Avila de minste. Ambassador zit hier tussenin.
- Vooral door de zwaardere hoofdtakken en eerste haken heeft Ambassador de hoogste gewichtsproductie. Het gemiddelde takgewicht is bij Yvonne steeds het laagst.
- De rasverschillen in taklengte zijn gering.
- Het tijdstip waarop 10% van de hoofdtakken is geoogst ligt bij Yvonne vier à vijf dagen later dan bij de andere twee rassen. Bij de haken is dit verschil er niet meer. Dit geldt ook voor het tijdstip van 90% oogst van de hoofdtakken, eerste en overige haken. De oogstperiode van de hoofdtakken is bij Yvonne dus relatief kort.

### 3.2.5 Ranonkel

Hoewel het gewas nog in productie was, is op 16 mei 2003 gestopt met de productiewaarnemingen. In de volgende tabel zijn enkele productietekensmerken weergegeven van de ranonkelteelt.

Tabel 22 : Totale productie aan takken en gewicht, gemiddeld gewicht en lengte van de takken, en aantal dagen vanaf planten tot tijdstip van 10 en 90% oogst van ranonkel.

Kas/behandeling	Aantal takken per plant	Aantal takken per bruto m <sup>2</sup>	Totaal gewicht per bruto m <sup>2</sup> (g)	Gewicht per tak (g)	Lengte per tak (cm)	Verhouding lengte/gewicht	Aantal dagen vanaf planten tot 10% oogst	Aantal dagen vanaf planten tot 90% oogst
<i>Klimaat</i>								
A: Standaard – scherm	7,2	135	3259	25,9	51,4	1,98	133	190
B: Standaard + scherm	7,6	142	3686	28,0	52,6	1,88	131	190
C: Temperatuurintegratie + scherm	7,3	138	3941	29,9	51,2	1,71	134	189
D: Temperatuurint. 'extra' + scherm	7,7	145	3769	27,3	53,5	1,96	133	188
<i>Rassen</i>								
Elegance White	6,4	120	3170	27,1	52,5	1,94	133	190
Friandine Orange	7,1	133	3837	30,5	53,8	1,76	132	190
Friandine Rose Light	6,5	122	3997	32,3	51,7	1,60	133	190
Friandine Yellow Dark	10,4	185	3650	21,1	50,6	2,40	133	188
<i>Gemiddeld</i>	<i>7,6</i>	<i>140</i>	<i>3664</i>	<i>27,8</i>	<i>52,2</i>	<i>1,92</i>	<i>133</i>	<i>189</i>

#### *Klimaat:*

- De standaardafdeling zonder scherm geeft ongeveer evenveel bloemtakken met dezelfde lengte als

temperatuurintegratie + scherm (behandeling C). Behandeling C geeft wel duidelijk de zwaarste takken, waardoor het totaal oogstgewicht het hoogst is van alle behandelingen.

- In vergelijking met de standaard + scherm en temperatuurintegratie 'extra' + scherm geeft de standaard de minste takken die lichter in gewicht zijn, wat resulteert in de laagste gewichtsproductie van alle behandelingen. Bij behandeling D (temperatuurintegratie 'extra' + scherm) zijn de takken het langst.
- Bij de behandeling temperatuurintegratie + scherm (behandeling C) zijn de bloemtakken relatief kort en zwaar, waardoor de verhouding lengte/gewicht laag is.
- Met scherm lijkt de productie enkele dagen eerder op gang te komen. Verder zijn er weinig verschillen.
- In de proef is nauwelijks *Botrytis* opgetreden.
- Er zijn geen duidelijke interacties tussen de klimaatbehandelingen en de rassen gevonden.

*Ras:*

- Friandine Yellow Dark geeft circa 50% meer bloemtakken dan de andere drie getoetste rassen, maar ze zijn wel licht in gewicht en ook vrij kort. De verhouding lengte/gewicht bij dit ras is dan ook hoog.
- Elegance White en Friandine Rose Light geven de minste takken. Friandine Rose Light heeft wel de zwaarste takken. De totale gewichtsproductie ligt het laagst bij Elegance White.
- Bij Friandine Yellow Dark lijkt het grootste gedeelte van het aantal bloemen iets eerder geoogst te zijn dan bij de andere drie rassen.

## 4 Discussie

In tegenstelling tot in het seizoen 2001 – 2002, is het in het seizoen 2002 – 2003 uitstekend weer geweest voor de proef. Ontbrak het in de proefperiode 2001 – 2002 aan koude (Janse en Raaphorst, 2002), in het daarop volgende seizoen kwamen er vier behoorlijke koudeperiodes voor, namelijk rond respectievelijk 10 december 2002, 9 januari, 1 en 19 februari 2003. Hierdoor kon de werking en het effect van zowel het energiescherm als de temperatuurintegratie goed worden onderzocht.

In totaal is het energiescherm over de gehele periode zo'n 775 uur gebruikt. Bij de meest vergaande behandeling, waarbij het scherm één uur na zonop werd geopend, was het aantal schermuren ruim 30 uur meer. Dit is ongeveer twee maal zoveel als in het seizoen 2001-2002 (Janse en Raaphorst, 2002). De totale energiebesparing van een scherm was toen slechts 4%. In het meest recente onderzoek kon door het gebruik van een scherm 20% gas (= 1,8 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>) worden bespaard en het aantal hoge pieken met 35% worden gereduceerd. Door het scherm wat later te openen, kan er meer energie worden bespaard en zal het aantal pieken in gasverbruik nog lager worden. Rond zonop is het immers het koudst. In de praktijk zal tijdens echt koud, donker weer het scherm ook later worden geopend of zelfs de gehele dag worden dichtgelaten. In de proef is het scherm echter afhankelijk van de behandeling steeds bij zonop of één uur na zonop geopend.

Bij de combinatie van temperatuurintegratie en een energiescherm kon in de proef ongeveer 50%, dat is ruim 4 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>, aan gas worden bespaard. Maar de gemiddeld gerealiseerde temperatuur bleek uiteindelijk in deze afdeling iets lager, namelijk zo'n 0,3°C lager te zijn dan bij de standaard. Dit kwam mede door een lagere berekende setpointtemperatuur van de Econaut bij deze afdeling. Bij een gelijke gemiddelde kasttemperatuur zou de energiebesparing dus iets minder zijn geweest. Daarom wordt de bereikte gasbesparing bij deze behandeling op circa 45%, ofwel 4 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>, gesteld. Bij de meest vergaande behandeling van temperatuurintegratie en schermen lag het percentage energiebesparing op 53% (4,8 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>). De extra energiebesparing werd bij deze behandeling bereikt door pas bij een hogere buitentemperatuur een minimumluchtje te trekken, het scherm 's morgens één uur later te openen, een grotere bandbreedte en een grotere maximaal toegestane temperatuursom aan te houden. Achteraf had er bij deze afdeling nog meer energiebesparing in gezeten als er vanaf de start van de klimaatproef (half november) de juiste klimaatinstelling bij het ventileren in de klimaatcomputer gezet was. Door een niet geheel juiste instelling werd er bij het toen heersende buitenklimaat juist vrij veel gelucht, waardoor het energieverbruik in deze afdeling iets hoger was dan in de andere afdeling met temperatuurintegratie en een scherm. Dit is met name te zien bij de gasverbruikscijfers van de eerste radijs- en slateelt in tabel 10. De ventilatieparameters zijn half december gewijzigd (zie tabel 25 in Bijlage 4) en daarna werd de energiebesparing duidelijk groter.

De lagere energiekosten bij een energiescherm worden vooral veroorzaakt door een lagere contractcapaciteit als gevolg van de reductie van het aantal hoge pieken en in mindere mate door de energiebesparing. Het effect van het kleinere aantal hoge pieken op de opbrengst van een scherm is ruim drie maal zo groot dan van de energiebesparing. Bij de combinatie temperatuurintegratie extra + scherm is dit circa twee maal. Ondanks de relatief grote energiebesparing van 20% en een sterke reductie van het aantal hoge pieken in gasverbruik bij gebruik van alleen een scherm, wegen de opbrengsten van een energiescherm niet op tegen de kosten. Bij de berekening is echter geen rekening gehouden met de mogelijkheden van een energie-investeringsaftrek. Een teler kan namelijk 55% van de investeringskosten aftrekken van de fiscale winst over het jaar waarin het scherm wordt geïnstalleerd. Ook zou het scherm langer dan 5 jaar gebruikt kunnen worden als waar nu mee gerekend is. Een scherm wordt immers bij energiearme teelten minder intensief gebruikt dan bij gewassen die veel energie vragen, zoals komkommer. Het is ook de vraag of 5% aan onderhoud per jaar niet te hoog is. Bij de berekeningen zijn echter de meest recente KWIN-cijfers aangehouden. In de voorjaars- en zomermaanden kan een scherm met LS 10 Ultra-doek ook gebruikt worden als zonweringscherm, waardoor er minder snel hoeft te worden gekrijt. Dit zal hoogstwaarschijnlijk de productie en/of kwaliteit verhogen. De realiteit is dat op de meeste freesiabedrijven een open schermdoek ligt, bijvoorbeeld LS 15 F. Hiermee wordt in gesloten toestand nog circa 20%

energie bespaard.

Een voordeel van een scherm is ook dat er onder extreem koude buitenomstandigheden minder hard gestookt hoeft te worden, wat positief voor het gewas kan zijn. In het verleden is er bijvoorbeeld bij radijs bladverbranding opgetreden als gevolg van schadelijke stoffen die vrijkwamen bij de verbranding van het gas in de heteluchtkachels bij onvoldoende ventilatie onder zeer koude omstandigheden.

Aan de andere kant is het behaalde besparingspercentage van 20% vrij hoog. Dit hoge percentage wordt veroorzaakt door het relatief koude weer in de proefperiode. In de zeer milde winter van 2001-2002 werd door het schermen slechts 4% aan gas bespaard (Janse en Raaphorst, 2002). Ingeschat wordt dat de energiebesparing door een scherm bij energiearme gewassen in een normaal jaar ongeveer 10% bedraagt. Bij bijvoorbeeld sla komt dit dan op 1 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> per jaar.

Een nadeel van een scherm kan het lichtverlies zijn als het scherm zich in dichtgevouwen toestand bevindt. Het lichtverlies zal zo'n 2 à 3% bedragen. Als gestreefd wordt naar eenzelfde oogstgewicht, zal dit in de wintermaanden bij blad- en knolgewassen enige verlating van de oogst tot gevolg kunnen hebben.

De combinatie energiescherm met temperatuurintegratie gaf een reductie van het aantal hoge pieken van maximaal 90% en een energiebesparing van ruim 50%, dat is 4,8 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>. Voor het toepassen van temperatuurintegratie is echter een vrij geavanceerde klimaatcomputer nodig en deze ontbreekt veelal op bedrijven met energiearme teelten. Bij freesia ligt dit echter veel gunstiger. In de proef is gewerkt met een Hoogendoorn NT Economic met het Econaut CTI programma. Deze bezit relatief veel mogelijkheden, ondermeer een integratieperiode van 7 dagen en de computer kan het weerbericht zeer frequent binnenhalen. Aan de aanschaf van zo'n klimaatcomputer hangt uiteraard een prijskaartje.

In het onderzoek is gebleken dat alle onderzochte gewassen behoorlijke fluctuaties in temperatuur aankunnen en het niet noodzakelijk is om steeds vaste temperaturen of temperatuursverschillen tussen de dag en de nacht na te streven.

Bij de meest extreme klimaatbehandeling is er alleen bij freesia bij de oogst van hoofdtakken eenmalig een geringe aantasting van pokken geconstateerd. Mogelijk is er een keer condensatie op het gewas opgetreden, waardoor *Botrytis* zich kon ontwikkelen. Ook bleken de hoofdtakken in deze afdeling wat zachter te zijn dan in de andere afdelingen. Bij deze extreme behandeling is echter geprobeerd om de grenzen op te zoeken naar wat mogelijk is op het gebied van energiebesparing. Bij freesia lijkt deze grens benaderd te zijn.

In de eerste slateelt met oogst in december kwam er in alle afdelingen vrij veel glazigheid voor. Deze glazigheid nam toe naarmate er meer op energiebesparing werd gewerkt. Aanpassing van de watergift of een wat minder grote bandbreedte in temperatuur zal er wellicht toe leiden dat er in deze moeilijke teeltperiode toch een goede slakrop met temperatuurintegratie en een scherm kan worden geteeld. De energiebesparing zal daardoor wel iets verminderen. Dit geldt ook voor radijs. In de eerste radijsteelt met oogst eind december was de loofkwaliteit bij de behandelingen met temperatuurintegratie in combinatie met een scherm wat minder.

De lager gerealiseerde temperatuur in de afdeling met temperatuurintegratie en een scherm van gemiddeld circa 0,3°C, lijkt van weinig invloed geweest te zijn op de productie en kwaliteit. De sla- en andijviekroppen en de radijsknolletjes zijn even zwaar of groot of zijn zelfs zwaarder of groter dan bij de standaardtemperatuur.

Vooraf in de teelten na half december is het CO<sub>2</sub>-gehalte in de afdeling met de meest vergaande behandeling op het gebied van energiebesparing duidelijk hoger geweest. Afhankelijk van de teelt c.q. teeltperiode was dit 40 tot 90 ppm. De 10 à 14% zwaardere kroppen in deze afdeling bij respectievelijk sla en andijvie en de grotere knollen in de latere teelten zijn waarschijnlijk vooral toe te schrijven aan het hogere CO<sub>2</sub>-gehalte. Uit eerder onderzoek blijkt dat CO<sub>2</sub> een groot effect heeft op de productie van groenten en bloemen (Doorduyn 1986, 1989; Heij, 1984, 1988; Rijsewijk, 1997).

Bij freesia kwam de gemiddelde verhoging van 600 naar 650 ppm CO<sub>2</sub> niet tot uiting in een hoger totaal takgewicht: deze was bij de meest extreme behandeling met temperatuurintegratie + scherm en de standaard namelijk gelijk. Door (een) nog onbekende oorzaak bleef het aantal eerste haken bij het ras Avila en het aantal overige haken bij het ras Yvonne bij de afdeling met temperatuurintegratie 'extra' + scherm wat achter bij die van de standaard (tabellen 37 en 38 in Bijlage 12). Het gemiddelde gewicht van de takken en de haken was echter wel hoger dan bij de standaard en de andere behandeling met

temperatuurintegratie. Bij deze laatste behandeling leidde dit zelfs tot een verhoging van het totaal takgewicht van ruim 8% ten opzichte van de standaard.

Bij ranonkel resulteerden de beide behandelingen met temperatuurintegratie en een scherm ook tot een hoger totaalgewicht. Dit kwam zowel door meer als door zwaardere bloemtakken. Ondanks een grote bandbreedte (8-11°C) en een hoge maximale temperatuursom, heeft temperatuurintegratie bij ranonkel dus niet tot problemen geleid. Evenals in de proef van 2001 – 2002, kan nu weer de conclusie worden getrokken dat de temperatuur bij verschillende gewassen meer kan fluctueren binnen bepaalde grenzen (bandbreedte) en planten meer buffercapaciteit bezitten dan menigeen denkt.

De proef heeft plaatsgevonden in vier afdelingen in enkelvoud. Er konden daarom geen statistische berekeningen op de gegevens worden uitgevoerd. Hoewel er geprobeerd is de afdelingen zo gelijk mogelijk te maken, kan er altijd wat natuurlijke variatie zijn tussen de kassen.

Het was jammer dat een behandeling met temperatuurintegratie zonder scherm niet in de proef kon worden opgenomen. Dan zou er ook een uitspraak gedaan kunnen worden over het effect van deze behandeling. De keuze van de behandelingen is in overleg met de opdrachtgever gedaan.

Het onderzoek is uitgevoerd met buisverwarming in oudere, dus vrij donkere kassen. Het overgrote deel van sla-, andijvie- en radijstelers telen eveneens in wat oudere kassen, maar hebben veelal heteluchtverwarming. Omdat er bij deze wijze van verwarming meer vocht wordt geproduceerd, zouden er mogelijk eerder kwaliteitsproblemen kunnen ontstaan met schermen en temperatuurintegratie. Het is de bedoeling dat het PPO in het seizoen 2003-2004 op een aantal sla- en radijsbedrijven een onderzoek gaat verrichten naar de toepassing van temperatuurintegratie bij heteluchtverwarming.

## 5 Conclusies

- In de proefperiode van 2002-2003 zijn er vier flinke koudeperiodes voorgekomen, namelijk rond 10 december 2002, 9 januari, 1 en 19 februari 2003. Hierdoor kon de werking en het effect van zowel het energiescherm als de temperatuurintegratie goed worden onderzocht.
- Afhankelijk van de behandeling is er in de proef 775 tot 810 uur geschermd. Bij gesloten scherm werd er circa 45% aan energie bespaard. De totale energiebesparing door een scherm van half oktober tot half mei was zo'n 20%, ofwel 1,8 m<sup>3</sup> gas per m<sup>2</sup>.
- De combinatie van temperatuurintegratie en een energiescherm bespaarde ongeveer 45% aan energie, ofwel zo'n 4 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>. De meest vergaande behandeling met temperatuurintegratie en een energiescherm bespaarde 53% (bijna 5 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>).
- Door het gebruik van alleen een energiescherm kon het aantal hoge pieken in gasverbruik al met circa 35% worden gereduceerd. Bij de combinatie van temperatuurintegratie met een energiescherm daalde het aantal hoge gaspieken met 80 tot 90%.
- De inschatting op basis van de proefgegevens is dat, uitgaande van een standaard situatie met een contractcapaciteit van 160 m<sup>3</sup>/u/ha, de contractcapaciteit kan dalen tot respectievelijk ongeveer 110 en 90 m<sup>3</sup>/u/ha in de situatie met een energiescherm en een energiescherm in combinatie met een vergaande temperatuurintegratie.
- Met alleen een energiescherm levert het verminderen van het aantal gaspieken financieel 3,5 maal zoveel op dan de energiebesparing met een schermdeuk. Berekeningen op basis van de proefgegevens wijzen echter uit dat de opbrengsten van een energiescherm niet opwegen tegen de kosten ervan.
- Bij de combinatie van een energiescherm met de meest vergaande vorm van temperatuurintegratie is de totale besparing per jaar nog steeds onvoldoende om de investering van een scherm te bekostigen. Temperatuurintegratie kan echter helpen om een energiescherm eerder rendabel te krijgen.
- Indien er op een bedrijf al een energiescherm aanwezig is, is toepassing van temperatuurintegratie met een grote bandbreedte zeer rendabel.
- Bij de verschillende klimaatsbehandelingen zijn ongeveer dezelfde gemiddelde etmaaltemperaturen gerealiseerd. Alleen in de afdeling met temperatuurintegratie en een scherm was de gerealiseerde etmaaltemperatuur circa 0,3°C lager.
- Na de jaarswisseling lag het gerealiseerde CO<sub>2</sub>-gehalte overdag in de afdeling met temperatuurintegratie 'extra' + scherm gemiddeld 50 à 75 ppm hoger dan bij de standaard.
- Het gebruik van een energiescherm bij een standaard temperatuurinstelling gaf een iets kleinere **radijsknol**. Daarentegen waren de knollen groter bij temperatuurintegratie en een scherm. Alleen in de december oogst trad er bij de behandelingen met temperatuurintegratie in combinatie met een scherm wat meer geel lobblad op. In de voorjaarsteelten was het radijsloof bij deze behandelingen 1 à 2 cm langer dan bij de standaard.
- In de eerste **slateelt** trad er meer glazigheid op naarmate er meer op energiebesparing werd gewerkt. In de januariplanting was de gebruikswaarde van de sla uit de afdelingen met temperatuurintegratie + scherm hoger dan bij de standaard. Bij de meest extreme behandeling van temperatuurintegratie en een scherm was de sla 10% zwaarder dan bij de standaard.
- In de eerste teelt had de **andijvie** in de geschermdede afdeling iets minder omvang, maar een gelijk kroggewicht dan bij de standaard. In de beide afdelingen met temperatuurintegratie en een scherm kreeg de andijvie een hoger cijfer voor de gebruikswaarde. In de tweede andijvieteelt waren de kroppen deze afdelingen zwaarder dan bij de standaard. Bij de meest vergaande behandeling van temperatuurintegratie en een scherm nam het gewicht zelfs met 14% toe.
- Een scherm alleen had bij **freesia** geen effect op de productie of de kwaliteit. Bij de combinatie temperatuurintegratie met een scherm werden in beide afdelingen zwaardere hoofdtakken en haken geoogst dan bij de standaard. Bij een gelijk aantal takken was daardoor het totaal takgewicht in de afdeling met temperatuurintegratie en een scherm ruim 8% hoger. Bij de meest vergaande behandeling in energiebesparing zijn er iets minder takken geoogst. Dit kwam vooral door het ras Avila en in



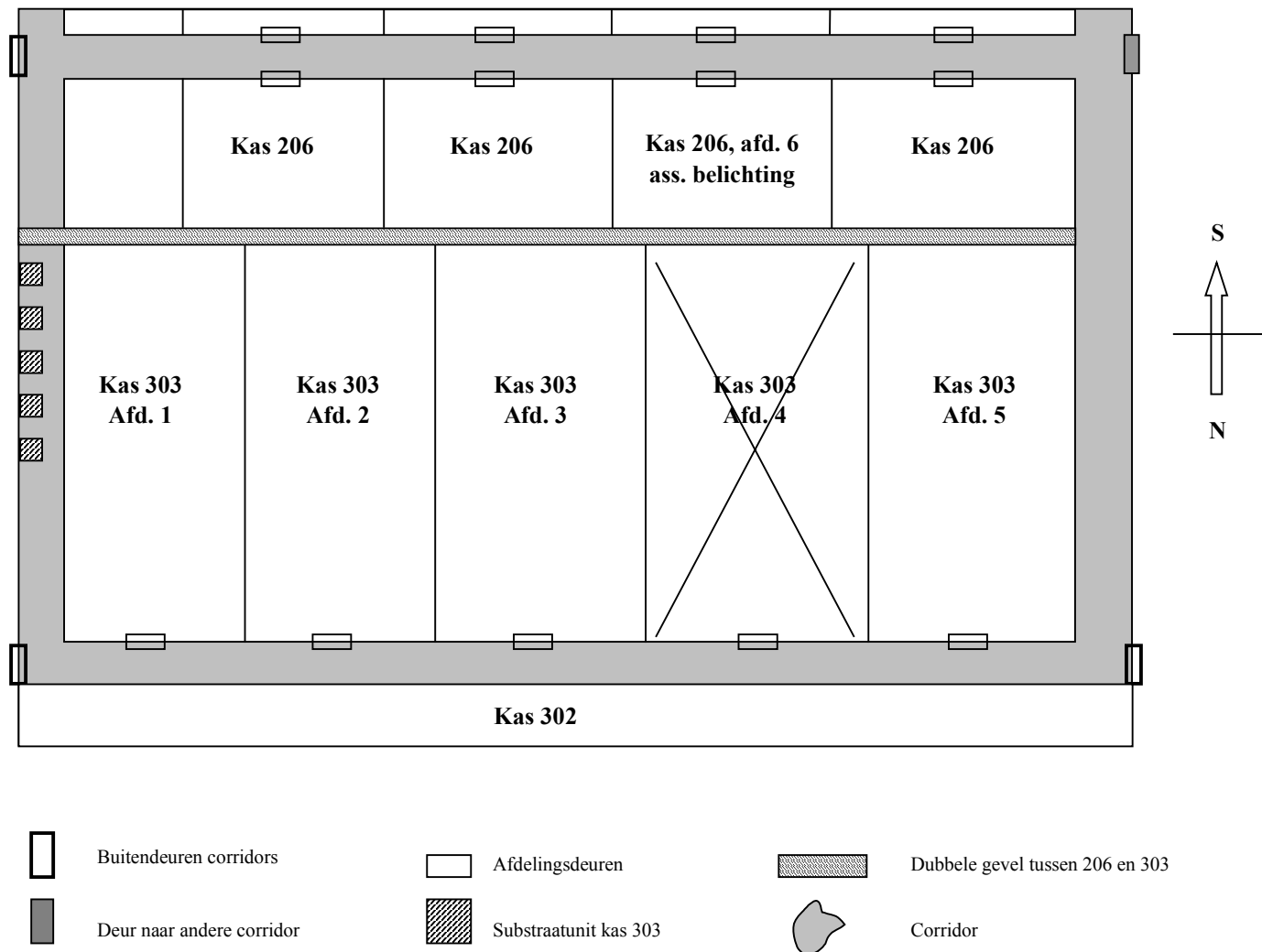
mindere mate door Yvonne. Bij Ambassador was er geen verschil.

- Bij freesia's is er in de afdeling waar het meest is gewerkt op energiebesparing eenmalig een geringe aantasting van pokken geconstateerd. Ook waren de hoofdtakken wat zachter. Bij deze extreme klimaatbehandeling lijken de grenzen voor de kwaliteit benaderd te zijn.
- Bij **ranonkel** was het totaal oogstgewicht bij de standaard het laagst en bij de behandeling temperatuurintegratie met scherm het hoogst. Dit laatste was vooral het gevolg van 15% zwaardere takken. Bij de geschermdede standaardafdeling en de afdeling waarin gestreefd werd naar de meeste energiebesparing was het aantal takken rond de 6% hoger. Er zijn geen verschillen in vroegheid of andere kwaliteitseigenschappen gevonden.
- Met uitzondering van freesia zijn er geen interacties gevonden tussen rassen en klimaatbehandelingen.
- In dit onderzoek is aangetoond dat gewassen een grotere fluctuatie in temperatuur aankunnen dan vaak wordt gedacht.

## Literatuur

- Doorduyn, J.C., 1986. CO<sub>2</sub>-concentratie van 500 à 600 dpm nastreven. Onderzoek naar effect bij freesia. Bloemisterij 41: 50-53.
- Doorduyn, J.C., 1990. Effects of CO<sub>2</sub> and plant density on growth and yield of glasshouse grown freesias. Acta Horticulturae 268: 171-177.
- Heij, G., 1984. CO<sub>2</sub> geeft zwaardere sla en een vroegere oogst. Tuinderij 26 januari 1984: 80-83.
- Heij, G., 1988. CO<sub>2</sub> doseren levert vervroeging op. Tuinderij 24 november 1988: 18-19.
- Janse, J. & M. Raaphorst, 2002. Vermindering van pieken in gasafname en energiebesparing bij gewassen met een lage energiebehoefte. Rapport PPO Businessunit Glastuinbouw, GT 12029, 39 pp.
- Rijsewijk, V. van, 1997. CO<sub>2</sub> doseren loont wél bij freesia. Bloemisterij 49: 52-53.
- Woerden, S.C. van, 2001. Kwantitatieve Informatie voor de Glastuinbouw 2001-2002. Groenten-Snijbloemen-Potplanten. PPO 510, pp. 165+.

# Bijlage 1



Figuur 4 : Overzicht van de ligging van de vier proefkassen in 303.

## Bijlage 2

Tabel 23 : Klimaatinstelling vanaf 15 november 2002 bij standaard en standaard + scherm.

Parameter	Ingestelde waarde standaard	Ingestelde waarde standaard + scherm
Start dag	2 uur voor zonop	2 uur voor zonop
Start nacht	1 uur voor zononder	1 uur voor zononder
Stooktemperatuur dag	10°C	10°C
Stooktemperatuur nacht	6°C	6°C
Max. temperatuurovergang dag/nacht	2°C/uur	2°C/uur
Ventilatietemperatuur dag	11°C	11°C
Ventilatietemperatuur nacht	7°C	7°C
Lichtverhoging stooktemperatuur	+ 1°C (50-250 W/m <sup>2</sup> )	+ 1°C (50-250 W/m <sup>2</sup> )
Lichtverhoging ventilatie temperatuur	+ 4°C (50-250 W/m <sup>2</sup> )	+ 4°C (50-250 W/m <sup>2</sup> )
Minimum raamstand	Vanaf 1°C buitentemperatuur 1% per °C verhogen, maximum = 10%	Vanaf 1°C buitentemperatuur 1% per °C verhogen, maximum = 10%
Maximum raamstand	100% (regen = 15%)	100% (regen = 15%)
Windcorrectie ventilatie	Vanaf 3 m/s 4% per m/s verlagen	Vanaf 3 m/s 4% per m/s verlagen
Ventilatie windzijde t.o.v. luwe zijde	20% achterlopen op luwe zijde	20% achterlopen op luwe zijde
Maximum buis net 1	50°C	50°C
Minimum buis net 1	Geen	Geen
Streefwaarde CO <sub>2</sub> -niveau dag	1000 ppm	1000 ppm
Start dag energiescherm	Nvt	Zonop
Energiescherm nacht	Geen	Buientemperatuur ≤ 3°C = sluiten, buitentemperatuur > 5°C = open
Snelheid openen energiescherm	Nvt	Eerste 30% in 30 minuten, daarna in 10 minuten geheel open
Temperatuurverhoging voor openen scherm	Nvt	Geen
Energiescherm dag	Geen	Buientemperatuur ≤ -8°C = sluiten, buitentemperatuur > -8°C = open
Setpoint grondverwarming freesia	14,5°C	14,5°C
Max.buis grondverwarming freesia	16°C	16°C
CTI instellingen		
Bandbreedte CTI	nvt	nvt
Maximale temperatuursom	nvt	nvt
Integratie periode	nvt	nvt
Gemiddelde etmaaltemperatuur	nvt	nvt
Afluchten temperatuursom	nvt	nvt

## Bijlage 3

Tabel 24 : Klimaatinstelling vanaf 15 november 2002 bij temperatuurintegratie + scherm en temperatuurintegratie 'extra' + scherm.

Parameter	Ingestelde waarde temperatuurintegratie + scherm	Ingestelde waarde temperatuurintegratie 'extra' + scherm
Start dag	2 uur voor zonop	2 uur voor zonop
Start nacht	1 uur voor zononder	1 uur voor zononder
Max. temperatuurovergang dag/nacht	2°C/uur	2°C/uur
Lichtverhoging stooktemperatuur	+ 1°C (50-250 W/m <sup>2</sup> )	+ 1°C (50-250 W/m <sup>2</sup> )
Lichtverhoging ventilatietemperatuur	+ 4°C (50-250 W/m <sup>2</sup> )	+ 4°C (50-250 W/m <sup>2</sup> )
Minimum raamstand	Vanaf 1°C buitentemp. 1% per °C verhogen, maximum = 10%	Onder 8°C buitentemperatuur 4% per °C verlagen, maximum = 12%
Maximum raamstand	100% (regen = 15%)	100% (regen = 15%)
Windcorrectie minimum raamstand	Vanaf 3 m/s 2% per m/s verlagen	Vanaf 3 m/s 2% per m/s verlagen
Windcorrectie totale ventilatie	Vanaf 3 m/s 4% per m/s verlagen	Vanaf 3 m/s 4% per m/s verlagen
Ventilatie windzijde t.o.v. luwe zijde	20% achterlopen op luwe zijde	20% achterlopen op luwe zijde
Maximum buis net 1	50°C	50°C
Minimum buis net 1	Geen	Geen
Streefwaarde CO <sub>2</sub> -niveau dag	1000 ppm	1000 ppm
Start dag energiescherm	Zonop	1 uur na zonop
Energiescherm nacht	Buitemperatuur ≤ 3°C = sluiten, buitemperatuur >5°C = open	Buitemperatuur ≤ 3°C = sluiten, buitemperatuur >5°C = open
Snelheid openen energiescherm	Eerste 30% in 30 minuten, daarna in 10 minuten geheel open	Eerste 30% in 30 minuten, daarna in 10 minuten geheel open
Temperatuurverhoging voor openen scherm	2 uur voor openen scherm +2°C	2 uur voor openen scherm +2°C
Energiescherm dag	Buitemperatuur ≤ -8°C = sluiten, buitemperatuur > -8°C = open	Buitemperatuur ≤ -8°C = sluiten, buitemperatuur > -8°C = open
Setpoint grondverwarming freesia	14,5°C	14,5°C
Max.buis grondverwarming freesia	16°C	16°C
<b>CTI instellingen</b>		
Bandbreedte CTI	8°C (nacht 6°C)	12°C (nacht 8°C)
Bovengrens bandbreedte	12°C (nacht = 10°C)	14°C (nacht = 10°C)
Ondergrens bandbreedte	4°C	2°C
Verschil ventilatie luwe zijde	0,5°C boven ecolijn	0,5°C boven ecolijn
Verschil ventilatie windzijde	1,5°C boven ecolijn	1,5°C boven ecolijn
Maximale temperatuursom	600 graaduur	1000 graaduur
Integratie periode	7 dagen	7 dagen
Setpoint Econaut (=Gemiddelde etmaaltemperatuur)	8°C	8°C
Afluchten temperatuursom	Nee	Nee
Regelen op DIF	Nee	Nee

## Bijlage 4

Tabel 25 : Wijzigingen klimaatsinstellingen gedurende de proefperiode.

Datum wijziging	Parameter	Standaard – scherm	Standaard + scherm	Temperatuur-integratie + scherm	Temperatuur-integratie 'extra' + scherm
10-12-02	Maximum buistemperatuur grondverwarming (°C)	19.0	19.0	19.0	19.0
16-12-02	Maximum raamstand verandering (%)	10	10	10	10
	Minimum raamstand verandering (%)	1	1	1	2
	Minimum raamstand op buitentemperatuur (°C)	1.0	1.0	1.0	5.0
06-01-03	Setpoint grondverwarming (°C)	5.0	5.0	5.0	5.0
	Maximum buistemperatuur grondverwarming (°C)	5.0	5.0	5.0	5.0
20-01-03	Setpoint Econaut (°C)	nvt	nvt	8,3	8,3
04-03-03	Ventilatie windzijde t.o.v. luwe zijde	100%	100%	100%	100%
		achterlopen op luwe zijde	achterlopen op luwe zijde	achterlopen op luwe zijde	achterlopen op luwe zijde
21-03-03	Zonnescherm	neen	Scherm 75% dicht van 11.00 – 16.00 uur bij instraling >550 W/cm <sup>2</sup>	Scherm 75% dicht van 11.00 – 16.00 uur bij instraling >550 W/cm <sup>2</sup>	Scherm 75% dicht van 11.00 – 16.00 uur bij instraling >550 W/cm <sup>2</sup>
14-04-03	Ventilatie windzijde t.o.v. luwe zijde	50%	50%	50%	50%
		achterlopen op luwe zijde	achterlopen op luwe zijde	achterlopen op luwe zijde	achterlopen op luwe zijde

## Bijlage 5

Tabel 26 : Uitslag grondmonsteranalyse per afdeling na het spoelen van de grond (monstername 1 oktober 2002)

Behandeling	EC	NH <sub>4</sub>	K	Ca	Mg	NO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	P
A: Standaard - scherm	0,84	0,2	0,8	2,6	0,1	0,1	0,1	4,0	0,13
B: Standaard + scherm	0,81	0,3	1,2	2,4	0,9	0,2	0,2	3,6	0,14
C: TI + scherm	0,62	0,4	1,2	1,3	0,5	1,0	0,4	1,8	0,12
D: TI "extra" + scherm	1,22	0,4	2,6	3,2	1,7	0,4	0,3	5,7	0,12

Tabel 27 : Uitslag grondmonsteranalyse per afdeling aan het einde van de eerste radijsteelt (monstername 6 december 2002).

Behandeling	EC	NH <sub>4</sub>	K	Ca	Mg	NO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	P
A: Standaard - scherm	1,36	0,5	1,8	3,9	2,0	2,6	0,4	5,6	0,17
B: Standaard + scherm	1,92	0,9	3,7	5,6	2,3	2,9	0,6	8,5	0,22
C: TI + scherm	1,04	0,6	2,2	2,5	1,6	2,8	0,5	2,9	0,16
D: TI "extra" + scherm	1,07	0,5	2,1	2,4	1,8	2,6	0,2	3,2	0,15

Tabel 28 : Uitslag grondmonsteranalyse per afdeling aan het einde van de tweede radijsteelt (monstername 28 februari 2003).

Behandeling	EC	NH <sub>4</sub>	K	Ca	Mg	NO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	P
A: Standaard - scherm	1,43	0,1	1,7	4,2	2,0	3,0	0,3	5,3	0,22
B: Standaard + scherm	1,54	0,1	2,3	5,1	2,1	1,7	0,2	7,2	0,22
C: TI + scherm	0,87	0,1	1,8	2,1	1,1	2,6	0,2	1,9	0,20
D: TI "extra" + scherm	1,19	0,1	2,7	2,7	1,8	2,7	0,2	3,6	0,20

Tabel 29 : Uitslag grondmonsteranalyse per afdeling aan het einde van de eerste slateelt (monstername 6 december 2002).

Behandeling	EC	NH <sub>4</sub>	K	Ca	Mg	NO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	P
A: Standaard - scherm	1,19	1,3	1,3	3,6	1,9	2,1	0,2	5,1	0,19
B: Standaard + scherm	1,72	1,0	1,2	1,6	1,4	2,0	0,2	2,5	0,17
C: TI + scherm	0,70	0,2	1,3	1,7	1,4	2,1	0,2	2,2	0,16
D: TI "extra" + scherm	1,03	0,5	1,9	2,3	1,7	2,5	0,1	3,1	0,17

Tabel 30 : Uitslag grondmonsteranalyse per kas na de eerste andijveteelt (monstername 28 februari 2003).

Behandeling	EC	NH <sub>4</sub>	K	Ca	Mg	NO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	P
A: Standaard - scherm	0,65	<0,1	0,6	2,0	1,0	0,5	<0,1	2,2	0,19
B: Standaard + scherm	0,95	0,1	1,4	2,6	1,4	1,7	0,2	3,1	0,19
C: TI + scherm	0,42	<0,1	0,9	0,9	0,7	0,7	0,1	0,5	0,18
D: TI "extra" + scherm	0,41	<0,1	2,7	2,7	1,8	2,7	0,2	3,6	0,20

## Bijlage 6

Tabel 31 : Uitslag tussentijdse grondmonsteranalyse per afdeling bij ranonkel op 30 december 2002

Behandeling	EC	NH <sub>4</sub>	K	Ca	Mg	NO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	P
A: Standaard - scherm	1,15	0,4	1,2	3,8	1,7	1,7	0,2	4,6	0,21
B: Standaard + scherm	0,83	0,33	1,1	2,3	1,1	2,3	0,1	2,3	0,21
C: TI + scherm	0,81	0,5	1,5	1,9	0,9	2,5	0,2	1,8	0,16
D: TI "extra" + scherm	0,93	0,5	1,9	2,0	1,2	3,0	0,2	2,3	0,18

Tabel 32 : Uitslag tussentijdse grondmonsteranalyse per afdeling bij ranonkel op 4 maart 2003

Behandeling	EC	NH <sub>4</sub>	K	Ca	Mg	NO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	P
A: Standaard - scherm	0,95	<0,1	0,9	3,1	1,3	0,6	0,1	3,8	0,21
B: Standaard + scherm	0,70	<0,1	0,7	2,2	1,1	0,9	0,1	2,0	0,21
C: TI + scherm	0,49	<0,1	0,7	0,9	0,6	0,8	0,1	0,6	0,20
D: TI "extra" + scherm	0,53	<0,1	1,1	1,2	0,8	1,2	0,6	0,7	0,21



## Bijlage 7

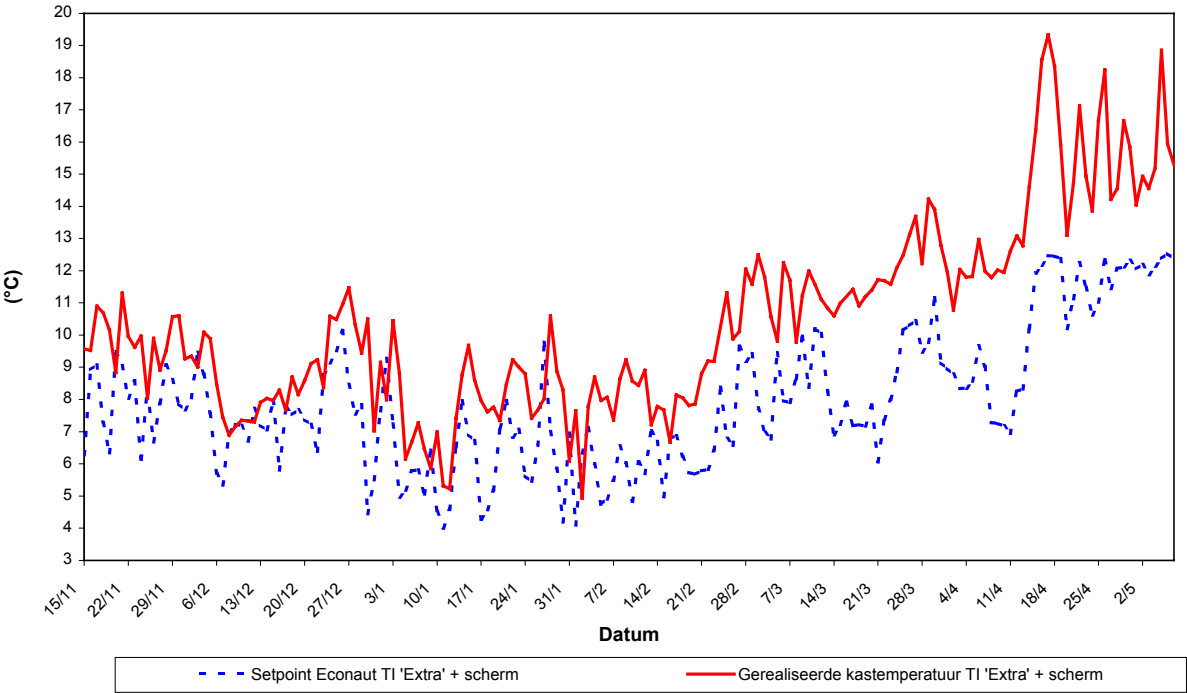
Tabel 33 : Per kas toegediende hoeveelheid meststoffen per 100 m<sup>2</sup> vóór de start van de proef.

Kas	Radijs	Sla	Andijvie	Freesia	Ranonkel
A: Standaard - scherm	12 kg patentkali 6 kg KAS	12 kg patentkali 9 kg KAS	9 kg patentkali 7 kg KAS	6 kg patentkali 6 kg KAS	7 kg patentkali 6 kg KAS 1 m <sup>3</sup> turfmolm
B: Standaard + scherm	10 kg patentkali 6 kg KAS	10 kg patentkali 9 kg KAS	7 kg patentkali 6 kg KAS	4 kg patentkali 6 kg KAS	5 kg patentkali 6 kg KAS 1 m <sup>3</sup> turfmolm
C: TI + scherm	10 kg patentkali 4 kg KAS	10 kg patentkali 6 kg KAS	7 kg patentkali 5 kg KAS	4 kg patentkali 4 kg KAS	5 kg patentkali 4 kg KAS 1 m <sup>3</sup> turfmolm
D: TI "extra" + scherm	5 kg KAS	8 kg KAS	6 kg KAS	5 kg KAS	5 kg KAS 1 m <sup>3</sup> turfmolm

Tabel 34 : Per kas toegediende hoeveelheid meststoffen per 100 m<sup>2</sup> voor de start van de tweede en derde radijsteelt en de tweede sla- en andijvieteelt.

Kas	Voor tweede radijsteelt	Voor derde radijsteelt	Voor tweede slateelt	Voor tweede andijvieteelt
A: Standaard - scherm	5 kg NPK-meststof 7-14-28	5 kg patentkali	7 kg patentkali 5 kg KAS	10 kg NPK-meststof 12-10-18 3,5 kg KAS 3 kg kieseriet
B: Standaard + scherm	-	2,5 kg KAS	8 kg patentkali 5 kg KAS	7 kg NPK-meststof 12-10-18 2,5 kg KAS 2 kg kieseriet
C: TI + scherm	4 kg NPK-meststof 7-14-28	5 kg patentkali 2 kg kieseriet	7 kg patentkali 5 kg KAS	10 kg NPK-meststof 12-10-18 2,5 kg KAS 4 kg kieseriet
D: TI "extra" + scherm	5 kg NPK-meststof 7-14-28	-	4 kg patentkali 5 kg KAS	10 kg NPK-meststof 12-10-18 2,5 kg KAS 4 kg kieseriet

# Bijlage 8



Figuur 5 : Berekende setpoint Econaut en de gerealiseerde etmaaltemperatuur bij de behandeling temperatuurintegratie 'extra' + scherm.

## Bijlage 9

Tabel 35 : Totaal aantal geogoste takken per bruto m<sup>2</sup> bij freesia per klimaatbehandeling en ras.

Ras	Standaard – scherm	Standaard + scherm	Temperatuur- integratie + scherm	Temperatuur- integratie 'extra' + scherm	<i>Gemiddeld</i>
Ambassador	156	158	154	156	156
Avila	141	133	140	122	134
Yvonne	175	175	176	167	173
<i>Gemiddeld</i>	157	156	157	148	155

Tabel 36 : Aantal hoofdtakken per bruto m<sup>2</sup> bij freesia per klimaatbehandeling en ras.

Ras	Standaard – scherm	Standaard + scherm	Temperatuur- integratie + scherm	Temperatuur- integratie 'extra' + scherm	<i>Gemiddeld</i>
Ambassador	59	59	59	60	59
Avila	60	58	59	56	58
Yvonne	60	60	59	59	60
<i>Gemiddeld</i>	60	59	59	58	59

Tabel 37 : Aantal eerste haken per bruto m<sup>2</sup> bij freesia per klimaatbehandeling en ras.

Ras	Standaard – scherm	Standaard + scherm	Temperatuur- integratie + scherm	Temperatuur- integratie 'extra' + scherm	<i>Gemiddeld</i>
Ambassador	60	58	60	58	59
Avila	56	53	55	41	51
Yvonne	58	59	58	59	59
<i>Gemiddeld</i>	58	57	58	53	56

Tabel 38 : Aantal overige haken per bruto m<sup>2</sup> bij freesia per klimaatbehandeling en ras.

Ras	Standaard – scherm	Standaard + scherm	Temperatuur- integratie + scherm	Temperatuur- integratie 'extra' + scherm	<i>Gemiddeld</i>
Ambassador	37	41	36	38	38
Avila	26	22	27	25	25
Yvonne	57	56	59	49	55
<i>Gemiddeld</i>	40	40	40	37	39

## Bijlage 10

Tabel 39 : Tijdstip oogst 10% van hoofdtakken van freesia's in dagen vanaf planten.

Ras	Standaard – scherm	Standaard + scherm	Temperatuur- integratie + scherm	Temperatuur- integratie 'extra' + scherm	<i>Gemiddeld</i>
Ambassador	149	149	149	151	<i>150</i>
Avila	149	149	149	151	<i>150</i>
Yvonne	154	151	155	154	<i>154</i>
<i>Gemiddeld</i>	151	150	151	152	<i>151</i>

Tabel 40 : Tijdstip oogst 10% van eerste haken van freesia's in dagen vanaf planten.

Ras	Standaard – scherm	Standaard + scherm	Temperatuur- integratie + scherm	Temperatuur- integratie 'extra' + scherm	<i>Gemiddeld</i>
Ambassador	158	158	158	160	<i>159</i>
Avila	158	158	158	160	<i>159</i>
Yvonne	160	160	162	160	<i>161</i>
<i>Gemiddeld</i>	159	159	159	160	<i>159</i>